Продолжение табл. 8.10.3

d	D	B	R	R_1	b	Обозначение подшипника	C	C_o кН	d_a max	D_a min	a
	72	12	1,0	0,3	11	1036910	14,6	12,7	56	67	2
						1036910K	7,53	6,50	56	67	2
						1046910	13,7	12,0	56	67	2
						1046910K	6,99	6,03	56	67	2
	80	16	1,5	0,8	13	36110K	19,3	16,6	56	75	2
						36110(K6, K7)	–	–	56	75	2
						46110(K)	–	–	56	75	2
	90	20	2,0	1,0	23,5	26210K	–	–	58	83	2
						36210	43,2	27,0	58	83	2
						36210K	35,5	28,5	58	83	2
						36210K6	–	–	58	83	2
						46210	40,6	24,9	58	83	2
						46210K	32,5	26,5	58	83	2
						66210	–	–	58	83	2
	110	27	3,0	1,5	23,5	26310K 36310(K)	–	–	63	98	2
						46310 46310K	71,5	44,0	63	98	2
						66310(K)	–	–	63	98	2
	130	31	3,5	2,0	23,5	66410	98,9	60,1	68	114	2
	65	13	1,5	0,5	11	1036911	17,0	15,0	61	74	3
						1036911K	8,30	7,32	61	74	3
						1046911	16,0	14,0	61	74	3
						1046911K	8,95	7,90	61	74	3
	100	2,0	1,0	13		36111K	27,0	23,2	62	84	3
						36111(K6, K7)	–	–	62	84	3
						46111	32,6	21,1	62	84	3
						46111K	25,0	21,2	62	84	3
	120	2,5	1,2	23,5		26211K	–	–	65	91	3
						36211	58,4	34,2	65	91	3
						36211K	41,5	34,5	65	91	3
						36211K6	–	–	65	91	3
						46211	50,3	31,5	65	91	3
						46211K	39,0	32,0	65	91	3
						66211	46,3	24,8	65	91	3
	140	1,5			23,5	26311K 36311(K)	–	–	67	109	3
						46311 46311K	82,8	51,6	67	109	3
						66311(K)	–	–	67	109	3
	160	2,0			23,5	66411	–	–	71	122	3
	70	15	0,5		11	1036912	18,0	16,3	66	79	3
						1036912K	9,50	8,64	66	79	3
						1046912	17,0	15,3	66	79	3
						1046912K	8,80	7,33	66	79	3
	110	1,0			13	36112(K, K6, K7)	–	–	68	88	3
						46112	37,4	24,5	68	88	3
						46112K	25,5	22,4	68	88	3
	125	1,2			23,5	26212K	–	–	71	101	3
						36212	61,5	39,3	71	101	3
						36212K	50,0	42,5	71	101	3
						36212K6	–	–	71	101	3
						46212	60,8	38,8	71	101	3
						46212K	46,5	39,0	71	101	3
	150	2,0			23,5	66212	–	–	71	101	3
						26312K 36312(K)	–	–	75	116	3
						46312 46312K	100	65,3	75	116	3
						66312 66312K	93,7	58,8	75	116	3
	180	2,0			23,5	66412	125	79,5	77	131	3
	75	15	0,5		11	1036913	18,3	17,3	70	84	3
						1036913K	9,65	9,20	70	84	3
						1046913	17,3	16,0	70	84	3
						1046913K	8,95	8,54	70	84	3
	115	1,0			13	36113K	28,0	25,5	73	93	3
						36113(K6, K7)	–	–	73	93	3
						46113(K)	–	–	73	93	3

d	D	B	R	R_1	b	Обозначение подшипника	C	C_o кН	d_a max	D_a min	a
	65	120	23	2,5	1,2	23,5	26213K	–	–	77	111	3
							36213(K, K6)	–	–	77	111	3
							46213	69,4	45,9	77	111	3
							46213K	53,0	45,0	77	111	3
							66213	–	–	77	111	3
		140	33	3,5	2,0	23,5	26313K 36313(K)	–	–	78	125	3
							46313 46313K	113	75,0	78	125	3
							66313(K)	–	–	78	125	3
		160	37	3,5	2,0	23,5	66413	–	–	83	141	3
	70	100	16	1,5	0,5	11	1036914	25,0	23,6	78	94	3
							1036914K	13,2	12,5	78	94	3
							1046914	23,6	22,0	78	94	3
							1046914K	12,2	11,6	78	94	3
		110	20	2,0	1,0	13	36114K	36,0	33,5	78	103	3
							36114(K6, K7)	–	–	78	103	3
							46114	46,1	31,7	78	103	3
							46114K	34,5	32,0	78	103	3
		125	24	2,5	1,2	23,5	26214K	–	–	82	116	3
							36214	80,2	54,8	82	116	3
							36214K	60,0	52,0	82	116	3
							36214K6	–	–	82	116	3
							46214(K) 66214	–	–	82	116	3
		150	35	3,5	2,0	23,5	26314K 36314(K)	–	–	85	136	3
							46314 46314K	127	85,3	85	136	3
							66314	119	76,8	85	136	3
							66314K	–	–	85	136	3
		180	42	4,0	2,0	23,5	66414	152	109	93	157	3
	75	105	16	1,5	0,5	11	1036915	25,5	24,5	83	98	3
							1036915K	13,4	12,9	83	98	3
							1046915	24,0	23,2	83	98	3
							1046915K	12,5	11,9	83	98	3
		115	20	2,0	1,0	13	36115K	37,5	34,5	83	108	3
							36115(K6, K7)	–	–	83	108	3
							46115	47,3	33,4	83	108	3
							46115K	–	–	83	108	3
		130	25	2,5	1,2	23,5	26215K	–	–	85	121	3
							36215(K, K6)	–	–	85	121	3
							46215	78,4	53,8	85	121	3
							46215K	58,5	51,0	85	121	3
							66215	71,5	49,0	85	121	3
		160	37	3,5	2,0	23,5	26315K 36315(K)	–	–	93	144	3
							46315(K) 66315(K)	–	–	93	144	3
		190	45	4,0	2,0	23,5	66415	–	–	98	166	3
	80	110	16	1,5	0,5	11	1036916	26,0	26,0	88	103	3
							1036916K	13,7	13,7	88	103	3
							1046916	24,5	24,5	88	103	3
							1046916K	12,7	12,7	88	103	3
		125	22	2,0	1,0	13	36116(K, K6, K7)	–	–	90	118	3
							46116	56,0	40,1	90	118	3
							46116K	43,0	40,5	90	118	3
		140	26	3,0	1,5	23,5	26216K	–	–	92	130	3
							36216	93,6	65,0	92	130	3
							36216K	73,5	65,5	92	130	3
							36216K6	–	–	92	130	3
							46216	87,9	60,0	92	130	3
							46216K	68,0	60,0	92	130	3
							66216	–	–	92	130	3
		170	39	3,5	2,0	23,5	26316K 36316(K)	–	–	99	155	3
							46316 46316K	136	99,0	99	155	3
							66316(K)	–	–	99	155	3
		200	48	4,0	2,0	23,5	66416	–	–	105	176	3

d	D	B	R	R_1	b	Обозначение подшипника	C	C_o кН	d_a max	D_a min	a
	85	120	18	2,0	1,0	11	1036917	33,5	33,5	92	112	3
							1036917K	17,6	17,6	92	112	3
							1046917	32,0	31,5	92	112	3
							1046917K	16,3	16,3	92	112	3
		130	22	2,0	1,0	13	36117K	47,5	46,5	95	122	3
							36117(K6, K7)	–	–	95	122	3
							46117	57,4	42,1	95	122	3
							46117K	44,0	42,5	95	122	3
		150	28	3,0	1,5	23,5	26217K	–	–	99	140	3
							36217	101	70,8	99	140	3
							36217K	81,5	76,5	99	140	3
							36217K6	–	–	99	140	3
							46217	94,4	65,1	99	140	3
							46217K	76,5	69,5	99	140	3
							66217	–	–	99	140	3
		180	41	4,0	2,0	23,5	26317K 36317(K)	–	–	103	163	3
							46317 46317K	163	120	103	163	3
							66317(K)	–	–	103	163	3
		210	52	5,0	2,5	23,5	66417	–	–	108	185	3
	90	125	18	2,0	1,0	11	1036918	34,5	35,5	99	117	3
							1036918K	18,2	18,5	99	117	3
							1046918	32,5	32,5	99	117	3
							1046918K	16,8	17,2	99	117	3
		140	24	2,5	1,2	13	36118K	56,0	55,0	100	130	3
							36118(K6, K7)	–	–	100	130	3
							46118	63,5	47,2	100	130	3
							46118K	52,0	51,0	100	130	3
		160	30	3,0	1,5	23,5	26218K	–	–	105	150	3
							36218	118	83,0	105	150	3
							36218K	90,0	85,0	105	150	3
							36218K6 66218	–	–	105	150	3
							46218	111	76,2	105	150	3
							46218K	85,0	78,0	105	150	3
		190	43	4,0	2,0	23,5	26318K 36318(K)	–	–	111	172	3
							46318 46318K	165	122	111	172	3
							66318	189	145	111	172	3
							66318K	–	–	111	172	3
		225	54	5,0	2,5	23,5	66418	208	162	117	200	3
	95	170	32	3,5	2,0	23,5	26219K	–	–	111	158	3
							36219	134	95,0	111	158	3
							36219(K, K6)	–	–	111	158	3
		200	45	4,0	2,0	23,5	46319(K) 66319(K)	–	–	119	180	3
	100	140	20	2,0	1,0	11	1036920	36,5	39,0	113	132	3
							1036920K	19,2	20,5	113	132	3
							1046920	34,0	37,5	113	132	3
							1046920K	17,8	19,1	113	132	3
		150	24	2,5	1,2	13	36120K	58,5	60,0	110	139	3
							36120(K6, K7)	–	–	110	139	3
							46120	71,5	55,1	110	139	3
							46120K	55,0	56,0	110	139	3
		180	34	3,5	2,0	23,5	26220K 66220	–	–	117	168	3
							36220(K, K6)	–	–	117	168	3
							46220	148	107	117	168	3
							46220K	114	108	117	168	3
		215	47	4,0	2,0	23,5	26320K 66320(K)	–	–	125	195	3
							46320 46320K	213	177	125	195	3
...												

$P_r = VF_r$ - для $F_a/(VF_r) \leq e$ ($X = 1{,}0$; $Y = 0$).

$P_r = XVF_r + YF_a$ - для $F_a/(VF_r) > e$ (e, X, Y - табл. 8.5.2)

Продолжение табл. 8.10.4

d	D	B	R	Обозначение подшипника	C кН	C_o кН	d_a max	D_a max	d_b min	a min	e	$F_a/F_r \le e$ Y_1	$F_a/F_r > e$ Y
80	140	26	3,0	1216, 111216	40,0	23,6	90	130			0,16	3,9	6,1
	140	33	3,0	1516, 111516	51,0	28,5	90	130			0,25	2,5	3,9
	170	39	3,5	1316, 111316	88,0	45,0	91	158			0,21	2,9	4,5
	170	58	3,5	1616, 111616	137	64,0	91	158			0,38	1,7	2,6
	160	30	3,0	11216	57,0	32,0	104	150	95	6	0,27	2,3	3,6
	160	40	3,0	11516	71,0	39,0	105	150	96	10	0,27	2,3	3,6
	190	43	4,0	11316	108	58,5	105	150	96	10	0,27	2,3	3,6
	190	64	4,0	11616	153	76,5	105	150	96	10	0,27	2,3	3,6
85	150	28	3,0	1217, 111217	49,0	28,5	95	140			0,16	3,9	6,1
	150	36	3,0	1517, 111517	58,5	32,0	95	140			0,25	2,5	3,9
85	180	60	4,0	1617, 111617	140	68,0	98	166			0,22	2,8	4,3
	180	41	4,0	1317, 111317	98,0	51,0	98	166			0,37	1,7	2,6
90	160	30	3,0	1218, 111218	57,0	39,0	100	150			0,16	3,9	6,3
	160	40	3,0	1518, 111518	71,0	32,0	100	150			0,26	2,4	3,7
	190	43	4,0	1318, 111318	108	58,5	103	176			0,22	2,8	4,3
	190	64	4,0	1618, 111618	153	76,5	103	176			0,38	1,7	2,6
	180	34	3,5	11218	69,5	41,5	115	168	106	7	0,27	2,3	3,6
	180	46	3,5	11518	98,0	55,0	118	168	108	8	0,27	2,3	3,6
	215	47	4,0	11318	143	76,5	118	201	108	7	0,27	2,3	3,6
	215	73	4,0	11618	193	104	120	201	110	7	0,27	2,3	3,6
100	180	34	3,5	1220, 111220	69,5	41,5	112	168			0,17	3,6	5,6
	180	46	3,5	1520, 111520	98,0	55,0	112	168			0,27	2,3	3,6
	215	47	4,0	1320, 111320	143	76,5	113	201			0,22	2,8	4,3
	215	73	4,0	1620, 111620	193	104	113	201			0,38	1,7	2,6
	200	38	3,5	11220	88,0	53,0	125	188	116	7	0,17	3,6	5,6
	240	50	4,0	11320	163	91,5	126	188	117	10	0,27	2,4	3,7
...													

$P_r = VF_r + Y_1 F_a$ - для $F_a/(VF_r) \le e$, (e, Y_1 - табл. 8.10.4).

$P_r = 0{,}65 VF_r + YF_a$ - для $F_a/(VF_r) > e$, (e, Y - табл. 8.10.4).

8.10.6. ПОДШИПНИКИ РОЛИКОВЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ С КОРОТКИМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ РОЛИКАМИ ГОСТ 8328-75

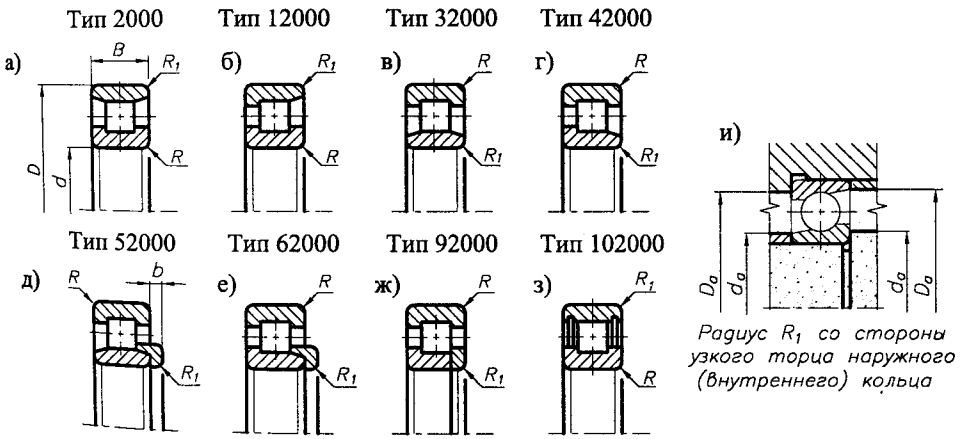


Рис. 8.10.13. Габаритные и установочные размеры роликовых радиальных с короткими цилиндрическими роликами подшипников

Стандарт устанавливает следующие типы подшипников:

2000 - без бортов на наружном кольце;
12000 - с однобортовым наружным кольцом;
32000 - без бортов на внутреннем кольце;
42000 - с однобортовым внутренним кольцом;
52000 - с безбортовым внутренним кольцом и фасонным упорным кольцом;
62000 - с однобортовым внутренним кольцом и фасонным упорным кольцом;
92000 - с однобортовым внутренним кольцом и плоским упорным кольцом;
10200 - с безбортовым наружным кольцом и двумя запорными шайбами.

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ роликового радиального подшипника с короткими цилиндрическими роликами типа 32200 с $d = 30$ мм, $D = 62$ мм, $B = 16$ мм:

Подшипник 32206 ГОСТ 8328-75

Отсутствующие значения C и C_o для ряда подшипников будут вводиться в стандарт по мере освоения.

Табл. 8.10.5. Основные размеры, мм и параметры подшипников

d	D	B	R	R_1	b	Обозначение подшипника	нормальн. C кН	нормальн. C_o кН	повышен. C кН	повышен. C_o кН	d_a max	D_a min
...												
20	42	12	1,0	0,5		2104, 32104	8,80	4,70	–	–	24	30
	47	14	1,5	1,0		2204, 12204, 32204	14,7	7,35	25,1	12,6	26	42
						42204, 92204, 102204					26	42
	47	18	1,5	1,0		2504, 32504, 42504, 92504	20,1	10,8	29,7	17,3	26	42
	52	15	2,0	1,0	4	2304, 12304, 32304, 42304	20,5	10,4	–	–	27	45
						62304, 92304, 102304					27	45
	52	21	2,0	1,5	4	2604, 32604, 42604, 92604	29,7	16,6	41,3	24,5	27	45

Продолжение табл. 8.10.5

d	D	B	R	R_1	b	Обозначение подшипника	нормальн. C кН	нормальн. C_o кН	повышен. C кН	повышен. C_o кН	d_a max	D_a min
25	47	12	1,0	0,5		2105, 32105	–	–	–	–	29	43
	52	15	1,5	1,0		2205, 12205, 32205	16,8	8,80	28,6	15,2	30	47
						42205, 92205, 102205	–	–			30	47
	52	18	1,5	1,0		2505, 32505, 42505, 92505	22,9	12,9	34,1	18,8	30	47
	62	17	2,0	2,0	4	2305, 12305, 32305, 42305	15,0	9,50	40,2	23,2	33	55
						62305, 92305, 102305	–	–	–	–	33	55
	80	24	2,0	2,0		2605, 12605, 32605	41,8	24,5	56,1	34,5	36	66
						42605, 92605						

Продолжение табл. 8.10.5 на след. стр.

Продолжение табл. 8.10.5

d	D	B	R	R_1	b	Обозначение подшипника	нормальн. C кН	нормальн. C_o кН	повышен. C кН	повышен. C_o кН	d_a min	D_a max
30	55	13	1,5	0,8		2106, 32106	17,9	7,85	–	–	35	50
	62	16	1,5	1,0		2206, 12206, 32206	22,4	12,0	38,0	19,6	37	57
						42206, 92206, 102206	–	–	–	–	37	57
	62	20	1,5	1,0		2506, 32506, 42506, 92506	31,9	19,0	38,0	28,0	37	57
	72	19	2,0	2,0	5	2306, 12306, 32306, 42306	36,9	20,0	51,2	26,0	39	65
						62306, 92306, 102306	–	–	–	–	39	65
	72	27	2,0	2,0		2606, 12606, 32606	50,1	29,0	73,7	46,5	39	65
						42606, 92606	–	–	–	–	39	65
	90	23	2,5	2,5	7	2406, 32406, 42406	60,5	34,0	–	–	41	77
						62406, 92406, 102406	–	–	–	–	41	77
35	55	10	1,0	0,5		1002907, 1032907	–	–	–	–	40	50
	62	14	1,5	0,8		2107, 32107	21,6	12,2	–	–	39	57
	72	17	2,0	1,0		2207, 12207, 32207	31,9	17,6	48,4	26,5	42	65
						42207, 92207, 102207	–	–	–	–	42	65
	72	23	2,0	2,0		2507, 32507, 42507, 92507	47,3	29,0	59,4	38,0	42	65
	80	21	2,5	2,0	6	2307, 12307, 32307, 42307	44,6	27,0	64,4	35,0	44	71
						62307, 92307, 102307	–	–	–	–	44	71
	80	31	2,5	2,5		2607, 12607, 32607	58,3	38,0	91,3	61,0	44	71
						42607, 92607	–	–			44	71
	100	25	2,5	2,5	8	2407, 32407, 42407	76,5	44,0	–	–	52	86
						62407, 92407, 102407	–	–	–	–	52	86
40	62	12	1,0	0,5		1002908, 1032908	–	–	–	–	46	58
	68	15	1,5	1,0		2108, 32108	25,1	14,6	–	–	46	63
	80	18	2,0	2,0		2208, 12208, 32208	21,8	24,0	53,9	29,5	48	73
						42208, 92208, 102208	–	–	–	–	48	73
	80	23	2,0	2,0		2508, 32508, 42508, 92508	56,1	35,0	70,4	42,0	48	73
	90	23	2,5	2,5	7	2308, 12308, 32308, 42308	56,1	32,5	80,9	44,5	51	80
						62308, 92308, 102308	–	–	–	–	51	80
	90	33	2,5	2,5		2608, 12608, 32608	80,9	51,0	112	75,0	51	80
						42608, 92608	–	–	–	–	51	80
	110	27	3,0	3,0	8	2408, 32408, 42408	96,8	57,0	–	–	55	95
						62408, 92408, 102408	–	–	–	–	55	95
45	68	12	1,0	0,5		1002909, 1032909	–	–	–	–	50	63
	75	16	1,5	1,0		2109, 32109	31,4	17,6	–	–	51	70
	85	19	2,0	2,0		2209, 12209, 32209	44,0	25,5	60,5	35,0	53	78
						42209, 92209, 102209	–	–	–	–	53	78
	85	23	2,0	2,0		2509, 32509, 42509, 92509	59,4	38,0	73,7	45,5	53	78
	100	25	2,5	2,5	7	2309, 12309, 32309, 42309	72,1	41,5	99,0	56,0	56	89
						62309, 92309, 102309	–	–	–	–	56	89
	100	36	2,5	2,5		2609, 12609, 32609	96,8	67,0	138	95,0	56	89
						42609, 92609	–	–	–	–	56	89
	120	29	3,0	3,0	8	2409, 32409, 42409	106	69,5	–	–	62	104
						62409, 92409, 102409	–	–	–	–	62	104
50	72	12	1,0	0,5		1002910, 1032910	–	–	–	–	56	67
	80	16	1,5	1,0		2110, 32110	30,8	17,6	–	–	56	75
	90	20	2,0	2,0		2210, 12210, 32210	45,7	27,5	64,4	37,5	58	83
						42210, 92210, 102210	–	–	–	–	58	83
	90	23	2,0	2,0		2510, 32510, 42510, 92510	62,7	40,5	78,1	48,5	58	83
	110	27	3,0	3,0	8	2310, 12310, 32310, 42310	88,0	52,0	110	70,5	63	98
						62310, 92310, 102310	–	–	–	–	63	98
	110	40	3,0	3,0	8	2610, 12610, 32610, 42610	121	80,0	161	114	63	98
						52610, 62610, 92610	–	–	–	–	63	98
	130	31	3,5	3,5	9	2410, 32410, 42410	130	86,5	–	–	68	114
						62410, 92410, 102410	–	–	–	–	68	114
55	80	13	1,5	1,0		1002911, 1032911	–	–	–	–	61	74
	90	18	2,0	1,5		2111, 32111	34,7	23,6	–	–	62	84
	100	21	2,5	2,5		2211, 12211, 32211	56,1	34,0	84,2	49,0	65	91
						42211, 92211, 102211	–	–	–	–	65	91

Продолжение табл. 8.10.5

d	D	B	R	R_1	b	Обозначение подшипника	нормальн. C кН	нормальн. C_o кН	повышен. C кН	повышен. C_o кН	d_a min	D_a max
55	100	25	2,5	2,5		2511, 32511, 42511, 92511	73,7	48,0	99,0	64,0	65	91
	120	29	3,0	3,0	9	2311, 12311, 32311, 42311	102	67,0	138	87,5	67	109
						62311, 92311, 102311	–	–	–	–	67	109
	120	43	3,0	3,0	9	2611, 12611, 32611, 42611	138	98,0	201	143	67	109
						52611, 62611, 92611	–	–	–	–	67	109
	140	33	3,5	3,5	10	2411, 32411, 42411	142	86,5	–	–	71	122
						62411, 92411, 102411	–	–	–	–	71	122
60	85	13	1,5	1,0		1002912, 1032912	25,3	16,5	–	–	66	79
	95	18	2,0	1,5		2112, 32112	35,8	22,8	–	–	68	88
	110	22	2,5	2,5		2212, 12212, 32212	64,4	43,0	93,5	53,5	71	101
						42212, 92212, 102212	–	–	–	–	71	101
	110	28	2,5	2,5		2512, 32512, 42512, 92512	93,5	68,0	128	85,0	71	101
	130	31	3,5	3,5	9	2312, 12312, 32312, 42312	123	76,5	151	98,0	75	116
						62312, 92312, 102312	–	–	–	–	75	116
	130	46	3,5	3,5	9	2612, 12612, 32612, 42612	168	114	224	160	75	116
						52612, 62612, 92612	–	–	–	–	75	116
	150	35	3,5	3,5	10	2412, 32412, 42412	168	106	–	–	77	131
						62412, 92412, 102412	–	–	–	–	77	131
65	90	13	1,5	1,0		1002913, 1032913	–	–	–	–	70	84
	100	18	2,0	1,5		2113, 32113	38,0	26,5	–	–	73	93
	120	23	2,5	2,5		2213, 12213, 32213	76,5	51,0	106	66,5	77	110
						42213, 92213, 102213	–	–	–	–	77	110
	120	31	2,5	2,5		2513, 32513, 42513, 92513	110	76,5	147	100	77	110
	140	33	3,5	3,5	10	2313, 12313, 32313, 42313	138	85,0	183	107	78	125
						62313, 92313, 102313	–	–	–	–	78	125
	140	48	3,5	3,5	10	2613, 12613, 32613, 42613	190	129	251	180	78	125
						52613, 62613, 92613	–	–	–	–	78	125
	160	37	3,5	3,5	11	2413, 32413, 42413	183	127	–	–	83	141
						62413, 92413, 102413	–	–	–	–	83	141
70	100	16	1,5	1,0		1002914, 1032914	–	–	–	–	78	94
	110	20	2,0	1,5		2114, 32114	56,1	36,0	–	–	78	103
	125	24	2,5	2,5		2214, 12214, 32214	79,2	51,0	119	71,0	82	116
						42214, 92214, 102214	–	–	–	–	82	116
	125	31	2,5	2,5		2514, 32514, 42514, 92514	117	81,5	154	112	82	116
	150	35	3,5	3,5	10	2314, 12314, 32314, 42314	151	102	205	124	85	136
						62314, 92314, 102314	–	–	–	–	85	136
	150	51	3,5	3,5	10	2614, 12614, 32614, 42614	212	160	275	200	85	136
						52614, 62614, 92614	–	–	–	–	85	136
	180	42	4,0	4,0	12	2414, 32414, 42414	229	163	–	–	93	157
						62414, 92414, 102414	–	–	–	–	93	157
75	105	16	1,5	1,0		1002915, 1032915	–	–	–	–	83	98
	115	20	2,0	1,5		2115, 32115	58,3	39,0	–	–	83	108
	130	25	2,5	2,5		2215, 12215, 32215	91,3	63,0	130	81,5	85	121
						42215, 92215, 102215	–	–	–	–	85	121
	130	31	2,5	2,5		2515, 32515, 42515, 92515	125	88,0	161	118	85	121
	160	37	3,5	3,5	11	2315, 12315, 32315, 42315	183	125	242	149	93	144
						62315, 92315, 102315	–	–	–	–	93	144
	160	55	3,5	3,5	11	2615, 12615, 32615, 42615	260	200	330	245	93	144
						52615, 62615, 92615	–	–	–	–	93	144
	190	45	4,0	4,0	13	2415, 32415, 42415	264	173	–	–	98	166
						62415, 92415, 102415	–	–	–	–	98	166
80	110	16	1,5	1,0		1002916, 1032916	34,7	24,0	–	–	88	103
	125	22	2,0	1,5		2116, 32116	66,0	44,0	–	–	90	118
	140	26	3,0	3,0		2216, 12216, 32216	106	68,0	138	87,0	92	130
						42216, 92216, 102216	–	–	–	–	92	130
	140	33	3,0	3,0		2516, 32516, 42516, 92516	147	115	187	140	92	130
	170	39	3,5	3,5	11	2316, 12316, 32316, 42316	190	125	260	163	99	155
						62316, 92316, 102316	–	–	–	–	99	155

Продолжение табл. 8.10.5 на след. стр.

Продолжение табл. 8.10.5

d	D	B	R	R_1	b	Обозначение подшипника	нормальн. C кН	нормальн. C_o кН	повышен. C кН	повышен. C_o кН	d_a min	D_a max
80	170	58	3,5	3,5	11	2616, 12616, 32616, 42616	275	200	358	265	99	155
						52616, 62616, 92616	–	–	–	–	99	155
	200	48	4,0	4,0	13	2416, 32416, 42416	303	200	–	–	105	176
						62416, 92416, 102416	–	–			105	176
85	120	18	2,0	1,5		1002917, 1032917	–	–	–	–	98	112
	130	22	2,0	1,5		2117, 32117	68,2	46,5	–	–	95	122
	150	28	3,0	3,0		2217, 12217, 32217	119	78,0	165	108	99	140
						42217, 92217	–	–	–	–	99	140
	150	36	3,0	3,0		2517, 32517, 42517, 92517	168	122	216	160	99	140
	180	41	4,0	4,0	12	2317, 12317, 32317, 42317	212	146	297	190	103	163
						62317, 92317	–	–	–	–	103	163
	180	60	4,0	4,0	12	2617, 12617, 32617, 42617	297	230	–	–	103	163
						52617, 62617, 92617	–	–	–	–	103	163
	210	52	5,0	5,0	14	2417, 32417, 42417	319	228	–	–	108	185
						62417, 92417	–	–	–	–	108	185
90	125	18	2,0	1,5		1002918, 1032918	–	–	–	–	99	117
	140	24	2,5	2,0		2118, 32118	80,9	56,0	–	–	100	130
	160	30	3,0	3,0		2218, 12218, 32218	142	105	183	120	105	150
						42218, 92218	–	–	–	–	105	150
	160	40	3,0	3,0		2518, 32518, 42518, 92518	194	150	242	180	105	150
	190	43	4,0	4,0	12	2318, 12318, 32318, 42318	242	160	319	206	111	172
						62318, 92318	–	–	–	–	111	172
90	190	64	4,0	4,0	12	2618, 12618, 32618, 42618	330	240	440	325	111	172
						52618, 62618, 92618	–	–	–	–	111	172
	225	54	5,0	5,0	14	2418, 32418, 42418	385	260	–	–	117	200
						62418, 92418	–	–	–	–	117	200
95	145	24	2,5	2,0		2119, 32119	84,2	58,5	–	–	105	135
	170	32	3,5	3,5		2219, 32219, 42219, 92219	165	112	–	–	111	155
	170	43	3,5	3,5		2519, 32519, 42519, 92519	229	170	286	216	111	155
	200	45	4,0	4,0		2319, 32319, 42319, 92319	264	190	374	222	119	180
	200	67	4,0	4,0		2619, 32619, 42619, 92619	374	300	–	–	119	180
	240	55	5,0	5,0	15	2419, 32419, 42419, 92419	419	280	–	–	125	210
100	140	20	2,0	1,5		1002920, 1032920	56,8	47,0	–	–	113	132
	150	24	2,5	2,0		2120, 32120	85,8	62,0	–	–	110	139
	180	34	3,5	3,5		2220, 12220, 32220	183	125	251	170	117	162
						42220, 92220	–	–	–	–	117	162
	180	46	3,5	3,5		2520, 32520, 42520, 92520	260	193	336	216	117	162
	215	47	4,0	4,0	13	2320, 12320, 32320, 42320	303	220	391	250	125	195
						62320, 92320	–	–	–	–	125	195
	215	73	4,0	4,0	13	2620, 12620, 32620, 42620	440	355	583	450	125	195
						52620, 62620, 92620	–	–	–	–	125	195
	250	58	5,0	5,0	16	2420, 32420, 42420	429	320	–	–	130	220
						62420, 92420	–	–	–	–	130	220
...												

$$P_r = V F_r .$$

8.10.7. ПОДШИПНИКИ РОЛИКОВЫЕ КОНИЧЕСКИЕ ОДНОРЯДНЫЕ ТУ 37.006.162-89

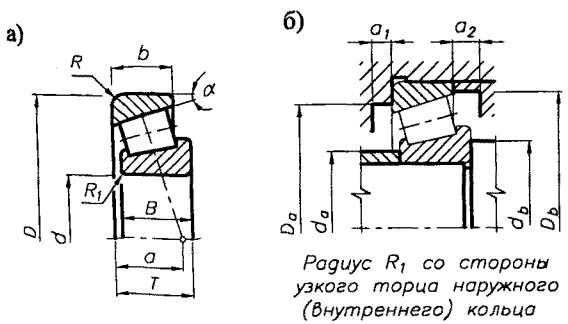


Рис. 8.10.14. Габаритные и установочные размеры роликовых конических однорядных подшипников

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ роликового конического однорядного подшипника серии диаметров 1, серии ширин 2, с $d = 70$ мм, $D = 110$ мм, $T = 25$ мм:

Подшипник 2007114 ТУ 37.006.162–89

$P_r = V F_r$ - для $F_a/(V F_r) \leqslant e$, ($X = 1{,}0$; $Y = 0$; e - табл. 8.10.6);

$P_r = 0{,}4 V F_r + Y F_a$ - для $F_a/(V F_r) > e$, ($X = 0{,}4$; Y - табл. 8.5.2, 8.10.6).

Отсутствующие значения C и C_o для ряда подшипников будут вводиться в стандарт по мере освоения.

Табл. 8.10.6. Основные размеры, мм и параметры подшипников

d	D	T	B	b	R	R_1	Обозначен. подшипн.	C кН	C_o кН	d_a max	d_b max	D_a min	D_b min	a_1	a_2	e	Y
...																	
20	47	15,25	14	12	1,5	0,5	7204	21,0	13,0	26	30	39	43	3	3,0	0,37	1,5
	52	16,25	16	13	2,0	0,8	7304	26,0	17,0	27	33	43	47	3	3,0	0,34	1,8
	52	22,25	21	18,5	2,0	0,8	7604	31,5	22,0	26	30	39	43	3	3,0	0,35	1,7
25	52	16,25	15	13	1,5	0,5	7205	24,0	17,5	31	35	43	48	3	3,0	0,37	1,5
	62	18,25	17	15	2,0	0,8	7305	33,0	23,2	33	41	53	57	3	3,0	0,34	1,8
	62	25,25	24	21	2,0	0,8	7605	47,5	36,6	31	35	43	48	3	3,0	0,35	1,7
	62	18,25	17	13	2,0	0,8	27305	–	–	31	35	43	48	3	3,0	0,34	1,8
30	55	17	16	14	1,5	0,5	2007106	27,0	19,9	35	40	47	52	3	4,5	0,35	1,7
	62	17,25	16	14	1,5	0,5	7206	31,0	22,0	37	41	52	57	3	3,0	0,37	1,5
	62	21,25	20,5	17	2,0	0,8	7506	36,0	27,0	37	41	52	59	3	4,0	0,36	1,6
	72	20,75	19	17	2,0	0,8	7306	43,0	29,5	38	47	61	66	3	4,5	0,34	1,8
	72	27,75	29	23	2,0	0,8	7606	63,0	51,0	38	47	61	66	5	5,5	0,35	1,7
	72	20,75	19	14	2,0	0,8	27306	35,0	20,6	39	47	55	68	3	6,5	0,34	1,8

Продолжение табл. 8.10.6 на след. стр.

Продолжение табл. 8.10.6

d	D	T	B	b	R	R_1	Обознач. подшипн.	C	C_o	d_a max	d_b max	D_a min	D_b min	a_1	a_2	e	Y
								кН									
35	62	18	17	15	1,5	0,5	2007107	32,0	23,0	40	47	54	59	3	4,5	0,35	1,7
	72	18,25	17	15	2,0	0,8	7207	38,5	26,0	43	48	61	67	4	3,0	0,37	1,5
	72	24,25	23	20	2,0	0,8	7507	53,0	40,0	43	48	61	69	4	5,0	0,36	1,6
	80	22,75	21	18	2,5	0,8	7307	54,0	38,0	43	53	68	74	5	4,5	0,34	1,8
	80	32,75	31	27	2,5	0,8	7607	76,0	61,5	43	53	68	74	5	7,5	0,35	1,7
	80	22,75	21	15	2,5	0,8	27307	45,0	29,0	44	53	61	76	5	7,5	0,70	0,85
40	68	19	18	16	1,5	0,5	2007108	40,0	28,4	45	55	60	65	4	4,5	0,35	1,7
	80	19,75	20	16	2,0	0,8	7208	46,5	32,5	48	55	68	76	4	3,5	0,37	1,5
	80	24,75	23,5	20	2,0	0,8	7508	56,0	44,0	48	55	68	75	4	5,5	0,36	1,6
	90	25,25	23	20	2,5	0,8	7308	66,0	47,5	50	60	76	82	5	5,0	0,34	1,8
	90	35,25	33	28,5	2,5	0,8	7608	90,0	67,5	50	60	76	82	5	8,0	0,35	1,7
	90	25,25	23	17	2,5	0,8	27308	56,0	37,0	50	60	70	86	5	8,0	0,70	0,85
45	75	20	19	16	1,5	0,5	2007109	44,0	34,9	50	57	66	72	4	4,5	0,35	1,7
	85	20,75	19	16	2,0	0,8	7209	50,0	33,0	53	61	73	80	4	4,5	0,37	1,5
	85	24,75	23,5	19	2,0	0,8	7509	60,0	46,0	53	61	73	82	4	5,5	0,36	1,6
	100	27,25	26	22	2,5	0,8	7309	83,0	60,0	56	68	85	92	5	5,0	0,34	1,8
	100	38,25	36	31	2,5	0,8	7609	114	90,5	56	68	85	92	5	8,0	0,35	1,7
50	80	20	19	16	1,5	0,5	2007110	–	–	55	62	71	77	4	4,5	0,35	1,7
	90	21,75	21	17	2,0	0,8	7210	56,0	40,0	58	65	78	87	4	4,5	0,37	1,5
	90	24,75	23,5	20	2,0	0,8	7510	62,0	54,0	58	65	78	85	4	5,5	0,36	1,6
	110	29,25	29	23	3,0	1,0	7310	100	75,5	62	74	94	102	5	6,0	0,34	1,8
	110	42,25	40	34	3,0	1,0	7610	–	–	62	74	94	102	5	9,0	0,35	1,7
	110	29,25	27	19	3,0	1,0	27310	80,0	53,0	61	74	85	104	5	10	0,70	0,85
55	90	23	22	19	2,0	0,8	2007111	57,0	45,2	61	69	80	86	4	5,5	0,35	1,7
	100	22,75	21	18	2,5	0,8	7211	65,0	46,0	63	72	87	94	5	4,5	0,37	1,5
	100	26,75	25	21	2,5	0,8	7511	80,0	61,0	63	72	87	95	5	5,5	0,36	1,6
	120	31,50	29	25	3,0	1,0	7311	107	81,5	67	81	103	111	5	6,5	0,34	1,8
	120	45,50	44,5	36,5	3,0	1,0	7611	160	140	67	81	103	111	5	10,6	0,35	1,7
	120	31,50	29	21	3,0	1,0	27311	92,0	58,0	67	81	92	113	5	10,6	0,70	0,85
60	110	23,75	23	19	2,5	0,8	7212	78,0	58,0	69	79	95	106	5	4,5	0,37	1,5
	110	29,75	28	24	2,5	0,8	7512	125	101	69	79	95	104	5	5,5	0,36	1,6
	130	33,50	31	27	3,5	1,2	7312	128	96,5	73	90	112	120	5	7,5	0,34	1,8
	130	48,50	47,5	39	3,5	1,2	7612	186	157	73	90	112	120	6	11,5	0,35	1,7
	130	33,50	31	22	3,5	1,2	27312	105	61,0	72	90	103	123	5	11,5	0,70	0,85
65	90	17	16	14	1,5	0,5	2007913	34,0	34,0	70	76	84	88	3	4,5	0,37	1,5
	100	23	22	19	2,0	0,8	2007113	61,0	64,5	71	78	90	97	4	5,5	0,35	1,7
65	120	32,75	31	27	2,5	0,8	7513	119	98,0	75	86	105	115	6	5,5	0,36	1,6
	140	36	33	28	3,5	1,2	7313	146	112	80	96	121	130	6	8,0	0,34	1,8
	140	51	48	41	3,5	1,2	7613	210	168	80	96	121	130	6	12	0,35	1,7
	140	36	33	23	3,5	1,2	27313	120	70,0	78	96	109	132	6	13	0,70	0,8
70	110	25	24	20	2,0	0,8	2007114	77,6	71,6	76	85	98	105	5	6,0	0,35	1,7
	125	26,25	26	21	2,5	0,8	7214	96,0	82,0	80	90	108	118	6	5,0	0,37	1,5
	125	33,25	31	27	2,5	0,8	7514	125	101	80	90	108	119	6	6,0	0,36	1,6
	150	38	37	30	3,5	1,2	7314	170	137	85	100	129	140	6	8,0	0,34	1,8
	150	54	51	43	3,5	1,2	7614	240	186	85	100	129	140	7	12	0,35	1,7
75	105	20	19	17	1,5	0,5	2007915	49,0	52,0	80	89	99	103	4	6,0	0,37	1,5
	115	25	24	20	2,0	0,8	2007115	78,3	75,0	82	90	103	110	5	7,0	0,35	1,7
	130	27,25	26	22	2,5	0,8	7215	107	84,0	85	96	113	124	6	6,0	0,37	1,5
	130	33,25	31	27	2,5	0,8	7515	130	108	85	96	113	125	6	5,0	0,36	1,6
	160	40	37	31	3,5	1,2	7315	180	148	91	108	138	149	6	9,0	0,34	1,8
	160	58	55	46,5	3,5	1,2	7615	280	235	91	108	138	149	7	13	0,35	1,7
	160	40	37	26	3,5	1,2	27315	150	93,0	91	108	138	152	6	14	0,70	0,8
80	125	29	27	23	2,0	0,8	2007116	102	93,0	87	95	112	120	6	7,0	0,35	1,7
	140	28,25	26	22	3,0	1,0	7216	112	95,2	90	105	122	132	6	6,0	0,37	1,5
	140	35,25	33	28	3,0	1,0	7516	143	126	90	105	122	134	6	7,0	0,36	1,6
	170	61,50	59,5	49	3,5	1,2	7616	310	290	97	118	147	159	6	9,5	0,35	1,7
85	150	30,25	28	24	3,0	1,0	7217	130	109	95	110	132	141	6	6,0	0,37	1,5
	150	38,50	36	30	3,0	1,0	7517	162	141	96	110	130	142	7	8,5	0,36	1,6
	180	44,50	41	35	4,0	1,5	7317	230	195	102	125	155	167	7	10,5	0,35	1,7
	180	44,50	41	30	4,0	1,5	27317	180	146	102	125	155	167	12	14,5	0,70	0,85
90	140	32	30	26	2,5	0,8	2007118	128	111	99	108	124	134	6	8,0	0,35	1,7
	160	32,50	31	26	3,0	1,0	7218	158	125	102	117	138	150	7	6,0	0,37	1,5
	160	42,50	40	34	3,0	1,0	7518	190	171	102	117	138	152	7	8,5	0,36	1,6
	190	46,50	43	36	4,0	1,5	7318	250	201	108	130	163	176	7	10,5	0,34	1,8
	190	67,50	66,5	53,5	4,0	1,5	7618	370	365	108	130	163	177	12	14,5	0,35	1,7
95	145	32	30	26	2,5	0,8	2007119	130	115	104	112	130	140	6	8,0	0,35	1,7
	170	34,50	32	27	3,5	1,2	7219	168	131	107	125	148	159	7	7,0	0,37	1,5
	170	45,50	45,5	37	3,5	1,2	7519	230	225	107	125	148	161	7	10	0,36	1,6
100	150	32	30	26	2,5	0,8	2007120	132	120	109	117	134	144	6	8,0	0,35	1,7
	180	37	34	29	3,5	1,2	7220	185	146	114	135	155	168	7	8,0	0,37	1,5
	180	49	46	39	3,5	1,2	7520	250	236	114	135	155	171	7	8,0	0,36	1,6
	215	51,50	47	39	4,0	1,5	7320	–	–	121	147	183	197	7	12,5	0,34	1,8
	215	56,50	51	37	4,0	1,5	1027320	280	206	121	147	183	200	12	17	0,34	1,8
	215	77,50	73	61,5	4,0	1,5	7620	460	460	121	147	183	202	7	20	0,35	1,7

8.10.8. ПОДШИПНИКИ РОЛИКОВЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ СФЕРИЧЕСКИЕ ДВУХРЯДНЫЕ С СИММЕТРИЧНЫМИ РОЛИКАМИ ГОСТ 24696-81

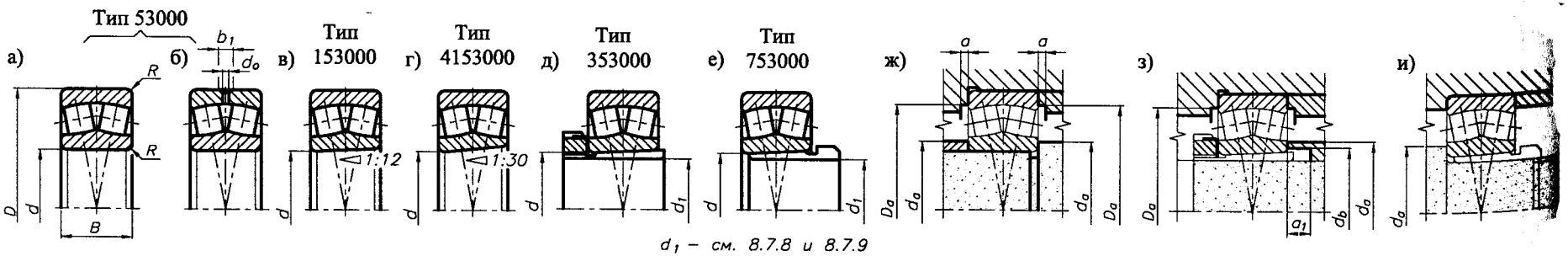


Рис. 8.10.15. Габаритные и установочные размеры радиальных роликовых сферических двухрядных подшипников

Стандарт устанавливает следующие конструктивные исполнения подшипников:

53000 - с цилиндрическим отверстием внутреннего кольца;

153000 - с коническим отверстием внутреннего кольца, конусностью 1:12;

4153000 - с коническим отверстием внутреннего кольца, конусностью 1:30;

353000 - исполнения 153000 с закрепительной втулкой - для установки на гладкие валы;

753000 - исполнения 153000 со стяжной втулкой - для установки на гладкие валы.

Наружные кольца подшипников всех исполнений с диаметром свыше 200 мм выполняются с кольцевой проточкой и отверстием для смазки (рис. 8.10.15б). По заказу потребителя такое исполнение наружного кольца допускается выполнять при $D \leqslant 200$ мм. К условному обозначению подшипников тогда справа добавляется буква *Н*.

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ роликового радиального двухрядного сферического подшипника с цилиндрическим отверстием внутренего кольца, серии диаметров 5, серии ширин 0 с $d = 50$ мм, $D = 90$ мм, $B = 23$ мм: *Подшипник 53510 ГОСТ 24696-81*

То же, с коническим отверстием внутреннего кольца: *Подшипник 153510 ГОСТ 24696-81*

То же, с кольцевой проточкой и отверстиями для смазки на наружном кольце:

Подшипник 53510Н ГОСТ 24696-81 или *Подшипник 153510Н ГОСТ 24696-81*

Исполнения 353000 с $d = 50$ мм, $D = 100$ мм, $B = 25$ мм:

Подшипник 353510 ГОСТ 24696-81 или *Подшипник 353510Н ГОСТ 24696-81*

Исполнения 753000 с $d = 50$ мм, $D = 100$ мм, $B = 25$ мм:

Подшипник 753510 ГОСТ 24696-81 или *Подшипник 753510Н ГОСТ 24696-81*

Подшипники исполнения 353000 должны поставляться в комплекте с втулками (ГОСТ 24208-80), гайками (ГОСТ 8530-90) и шайбами (ГОСТ 8530-90).

Подшипники исполнения 753000 должны поставляться в комплекте со втулками (ГОСТ 24208-80).

Отсутствующие значения C и C_o для ряда подшипников будут вводиться в стандарт по мере освоения.

Табл. 8.10.7. Основные размеры, мм и параметры подшипников

d	D	B	R	Обозначение подшипника	C кН	C_o кН	d_a max	d_b min	D_a max	a min	e	$F_a/F_r \leqslant e$ Y_1	$F_a/F_r > e$ Y
25	52	18	1,5	53505, 153505	35,7	36,7	30		47	2	0,38	1,8	2,6
30	62	20	1,5	53506, 153506	48,9	51,0	37		57	2	0,35	1,9	2,9
	72	23	2,0	353506	55,2	62,0	44	39	65	2	0,34	2,0	3,2
35	72	23	2,0	53507, 153507	63,3	68,6	42		65	2	0,34	2,0	3,0
	80	23	2,0	353507	65,6	70,5	49	44	73	5	0,31	2,2	3,2
				753507	65,6	70,5	47		73		0,31	2,2	3,2
	90	33	2,5	353607	113	75,0	50	45	81	5	0,40	1,7	2,5
				753607	113	75,0	49		81		0,40	1,7	2,5
40	80	23	2,0	53508, 153508	73,6	47,5	48		73	2	0,31	2,2	3,2
	85	23	2,0	353508	73,6	47,5	55	50	78	8	0,28	2,4	3,6
				753508	73,6	47,5	52		78		0,28	2,4	3,6
	90	33	2,5	53608, 153608	113	75,0	51		80	2	0,40	1,7	2,5
	100	36	2,5	353608	113	75,0	56	50	91	5	0,40	1,7	2,5
				753608	113	75,0	54		91		0,40	1,7	2,5
45	85	23	2,0	53509, 153509	77,1	51,0	53		78	2	0,28	2,4	3,6
	90	23	2,0	353509	77,1	51,0	60	55	83	10	0,26	2,6	3,9
				753509	77,1	51,0	57		83		0,26	2,6	3,9
	100	36	2,5	53609, 153609	138	95,0	56		89	2	0,40	1,7	2,5
	110	40	3,0	353609	138	95,0	56	50	91	5	0,40	1,7	2,5
				753609	138	95,0	60		100		0,40	1,7	2,5
50	90	23	2,0	53510, 153510	79,9	54,0	58		83	2	0,26	2,6	3,9
	100	25	2,5	353510	79,9	54,0	65	60	91	10	0,26	2,6	3,9
				753510	79,9	54,0	64		91		0,26	2,6	3,9
	110	40	3,0	53610, 153610	176	120	63		98	2	0,40	1,7	2,5
	120	43	3,0	353610	176	120	68	61	110	5	0,40	1,7	2,5
				753610	176	120	65		110		0,40	1,7	2,5
55	100	25	2,5	53511, 153511	99,5	67,0	65		91	3	0,26	2,6	3,9
	110	28	2,5	353511	99,5	67,0	68	69	101	8	0,26	2,6	3,9
				753511	99,5	67,0	68		101		0,26	2,6	3,9
	120	43	3,0	53611, 153611	199	139	72		109	3	0,40	1,7	2,5
	130	46	3,5	353611	199	139	74	72	118	6	0,40	1,7	2,5
				753611	199	139	74		118		0,40	1,7	2,5
60	110	28	2,5	53512, 153512	122	83,0	71		101	3	0,26	2,6	3,9
	120	31	2,5	353512	122	83,0	77	70	111	8	0,26	2,6	3,9
				753512	122	83,0	74		111		0,26	2,6	3,9
	130	46	3,5	53612, 153612	235	166	30		47		0,24	2,8	4,2
	140	48	3,5	353612	235	166	80	72	128	5	0,26	2,6	3,9
				753612	235	166	77		128		0,26	2,6	3,9
65	120	31	2,5	53513, 153513	144	100	77		111	3	0,26	2,6	3,9
	125	31	2,5	753513	144	100	79		116		0,26	2,6	3,9
	130	31	2,5	353513	144	100	88	80	121	12	0,25	2,7	4,0
	140	48	3,5	53613, 153613	253	180	78		111	3	0,38	1,8	2,6
	150	51	3,5	753613	253	180	82		138		0,37	1,8	2,7
	160	55	3,5	353613	253	180	92	82	148	5	0,37	1,8	2,7
70	125	31	2,5	53514, 153514	148	104	82		125	3	0,26	2,6	3,9
	130	31	2,5	753514	148	104	84		121		0,26	2,6	3,9
	140	33	3,0	353514	148	104	94	85	130	12	0,25	2,7	4,0
	150	51	3,5	53614, 153614	311	230	85		136	3	0,37	1,8	2,7
	160	55	3,5	753614	311	230	87		148		0,37	1,8	2,7
	170	58	3,5	353614	311	230	98	88	158	5	0,37	1,8	2,7
75	130	31	2,5	53515, 153515	154	110	85		121	3	0,25	2,7	4,0
	140	33	3,0	753515	154	110	90		130		0,25	2,7	4,0
	150	36	3,0	353515	154	110	100	91	140	12	0,25	2,7	4,0
	160	55	3,5	53615, 153615	351	255	93		144	3	0,37	1,8	2,7
75	170	58	3,5	753615	351	255	92		158		0,37	1,8	2,7
	180	60	4,0	353615	351	255	104	94	166	6	0,37	1,8	2,7
80	140	33	3,0	53516, 153516	176	127	92		130	3	0,25	2,7	4,0
	150	36	3,0	753516	176	127	95		140		0,25	2,7	4,0
	160	40	3,0	353516	176	127	105	96	150	10	0,26	2,6	3,9
	170	58	3,5	53616, 153616	374	290	99		155	3	0,37	1,8	2,7
	180	60	4,0	753616	374	290	99		166		0,26	1,8	2,8
	190	64	4,0	353616	374	290	110	100	176	6	0,36	1,8	2,8
85	150	36	3,0	53517, 153517	202	153	99		140	3	0,25	2,7	4,0
	160	40	3,0	753517	202	153	100		150		0,26	2,6	3,9
	180	60	4,0	53617, 153617	420	320	103		163	3	0,36	1,8	2,8
	190	64	4,0	753617	420	320	104		176		0,36	1,8	2,8
	200	67	4,0	353617	420	320	120	110	186	7	0,36	1,8	2,8
90	160	40	3,0	53518, 153518	244	190	105		150	3	0,26	2,6	3,9
	160	52,4	3,0	3053218, 3153218	-	-							
	180	46	3,5	353518	244	190	128	118	168	6	0,27	2,6	3,9
	190	64	4,0	53618, 153618	477	365	111		172	3	0,36	1,8	2,8
	215	73	4,0	353618	477	365	131	121	201	7	0,37	1,8	2,7
95	170	43	3,5	53519, 153519	282	215	111		155	3	0,27	2,6	3,9
	180	46	3,5	753519	282	215	112		168		0,27	2,6	3,9
	200	67	4,0	53619, 153619	518	410	119		180	3	0,36	1,8	2,8
	215	73	4,0	753619	518	410	113		201		0,36	1,8	2,7
100	180	46	3,5	53520, 153520	311	245	117		162	3	0,27	2,6	3,9
	180	60,3	3,5	3053220, 3153220	-	-							
	200	53	3,5	353520	311	245	128	118	188	6	0,28	2,4	3,6
	215	73	4,0	53620, 153620	610	490	125		195	3	0,36	1,8	2,7
	240	80	4,0	353620	610	490	131	121	226	7	0,36	1,9	2,8

$P_r = VF_r + Y_1 F_a$ - для $F_a/(VF_r) \leqslant e$, (e, Y_1 - табл. 8.10.7).

$P_r = 0{,}67VF_r + YF_a$ - для $F_a/(VF_r) > e$, (e, Y - табл. 8.10.7).

8.10.9. ПОДШИПНИКИ РОЛИКОВЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ СФЕРИЧЕСКИЕ ДВУХРЯДНЫЕ ГОСТ 5721-75

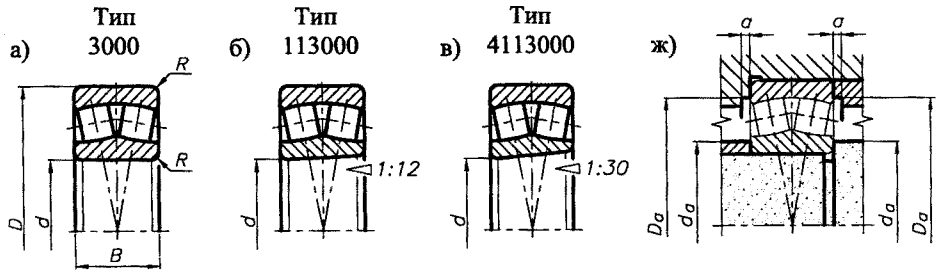


Рис. 8.10.16. Габаритные и установочные размеры радиальных роликовых сферических двухрядных подшипников

Стандарт устанавливает следующие конструктивные исполнения подшипников
3000 - с цилиндрическим отверстием внутреннего кольца;
113000 - с коническим отверстием внутреннего кольца, конусностью 1:12;
4113000 - с коническим отверстием внутреннего кольца, конусностью 1:30.

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ роликового радиального двухрядного сферического п шипника с цилиндрическим отверстием внутренего кольца, серии диаметров 6, сер ширин 0 с $d = 50$ мм, $D = 110$ мм, $B = 40$ мм: *Подшипник 3610 ГОСТ 5721-*
То же, с коническим отверстием внутреннего кольца, конусностью 1:12
Подшипник 113610 ГОСТ 5721-

Табл. 8.10.8. Основные размеры, мм и параметры подшипников

d	D	B	R	Обозначение подшипника	C кН	C_o кН	d_a max	D_a max	a min	e	$F_a/F_r \le e$ Y_1	$F_a/F_r > e$ Y
25	52	18	1,5	3505, 113505	35,7	36,7	30	47	2	0,38	1,8	2,6
30	62	20	1,5	3506, 113506	48,9	51,0	37	57	2	0,35	1,9	2,9
35	72	23	2,0	3507, 113507	63,3	68,6	42	65	2	0,34	2,0	3,0
40	80	23	2,0	3508, 113508	73,6	47,5	47	73	2	0,31	2,2	3,2
	90	33	2,5	3608, 113608	113	75,0	47	81	2	0,40	1,7	2,5
45	85	23	2,0	3509, 113509	77,1	51,0	52	78	2	0,28	2,4	3,6
	100	36	2,5	3609, 113609	138	95,0	52	91	2	0,40	1,7	2,5
50	90	23	2,0	3510, 113510	79,9	54,9	57	83	2	0,26	2,6	3,9
	110	40	3,0	3610, 113610	176	120	60	100	2	0,40	1,7	2,5
55	100	25	2,5	3511, 113511	99,9	67,0	62	91	3	0,26	2,6	3,9
	120	43	3,0	3611, 113611	199	139	65	110	3	0,40	1,7	2,5
60	110	28	2,5	3512, 113512	122	83,0	67	101	3	0,26	2,6	3,9
	130	46	3,5	3612, 113612	235	166	72	118	3	0,24	2,8	4,2
65	120	31	2,5	3513, 113513	144	100	72	111	3	0,26	2,6	3,9
	140	48	3,5	3613, 113613	253	180	76	128	3	0,38	1,8	2,6
70	125	31	2,5	3514, 113514	148	104	77	116	3	0,26	2,6	3,9
	150	51	3,5	3614, 113614	311	230	81	138	3	0,37	1,8	2,7
75	130	31	2,5	3515, 113515	-	-	85	121	3	,0,25	2,7	4,0
	160	55	3,5	3615, 113615	300	207	93	144	3	0,37	1,8	2,7
80	140	33	3,0	3516, 113516	160	118	92	130	3	0,25	2,7	4,0
	170	58	3,5	3616, 113616	325	227	99	155	3	0,37	1,8	2,7
85	130	34	2,0	3003117, 3113117	-	-		-	-	-	-	-
	150	36	3,0	3517, 113517	183	130	99	140	3	0,25	2,7	4,0
	180	60	4,0	3617, 113617	365	270	103	163	3	0,26	1,8	2,8
90	140	37	2,5	3003118, 3113118	-	-		-	-	-	-	-
	160	40	3,0	3518, 113518	216	159	105	150	3	0,26	2,6	3,9
	160	52,4	3,0	3003218, 3113218	-	-		-	-	-	-	-
	190	64	4,0	3618, 113618	400	300	111	172	3	0,36	1,8	2,8
95	170	43	3,5	3519, 113519	245	170	111	155	3	0,27	2,6	3,9
	200	67	4,0	3619, 113619	-	-	119	180	3	0,36	1,8	2,8
100	150	37	2,5	3003120, 3113120	-	-		-	-	-	-	-
	165	52	2,0	3003720, 3113720	-	-		-	-		-	-
	180	46	3,5	3520, 113520	275	212	117	162	3	0,27	2,6	3,9
	180	60,3	3,5	3003220, 3113220	-	-		-	-	-	-	-
	215	73	4,0	3620, 113620	520	410	125	195	3	0,36	1,8	2,7

$P_r = VF_r + Y_1 F_a$ - для $F_a/(VF_r) \le e$, (e, Y_1 - табл. 8.10.8);

$P_r = 0{,}67VF_r + YF_a$ - для $F_a/(VF_r) > e$, (e, Y - табл. 8.10.8).

8.10.10. ПОДШИПНИКИ ШАРИКОВЫЕ УПОРНЫЕ ОДИНАРНЫЕ И ДВОЙНЫЕ ГОСТ 7872-89

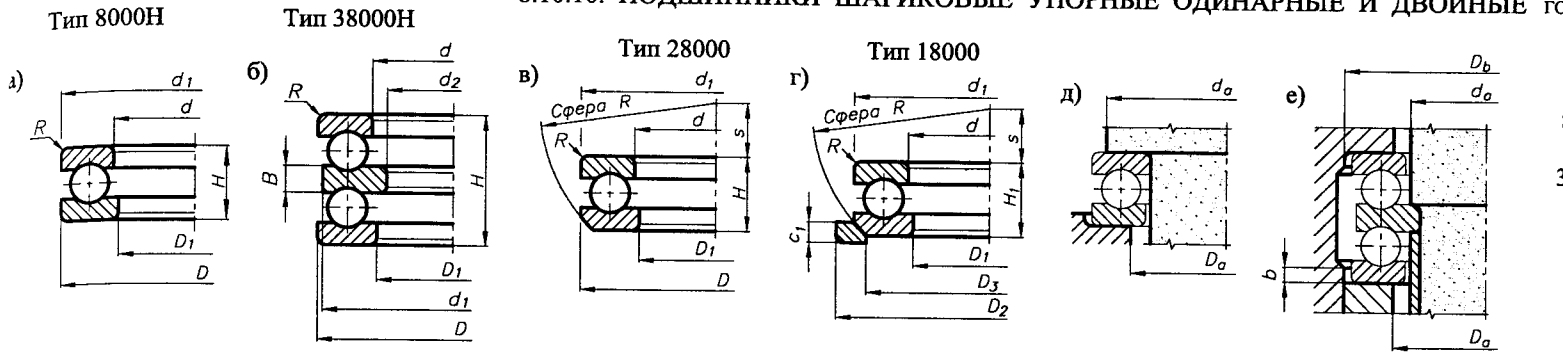


Рис. 8.10.17. Габаритные и установочные размеры упорных шариковых подшипников

Стандарт устанавливает следующие типы подшипников:

8000Н - упорные шариковые однорядные;

38000Н - упорные шариковые двойные;

28000 - упорные шариковые одинарные со свободным самоустанавливающимся кольцом без подкладного кольца;

18000 - упорные шариковые одинарные со свободным самоустанавливающимся кольцом и подкладным кольцом.

Табл. 8.10.9. Основные размеры, мм и параметры подшипников (представлены только подшипники типов 8000Н и 38000Н)

d	D	d_1	D_1	H	d_2	B	R	Обозначение подшипника	C кН	C_o	d_a	D_a	b min
20	35	35	21	10			0,5	8104Н	15,0	22,4	29	25	2,0
	40	40	22	14			1,0	8204Н	22,4	32,0	32	28	3,5
	40	40	22	26	15	6	1,0	38204Н	22,4	32,0	20	28	3,5
25	42	42	26	11			1,0	8105Н	18,0	30,0	35	32	3,0
	47	47	27	15			1,0	8205Н	28,0	42,5	38	34	3,5
	52	52	27	18			1,5	8305Н	34,5	46,5	40	36	5,0
	60	60	27	24			1,5	8405Н	45,5	57,0	44	40	-
	47	47	27	28	20	7	1,0	38205Н	28,0	42,5	25	34	3,5
	52	52	27	34	20	8	1,5	38305Н	34,5	46,5	25	36	5,0
	60	60	27	45	15	11	1,5	38405Н	45,5	57,0	25	39	-
30	47	47	32	11			1,0	8106Н	19,0	33,5	40	36	3,0
	52	52	32	16			1,0	8206Н	25,5	40,0	43	39	3,5
	60	60	32	21			1,5	8306Н	38,0	55,0	47	43	5,0
	70	70	32	28			1,5	8406Н	69,5	95,0	52	48	-
	52	52	32	29	25	7	1,0	38206Н	25,5	40,0	30	39	3,5
	60	60	32	38	25	9	1,5	38306Н	38,0	55,0	30	42	5,0
	70	70	32	52	20	12	1,5	38406Н	69,5	95,0	30	46	-
35	52	52	37	12			1,0	8107Н	20,0	39,0	45	41	3,0
	62	62	37	18			1,5	8207Н	35,5	57,0	50	47	3,5
	68	68	37	24			1,5	8307Н	50,0	75,0	53	50	6,0
	80	80	37	32			2,0	8407Н	76,5	106	59	56	-
	62	62	37	34	30	8	1,5	38207Н	35,5	57,0	35	46	3,5
	68	68	37	44	30	10	1,5	38307Н	50,0	75,0	35	48	6,0
	80	80	37	59	25	14	2,0	38407Н	76,5	106	35	53	-
40	60	60	42	13			1,0	8108Н	27,0	53,0	52	48	3,0
	68	68	42	19			1,5	8208Н	46,5	83,0	56	52	3,5
	78	78	42	26			1,5	8308Н	61,0	95,0	61	57	6,0
	90	90	42	36			2,0	8408Н	96,5	143	67	63	-
	68	68	42	36	30	9	1,5	38208Н	46,5	83,0	40	51	3,5
	78	78	42	49	30	12	1,5	38308Н	61,0	95,0	40	55	6,0
	90	90	42	65	30	15	2,0	38408Н	96,5	143	40	60	-
45	65	65	47	14			1,0	8109Н	28,0	58,5	57	53	3,0
	73	73	47	20			1,5	8209Н	39,0	67,0	61	57	3,5
	85	85	47	28			1,5	8309Н	75,0	118	67	63	6,0
	100	100	47	39			2,0	8409Н	122	186	74	70	-
	73	73	47	37	35	9	1,,5	38209Н	39,0	67,0	45	56	3,5
	85	85	47	52	35	12	1,5	38309Н	75,0	118	45	61	6,0
	100	100	47	72	35	17	2,0	38409Н	122	186	45	67	-
50	70	70	52	14			1,0	8110Н	29,0	64,0	62	58	3,0
	78	78	52	22			1,5	8210Н	50,0	90,0	66	62	3,5
	95	95	52	31			2,0	8310Н	88,0	146	75	71	6,0
	110	110	52	43			2,5	8410Н	137	216	82	78	-
	78	78	52	39	40	9	1,5	38210Н	50,0	90,0	50	61	3,5
	95	95	52	58	40	14	2,0	38310Н	88,0	146	50	68	6,0
	110	110	52	78	40	18	2,5	38410Н	137	216	50	74	-
55	78	78	57	16			1,0	8111Н	30,5	63,0	68	64	3,0
	90	90	57	25			1,5	8211Н	61,0	114	74	70	6,0
	105	105	57	35			2,0	8311Н	102	176	82	78	8,0
	120	120	57	48			2,5	8411Н	166	265	89	85	-
	90	90	57	45	45	10	1,5	38211Н	61,0	114	55	69	6,0
	105	105	57	64	45	15	2,0	38311Н	102	176	55	75	8,0
	120	120	57	87	45	20	2,5	38411Н	166	265	55	81	-
60	85	85	62	17			1,5	8112Н	41,5	95,0	74	70	4,0
	95	95	62	26			1,5	8212Н	62,0	118	79	75	6,0
	110	110	62	35			2,0	8312Н	102	176	87	83	8,0
	130	130	62	51			2,5	8412Н	200	325	97	93	-
	95	95	62	46	50	10	1,5	38212Н	62,0	118	60	74	6,0
	110	110	62	64	50	15	2,0	38312Н	102	176	60	80	8,0
	130	130	62	93	50	21	2,5	38412Н	200	325	60	88	-
65	90	90	67	18			1,5	8113Н	38,0	85,0	79	75	4,0
	100	100	67	27			1,5	8213Н	64,0	125	84	80	6,0
	115	115	67	36			2,0	8313Н	106	186	92	88	8,0
65	140	140	68	56			3,0	8413Н	224	390	104	100	-
	100	100	67	47	55	10	1,5	38213Н	64,0	125	65	79	6,0
	115	115	67	65	55	15	2,0	38313Н	106	186	65	85	8,0
	140	140	68	101	50	23	3,0	38413Н	224	390	65	95	-
70	95	95	72	18			1,5	8114Н	40,0	93,0	84	80	4,0
	105	105	72	27			1,5	8214Н	65,5	134	89	85	6,0
	125	125	72	40			2,0	8314Н	137	250	99	95	8,0
	150	150	73	60			3,0	8414Н	240	440	113	107	-
	105	105	72	47	55	10	1,5	38214Н	65,5	134	70	84	6,0
	125	125	72	72	55	16	2,0	38314Н	137	250	70	92	8,0
	150	150	73	107	55	24	3,0	38414Н	240	440	70	102	-
75	100	100	77	19			1,5	8115Н	44,0	104	89	85	4,0
	110	110	77	27			1,5	8215Н	67,0	143	94	90	6,0
	135	135	77	44			2,5	8315Н	163	300	108	102	11
	160	160	78	65			3,0	8415Н	265	510	120	115	-
	110	110	77	47	60	10	1,5	38215Н	67,0	143	75	89	6,0
	135	135	77	79	60	18	2,5	38315Н	163	300	75	99	11
	160	160	78	115	60	26	3,0	38415Н	265	510	75	110	-
80	105	105	82	19			1,5	8116Н	45,0	108	95	90	4,0
	115	115	82	28			1,5	8216Н	75,0	160	100	95	7,0
	140	140	82	44			2,5	8316Н	160	300	113	107	11
	170	170	83	68			3,5	8416Н	275	550	128	122	-
	115	115	82	48	65	10	1,5	38216Н	75,0	160	80	94	7,0
	140	140	82	79	65	18	2,5	38316Н	160	300	80	94	11
	170	170	83	120	65	27	3,5	38416Н	275	550	80	94	-
85	110	110	87	19			1,5	8117Н	45,5	114	99	95	4,0
	125	125	88	31			1,5	8217Н	98,0	212	108	102	7,0
	150	150	88	49			2,5	8317Н	190	360	120	115	12
	180	177	88	72			3,5	8417Н	320	655	135	130	-
	125	125	88	55	70	12	1,5	38217Н	98,0	212	85	101	7,0
	150	150	88	87	70	19	2,5	38317Н	190	360	85	111	12

Продолжение табл. 8.10.9 на след. стр.

Продолжение табл. 8.10.9

d	D	d_1	D_1	H	d_2	B	R	Обозначение подшипника	C кН	C_o кН	d_a	D_a	b min
85	180	180	88	123	65	29	3,5	38417Н	320	656	85	124	
90	120	120	92	22			1,5	8118Н	45,5	118	108	102	
	135	135	93	35			2,0	8218Н	120	255	115	109	
	155	155	93	50			2,5	8318Н	196	390	125	119	
	190	187	93	77			3,5	8418Н	325	695	143	137	
90	135	135	93	62	75	14	2,0	38218Н	120	255	90	108	
	155	155	93	88	75	19	2,5	38318Н	196	390	90	116	
	190	190	93	135	70	30	3,0	38418Н	325	695	90	131	
100	135	135	102	25			1,5	8120Н	61,0	160	120	114	
	150	150	103	38			2,0	8220Н	122	270	128	122	
100	170	170	103	55			2,5	8320Н	232	475	13[illegible]		
	210	205	103	85			4,0	8420Н	400	915	13[illegible]		
	150	150	103	67	85	15	2,0	38220Н	122	270	10[illegible]		
	170	170	103	97	85	21	2,5	38320Н	232	475	10[illegible]		
	210	210	103	150	80	33	4,0	38420Н	400	915	10[illegible]		
...													

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ упорного шарикового одинарного подшипника серии диаметров 2, серии высот 0 с $d = 30$ мм: *Подшипник 8206Н ГОСТ 7872–89*

То же подшипника двойного: *Подшипник 38206Н ГОСТ 7872–89*

8.10.11. ПОДШИПНИКИ РОЛИКОВЫЕ УПОРНЫЕ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ РОЛИКАМИ ОДИНАРНЫЕ ГОСТ 23526-79

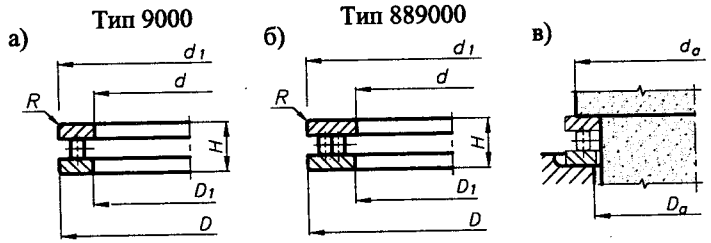


Рис. 8.10.18. Габаритные и установочные размеры упорных роликовых подшипников

Стандарт устанавливает следующие типы подшипников: 9000 - однорядные;
889000 - двухрядные.

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ роликового одинарного однорядного упорного подшипника с цилиндрическими роликами типа 9000 с $d = 50$ мм, $D = 70$ мм, $H = 14$ мм: *Подшипник 9110 ГОСТ 23526–79*

Табл. 8.10.10. Основные размеры, мм и параметры подшипников

d	D	H	d_1	D_1	R	Обозначение подшипника	C кН	C_o кН
...								
20	35	10	35	21	1,0	9104	20,4	54,0
25	42	11	42	26	1,0	9105	26,5	73,5
30	47	11	47	32	1,0	9106	28,0	83,0
	52	16	52	32	1,0	9206	46,5	122
	60	18	60	32	1,5	9889306	-	-
35	52	12	52	37	1,0	9107	26,0	78,0
	62	18	62	37	1,5	9207	51,0	143
	68	20	68	37	1,5	9889307		-
40	60	13	60	42	1,0	9108	38,0	116
	68	19	68	42	1,5	9208	76,5	220
	78	22	78	42	1,5	9889308	64,5	107
45	65	14	65	47	1,0	9109	40,0	129
	73	20	73	47	1,5	9209	83,0	255
	85	24	85	47	1,5	9889309	64,5	128
50	70	14	70	52	1,0	9110	42,5	143
	78	22	78	52	1,5	9210	88,0	285
	95	27	95	52	2,0	9889310	116	194
55	78	16	78	57	1,0	9111	52,0	193
	90	25	90	57	1,5	9211	122	390
	105	30	105	57	2,0	9889311	136	246
60	85	17	85	62	1,5	9112	67,0	232
60	95	26	95	62	1,5	9212	114	365
	110	30	110	62	2,0	9889312	142	264
65	90	18	90	67	1,5	9113	68,0	245
	100	27	100	67	1,5	9213	118	390
	115	30	115	67	2,0	9889313	148	285
70	95	18	95	72	1,5	9114	71,0	265
	105	27	105	72	1,5	9214	122	415
	125	34	125	72	2,0	9889314	194	350
75	100	19	100	77	1,5	9115	75,0	285
	110	27	110	77	1,5	9215	125	440
	135	36	135	77	2,5	9889315	213	405
80	105	19	105	82	1,5	9116	76,5	300
	115	28	115	82	1,5	9216	129	455
	140	36	140	82	2,5	9889316	212	405
85	110	19	110	87	1,5	9117	76,5	310
	125	31	125	88	1,5	9217	153	550
	150	39	150	88	2,5	9889317	262	550
90	120	22	120	92	1,5	9118	104	415
	135	35	135	93	2,0	9218	190	670
	155	39	155	93	2,5	9889318	255	485
100	135	25	135	102	1,5	9120	146	585
	150	38	150	103	2,0	9220	224	815
...	170	42	170	103	2,5	9889320	297	610

8.10.12. ОСЕВЫЕ ЛЮФТЫ В РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ПОДШИПНИКАХ [5]

Табл. 8.10.11. Допускаемые значения люфта, *мк* в радиально-упорных подшипниках

Диаметр отверстия подшипника d, мм	Угол контакта						
	$\beta = 12°$		$\beta = 26°$ $\beta = 36°$		$\beta = 12°$		
	Два подшипника в опоре **				Один подшипник в опоре ***		Расстояние между опорами
	min	max	min	max	min	max	
Радиально-упорные шариковые подшипники							
< 30	20	40	10	20	30	50	< [illegible]
30... 50	30	50	15	30	40	70	< [illegible]
50...80	40	70	20	40	50	100	< [illegible]
80...120	50	100	30	50	60	150	< [illegible]
Радиально-упорные роликовые подшипники							
	$\beta =$ = 10...16°		$\beta =$ = 25...29°		$\beta = 10...16°$		
< 30	20	40	-	-	40	70	< 1
30...50	40	70	20	40	50	100	< 1
50...80	50	100	30	50	80	150	< 1
80...120	80	150	40	70	120	200	< 1

* Разность температур вала и стального (чугунного) корпуса не более [illegible]

** Схема установки радиально-упорных подшипников:
- шариковых - см. рис. 8.2.3в,г,ж,з; рис. 8.3.8а,г;
- роликовых - см. рис. 8.2.3д,и; рис. 8.3.8б,в.

*** Схема установки радиально-упорных подшипников:
- шариковых - см. рис. 8.3.2б; рис. 8.3.3б;
- роликовых - см. рис. 8.3.2г; рис. 8.3.3а.

9. УПЛОТНЕНИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

9.1. УПЛОТНЕНИЯ КОНТАКТНЫЕ

9.1.1. МАНЖЕТЫ РЕЗИНОВЫЕ АРМИРОВАННЫЕ ГОСТ 8752-79 ($v_{вал} \leq 20$ м/с)

Манжеты изготавливаются двух типов:
тип 1 - однокромочные;
тип 2 - однокромочные с пыльником.

Манжеты типа 1 предназначаются для предотвращения вытекания уплотняемой среды.

Манжеты типа 2 предназначаются для предотвращения вытекания уплотняемой среды и защиты от проникания в корпус пыли.

Манжеты изготавливаются двух типов:
1 - с механически обработанной кромкой;
2 - с формованной кромкой (подлежат согласованию).

Манжеты ряда 1 предназначены для предпочтительного применения во всех отраслях машиностроения. Манжеты ряда 2 допускается применять в дополнение к ряду 1 для автомобильной промышленности.

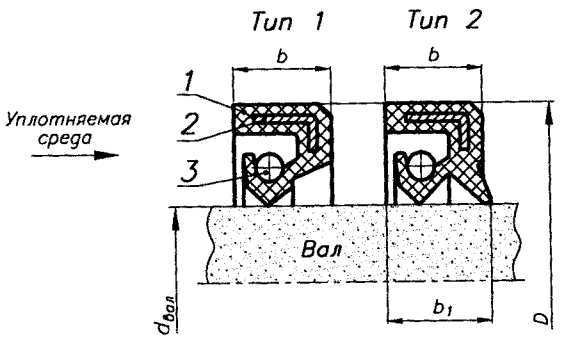


Рис. 9.1.1. Типы и конструкция резиновых манжет:
1- резина; 2 - каркас; 3 - пружина

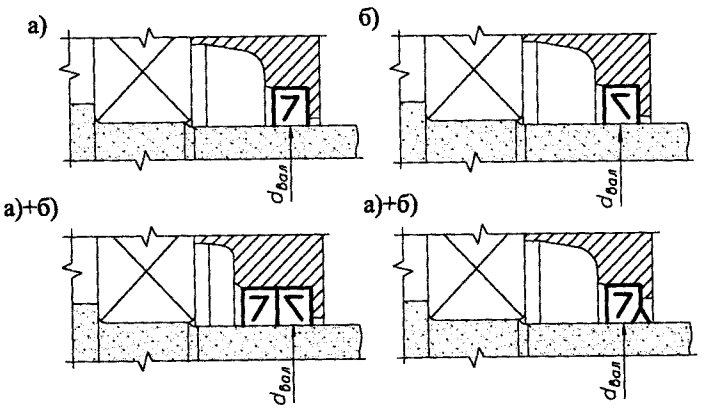


Рис. 9.1.2. Установка манжет для предотвращения:
а) вытекания смазки; б) проникновения в корпус загрязнений и пыли

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ манжеты типа 1, исполнения 1, для вала d= 20 мм, с наружным диаметром D = 40 mm, из резины группы 1: *Манжета 1.1–20х40–1 ГОСТ 8752–79*

Табл. 9.1.1. Основные размеры манжет, мм ГОСТ 8752-79

$d_{вал}$	D 1 ряд	D 2 ряд	b	b_1	$d_{вал}$	D 1 ряд	D 2 ряд	b	b_1	$d_{вал}$	D 1 ряд	D 2 ряд	b	b_1	$d_{вал}$	D 1 ряд	D 2 ряд	b	b_1
...	...	...	...																
10	26	22, 25	7	10	26		38	7	10	45	65	70	10	14	95		130	12	16
11	26	25	7	10		45		10	14	48	70		10	14	100	125		12	16
12	28	26, 30	7	10	28	50	45	10	14	50	70	80	10	14	105	130		12	16
13	28	26	7	10	30		45	7	10	52	75	80	10	14	110	135		12	16
14	28	30	7	10		52	50	10	14	55	80	75, 82	10	14	115	145	140	12	16
15	30, 32	35	7	10	32		44, 45	7	10	56	80		10	14	120	145, 150		12	16
16	30, 35	36, 40	7	10		52		10	14	58	80	82	10	14	125	155	150	12	16
17	32	30, 35	7	10	34		50	7	10	60	85	80, 82	10	14	130	160	155	15	20
18	35	32	7	10	35		48, 50	7	10	62		80, 90	10	14	135		160, 165	15	20
19	35	35	7	10		58	52, 55	10	14	63	90		10	14	140	170		15	20
20	35	34	7	10	36		48	7	10	65	90		10	14	145		175	15	20
	40	42	10	14		58		10	14	70	95	92	10	14	150	180		15	20
21	40		10	14	38	52		7	10	71	95		10	14	155		185	15	20
22		35, 36	7	10		58	56, 60	10	14	75	100	95, 102	10	14	160	190		15	20
	40		10	14	40		52, 55	7	10			105	10	14	165		195	15	20
23		35	7	10		60, 62	58	10	14	80	105	110	10	14	170	200		15	20
24	40		7	10	42		58	7	10	82		115	10	14	175		205	15	20
		46	10	14		62	75	10	14	85	110	115, 120	12	16	180	220		15	20
25		38	7	10	44		65	10	14	90	120	112, 115	12	16	190	230		15	20
	42		10	14	45		60	7	10	92	120		12	16	200	240		15	20
															...	...	...	...	...

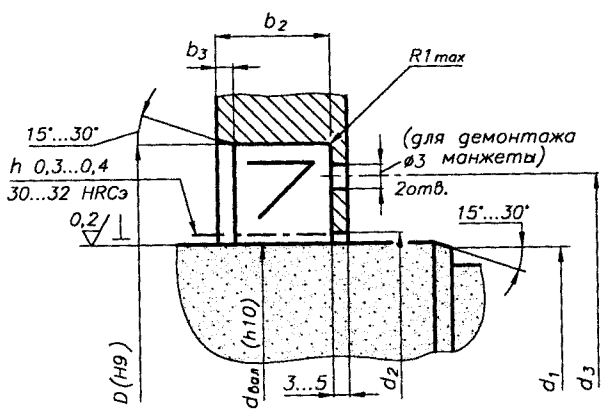


Рис. 9.1.3. Место установки манжеты

1. РАЗМЕРЫ МЕСТ УСТАНОВКИ МАНЖЕТЫ (рис. 9.1.3, табл. 9.1.1 и табл. 9.1.2).

2. ПОЛЯ ДОПУСКОВ (рис. 9.1.3).
диаметр вала - $d_{вал}$ (h10),
отверстие под наружный диаметр манжеты - D(H9).

3. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ (рис. 9.1.4 и табл. 9.1.3).
4. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ (рис. 9.1.5 и табл. 9.1.4).
5. ТВЕРДОСТЬ ВАЛА В МЕСТЕ УСТАНОВКИ МАНЖЕТЫ (рис. 9.1.3 и табл. 9.1.5).
6. ВЫБОР ГРУППЫ РЕЗИНЫ (рис. 9.1.6 и табл. 9.1.6).
7. РЕСУРС РАБОТЫ МАНЖЕТ (табл. 9.1.7).
8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОНТАЖУ МАНЖЕТ (табл. 9.1.8).

Табл. 9.1.2. Размеры мест установки манжеты, мм

$d_{вал}$	d_1	d_2 для манжет типа 1	d_2 для манжет типа 2 при ширине манжеты b	
до 10	$d_{вал}-1{,}5$	$d_{вал}+1{,}0$		
Св. 10 до 20	$d_{вал}-2{,}0$	$d_{вал}+1{,}0$		
Св. 20 до 30	$d_{вал}-2{,}5$	$d_{вал}+1{,}0$	$b=7$	$d_{вал}+9{,}0$
Св. 30 до 40	$d_{вал}-3{,}0$	$d_{вал}+1{,}0$	$b=10$	$d_{вал}+11{,}5$
Св. 40 до 50	$d_{вал}-3{,}5$	$d_{вал}+1{,}0$	$b=12$	$d_{вал}+12{,}0$
Св. 50 до 70	$d_{вал}-4{,}0$	$d_{вал}+1{,}5$	$b=15$	$d_{вал}+15{,}0$
Св. 70 до 95	$d_{вал}-4{,}5$	$d_{вал}+1{,}5$		
Св. 95 до 130	$d_{вал}-5{,}5$	$d_{вал}+2{,}0$		
Св. 130 до 240	$d_{вал}-7{,}0$	$d_{вал}+2{,}0$		

$d_3 = D - 3{,}0$

b	5,0	7,0	10	12	15	18	22
b_2	6,5	8,5	12	14,5	18,5	22	25,5
b_3	1,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5

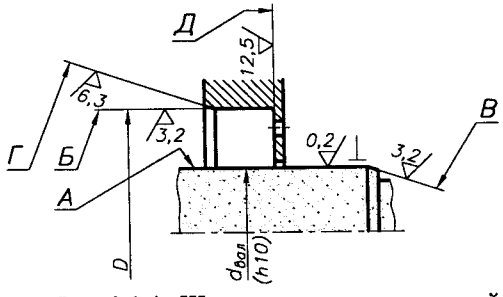


Рис. 9.1.4. Шероховатость поверхностей установки манжеты

Табл. 9.1.3. Шероховатость поверхностей установки манжеты R_a, мкм

	Вал	Отверстие
1. Шероховатость поверхностей *А* и *Б* при скорости вала $v_{вал}$ до 5 м/с	0,40...0,80	1,6...3,2
свыше 5 м/с	0,20...0,40	
2. Шероховатость фасок (поверхности *В* и *Г*)	3,2	6,3
3. Шероховатость поверхности *Д*	–	12,5

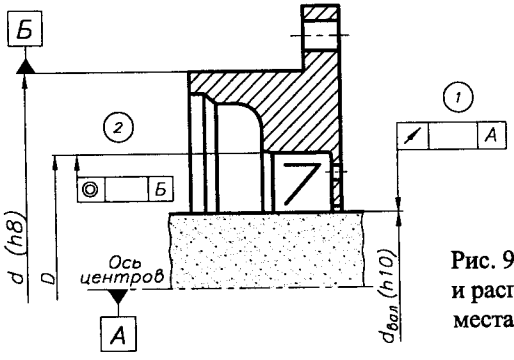


Рис. 9.1.5. Допуски формы и расположения поверхностей места установки манжеты

Табл. 9.1.4. Допуски формы и расположения поверхностей установки манжеты

1. Предельное радиальное биение поверхности вала, контактирующей с манжетой, мм, при частоте вращения вала
   $n_{вал}$ до 1000 мин$^{-1}$ – 0,18 мм,
   $n_{вал}$ св. 1000 до 2000 мин$^{-1}$ – 0,15 мм,
   $n_{вал}$ св. 2000 до 3000 мин$^{-1}$ – 0,12 мм,
   $n_{вал}$ св. 3000 до 4000 мин$^{-1}$ – 0,10 мм.
2. Допуск соосности посадочной поверхности под манжету и центрирующей поверхности крышки - не более *IT*8.

Табл. 9.1.5. Твердость вала в месте установки манжеты

Твердость поверхности трения, не менее, при окружной скорости вала $v_{вал}$ до 4 м/с – HRCэ 30
свыше 4 м/с – HRCэ 50

Табл. 9.1.6. Данные для выбора группы резины в зависимости от условий работы

Группа резины	Тип эластомера	Шифр резины	Нижний температурный предел, °С	Температура уплотняемой среды, °С: Минеральные масла: Моторные	Трансмиссионные (кроме гипоидного)	Гипоидные	Соляровые	Смазки на основе минеральных масел	Дизельные топлива	Вода
1	Бутадиен-нитрильный каучук	7-ИРП-1068-3с, 7-ИРП-1068-24, 51-1455	- 45	+ 100	+ 100	+ 80	+ 90	+ 90	–	С
2		7-4004-112, 7-4004-4М	- 30						С	
3		7-В-14-1, 51-1662-2	- 60						–	
4	Фторкаучук СКФ-32	ИРП-1314-1, ИРП-1314-1с	- 45	+ 150	+ 150	+ 150	+150	+ 100	+ 150	–
5	СКФ-26	ИРП-1316, ИРП-1287, 51-1435	- 20	+ 170	+ 170		С	С	–	
6	Силиконовый каучук	ИРП-1401	- 55	+ 150	+ 130	+ 130	С	С	С	С

Примечания:
1. Обозначение " С " означает, что пригодность резины для уплотнения данной группы сред определяется по согласованию потребителя с изготовителем.
2. Знак " – " означает, что эластомер не применим для уплотнений в указанной группе сред.

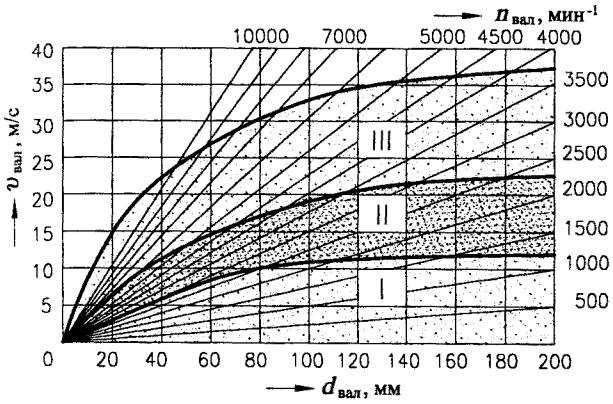


Рис. 9.1.6. Диаграмма выбора группы резины = f ($v_{вал}$):
I - резины 1-3 групп; II - резины 4-й группы;
III - резины 5 и 6 групп

Табл. 9.1.7. Ресурс работы манжет

95%-ный ресурс работы манжет должен быть:
не менее 3000 час - для манжет из резин групп 1...3, установленных на тракторах, двигателях и судовых механизмах;
12000 км пробега - для манжет из резин групп 1...3, установленных на автомобилях;
не менее 10000 час - для манжет из резин групп 4...5, установленных на тракторах, двигателях и судовых механизмах;
175000 км пробега - для манжет из резин групп 4...5, установленных на автомобилях;
150000 км пробега - для манжет из резин группы 6, установленных на автомобилях.

Табл. 9.1.8. Рекомендации по монтажу и эксплуатации манжет

1. Запрессовывать манжету в посадочное отверстие следует с помощью специальной оправки равномерным нажатием по всей торцевой поверхности (рис. 9.1.7)
2. Если манжета при запрессовке должна перемещаться через шлицы, пазы, резьбу и т.д. или не представляется возможным выполнить на валу заходную фаску (рис. 9.1.3, 9.1.8), рекомендуется применять монтажную втулку (рис. 9.1.9). Наружный диаметр монтажной втулки должен быть на 1,5...2 мм больше диаметра вала. При этом толщина стенки втулки не должна быть меньше 0,5 мм.
3. При перепаде давления 0,05 МПа и более, а также при установке манжеты на вал рабочей кромкой в сторону направления монтажа для предотвращения подвертывания эластичного элемента допускается применять опорный конус (рис. 9.1.10). Последний может быть выполнен в корпусе или в виде отдельной детали, изготовленной из любых металлов.
4. При установке манжет в глухое гнездо рекомендуется пре-

Продолжение табл. 9.1.8

дусмотреть в крышке или корпусе демонтажные отверстия (рис. 9.1.3, 9.1.7...9.1.9).
5. Для исключения осевого перемещения манжеты от вибрационных нагрузок допускается установка в посадочном отверстии пружинного кольца (п. 8.7.3 и рис. 9.1.11) либо выполнение кольцевой проточки в виде треугольника с острием в сторону запрессовки манжеты (рис. 9.1.12).
6. Для обеспечения оптимальной микрогеометрии поверхности вала, контактирующей с манжетой, предпочтительным является шлифование с поперечной подачей (рис. 9.1.4).

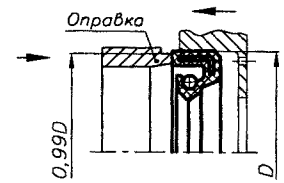


Рис. 9.1.7

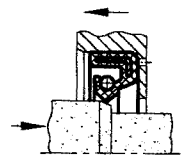


Рис. 9.1.8

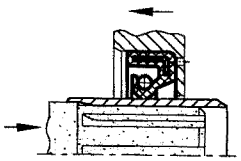


Рис. 9.1.9

h=0,5 мм для D≤150 мм,
h=0,7 мм для D>150 мм.

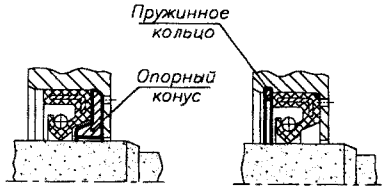


Рис. 9.1.10

Рис. 9.1.11

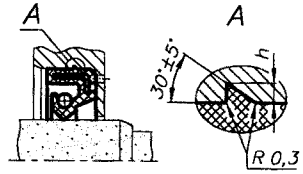


Рис. 9.1.12

9.1.2. УПЛОТНЕНИЯ ВОЙЛОЧНЫЕ

Внимание! При новом проектировании желательно не применять ($v_{вал}$ ≤ 5 м/с)

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ войлочного кольца для вала d = 30 мм: *Кольцо войлочное 30*

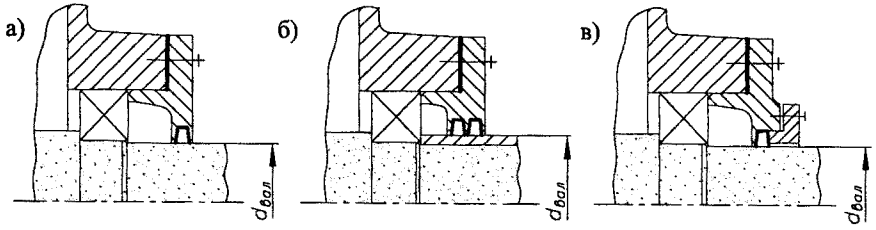


Рис. 9.1.13. Установка уплотнения

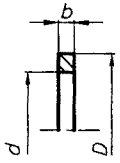


Рис. 9.1.14. Размеры войлочных колец

Табл. 9.1.10. Зависимость R_a = f ($v_{вал}$)

$v_{вал}$, м/с	R_a, мкм
≤4	≤1,6
≤6	≤0,8

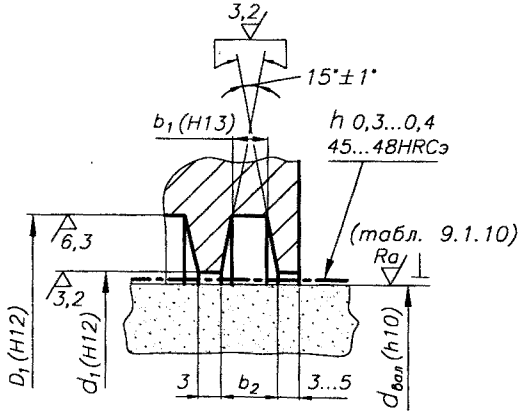
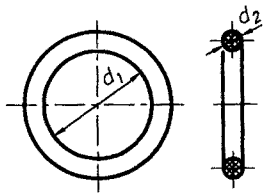


Рис. 9.1.15. Размеры канавок

Табл. 9.1.9. Размеры войлочных колец и канавок для них, мм

$d_{вал}$	Кольцо			Канавка				$d_{вал}$	Кольцо			Канавка			
	d	b	D	d_1	D_1	b_1	b_2		d	b	D	d_1	D_1	b_1	b_2
...															
17	16	3,5	27	18	28	3	4,3	48	47	5,0	60	49	61	4	5,5
18	17	3,5	28	19	29	3	4,3	50	49	6,0	66	51	67	5	7,1
20	19	3,5	30	21	31	3	4,3	52	51	6,0	68	53	69	5	7,1
22	21	3,5	32	23	33	3	4,3	55	54	6,0	71	56	72	5	7,1
25	24	5,0	37	26	38	4	5,5	58	57	6,0	74	59	75	5	7,1
28	27	5,0	40	29	41	4	5,5	60	59	6,0	76	61	77	5	7,1
30	29	5,0	42	31	43	4	5,5	65	64	6,0	81	66	82	5	7,1
32	31	5,0	44	33	45	4	5,5	70	69	7,0	88	71	89	6	8,3
35	34	5,0	47	36	48	4	5,5	75	74	7,0	93	76	94	6	8,3
36	35	5,0	48	37	49	4	5,5	80	79	7,0	98	81	99	6	8,3
38	37	5,0	50	39	51	4	5,5	85	84	7,0	103	86	104	6	8,3
40	39	5,0	52	41	53	4	5,5	90	89	8,5	110	91	111	7	9,6
42	41	5,0	54	43	55	4	5,5	95	94	8,5	115	96	116	7	9,6
45	44	5,0	57	46	58	4	5,5	100	99	9,5	124	101	125	8	11,1
								...							



Rys. 9.1.16. Кольцо резиновое уплотнительное

Табл. 9.1.10. Размеры и их отклонения для колец, мм

d_2	... 2,5 ±0,1		3,0 3,6 4,6 +0,2 −0,1				5,8 7,5 +0,3 −0,15		8,5 +0,3 −0,2	
Откл. d_1	... < 25 −0,4	< 30 −0,5	< 38 −0,6	< 45 −0,7	< 51 −0,8	< 57 −0,9	< 64 −1,0	< 71 −1,1	< 78 −1,2	< 84 −1,3
	< 90 −1,4	< 99 −1,5	< 105 −1,6	< 110 −1,7	< 118 −1,8	< 122 −1,9	< 130 −2,0	< 145 −2,2	< 155 ... −2,4	

Отклонения диаметра d_1 представлено для диаметров внутренней уплотняемой поверхности d.

Обозначение типоразмера кольца строится по следующей схеме: ааа-ббб-вв

ааа - (d) диаметр внутренней уплотняемой поверхности (шток), мм;

ббб - (D) диаметр наружной уплотняемой поверхности (цилиндр), мм;

вв - (d_2) диаметр сечения кольца, мм, умноженный на 10.

Например кольцо 040-048-46 предназначено для уплотнения поверхностей $d = 40$ мм; $D = 48$ мм. Диаметр кольца $d_2 = 4{,}6$ мм. Диаметр кольца d_1 - в соответствии с табл. 9.1.12.

1. УПЛОТНЕНИЯ РАДИАЛЬНЫЕ

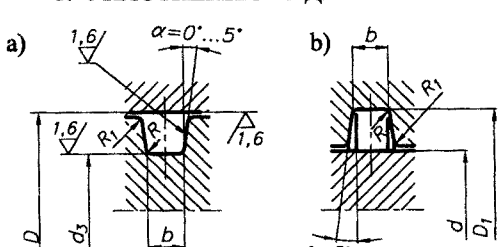


Рис. 9.1.17. Канавки радиальных уплотнений при уплотнении:
а) наружным диаметром кольца;
б) внутренним диаметром кольца

9.1.3. КОЛЬЦА РЕЗИНОВЫЕ УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ ГОСТ 9833-73

Табл. 9.1.11. Размеры канавок радиальных уплотнений, мм

d_2	D	d	d_3	D_1	b	R	R_1
... 2,5	8...155	D - 4	D + 0,3	D - 0,3	3,6	0,4	0,2
3,0	15...155	D - 5	D + 0,3	D - 0,3	4,0	0,4	0,2
3,6	20...255	D - 6	D + 0,4	D - 0,4	4,7	0,6	0,2
4,6	36...260	D - 8	D + 0,6	D - 0,6	5,6	0,6	0,2
5,8	60...510	D - 10	D + 0,8	D - 0,8	7,0	0,6	0,2
7,5	95...145	D - 13	D + 1,0	D - 1,0	9,0	0,6	0,2
8,5	150...515	D - 15	D + 1,4	D - 1,4	10,3	0,6	0,2

D, d - уплотняемые диаметры.

2. УПЛОТНЕНИЯ ТОРЦЕВЫЕ

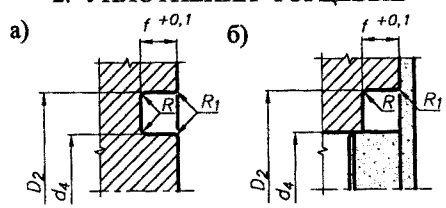


Рис. 9.1.18. Канавки торцевых уплотнений

3. УПЛОТНЕНИЯ НА ФАСКЕ

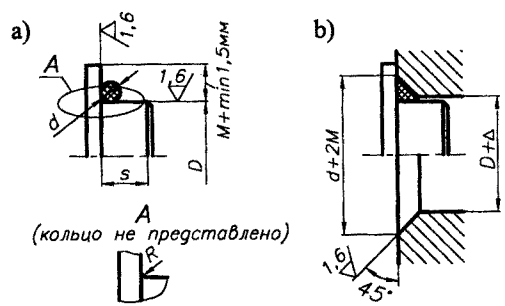


Рис. 9.1.19. Размеры уплотнений на фаске

4. УПЛОТНЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

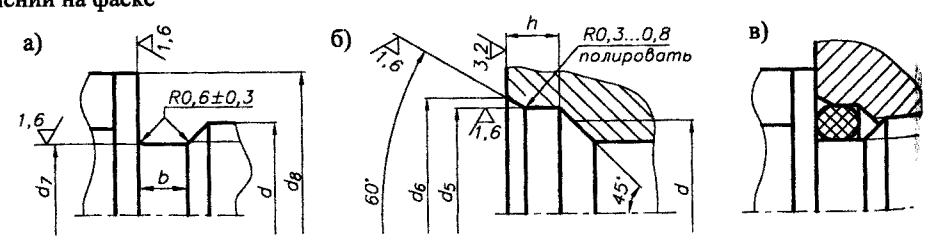


Рис. 9.1.20. Размеры уплотнений резьбовых соединений

Табл. 9.1.12. Значения внутренних диаметров колец d_1, диаметров наружной уплотняемой поверхности D для различных d_2, мм

d_1	Значения D для d_2					d_1	Значения D для d_2					
	2,5	3,0	3,6	4,6	5,8		2,5	3,0	3,6	4,6	5,8	7,5
...						54,0	59	60	61	63	65	-
15,6	20	21	22	-	-	55,0	60	61	62	-	66	-
16,6	21	22	23	-	-	56,0	-	-	63	65	-	-
17,5	22	23	24	-	-	57,0	62	63	64	66	-	-
18,5	23	24	25	-	-	58,0	-	-	65	-	-	-
19,5	24	25	26	-	-	59,0	64	65	66	68	70	-
20,5	25	-	27	-	-	60,0	65	-	-	-	71	-
21,5	26	27	28	-	-	61,0	66	-	68	70	73	-
22,5	27	28	29	-	-	62,0	-	68	69	71	-	-
23,5	28	29	30	-	-	62,5	68	-	70	72	-	
24,5	29	30	31	-	-	63,5	70	70	71	73	75	
25,5	30	-	32	-	-	64,5	-	71	72	-	-	
26,5	31	32	33	-	-	65,5	-	-	-	75	-	-
27,5	32	33	34	36	-	66,5	72	-	74	76	-	-
28,5	33	-	35	-	-	67,5	-	-	75	-	-	-
29,5	34	35	36	38	-	68,5	75	75	76	78	80	-
31,0	36	37	38	40	-	69,5	-	76	77	-	-	-
32,0		38	-	-	-	70,0	-	-	-	-	81	-
33,0	38	-	40	42	-	70,5	78	-	78	80	-	-
34,0	-	40	41	43	-	72,5	-	-	80	82	-	-
35,0	40	41	42	44	-	73,5	80	80	81	83	85	-
36,0	41	42	-	45	-	74,5	-	-	82			
37,0	42	-	44	46	-	75,5	-	-	-	85	-	-
38,0	-	-	45	-	-	76,5	82	-	84	86	88	-
39,0	44	45	46	48	-	77,5			85			
40,0	45	-	-	-	-	78,5	85	85	86	88	90	-
41,0	46	48	48	50	-	79,5	-	-	-	-	-	95
42,0	47	-	-	-	-	80,5	88	-	88	90	-	-
43,0	48	-	50	52	-	82,5	-	-	90	92	-	-
44,0	49	50	51	53	-	83,5	90	90	91	-	95	-
45,0	50	-	52	-	-	84,5	-	-	92		-	-
46,0	-	-	-	55	-	85,5	-	-	-	95	-	-
47,0	52	-	54	56	-	86,5	92	-	94	-	-	-
48,0	-	-	55	-	-	87,5	-	-	95	-	-	102
49,0	54	55	56	58	60	88,5	95	95	96	98	100	-
50,0	55	56	-	-	-	89,5	-	-	-	-	-	105
51,0	56	-	58	60	-	90,5	98	-	98	100	-	-
52,0	-	-	-	-	63	92,0	-	-	100	102	-	108
53,0	58	-	60	62	-	93,0	100	100	101	-	105	-
						...						

9.2. УПЛОТНЕНИЯ БЕСКОНТАКТНЫЕ

1. УПЛОТНЕНИЯ ЩЕЛЕВЫЕ

($v_{вал} \leqslant 5$ м/с) (табл. 9.2.1)

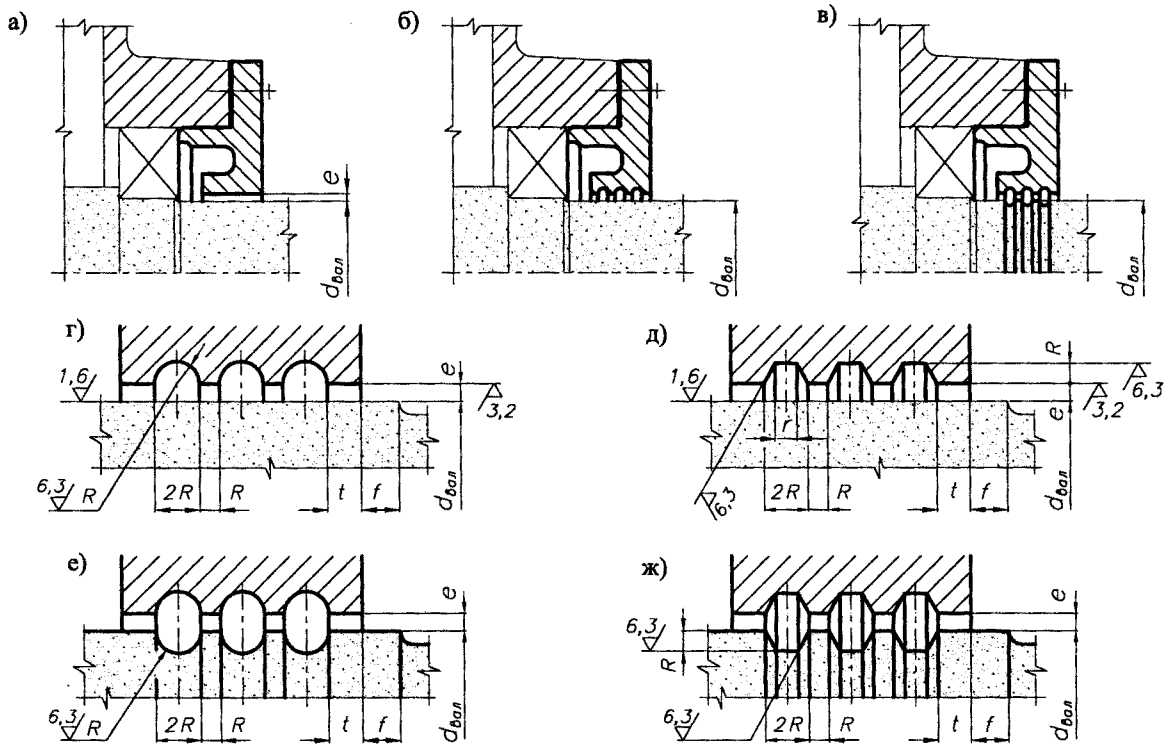


Рис. 9.2.1. Уплотнения щелевые

Табл. 9.2.1. Рекомендуемые размеры щелей, мм

$d_{вал}$	$10 \leqslant d_{вал} < 50$	$50 \leqslant d_{вал} < 85$	$85 \leqslant d_{вал} < 100$
e	0,2	0,3	0,4
R, f	1,5	2,0	2,0
t	5	5	2
min число щелей	3	4	5

2. УПЛОТНЕНИЯ ЛАБИРИНТНЫЕ

(табл. 9.2.2)

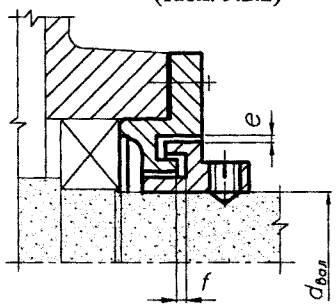


Рис. 9.2.2

Табл. 9.2.2. Зазор в лабиринтах, мм

$d_{вал}$	10...48	50...84	85...110
e	0,2	0,3	0,4
$f = 5e$			

3. УПЛОТНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫЕ

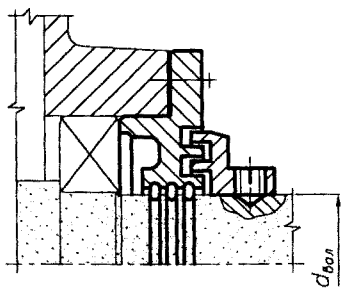


Рис. 9.2.3

4. УПЛОТНЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ($v_{вал} \geqslant 7$ м/с)

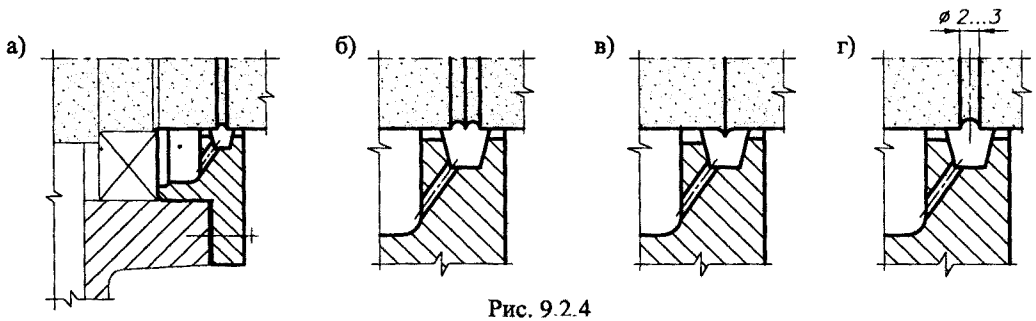


Рис. 9.2.4

5. КОЛЬЦА МАЗЕУДЕРЖИВАЮЩИЕ

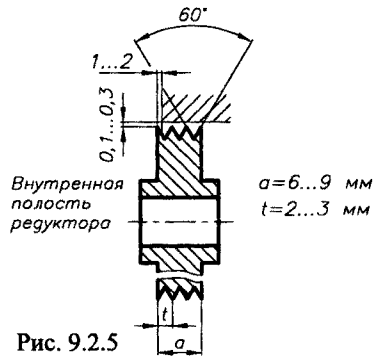


Рис. 9.2.5

10. ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНЕНИЙ "ВАЛ-СТУПИЦА"

10.1. СОЕДИНЕНИЯ ШПОНОЧНЫЕ

10.1.1. СОЕДИНЕНИЯ СЕГМЕНТНЫМИ ШПОНКАМИ ГОСТ 24071-80

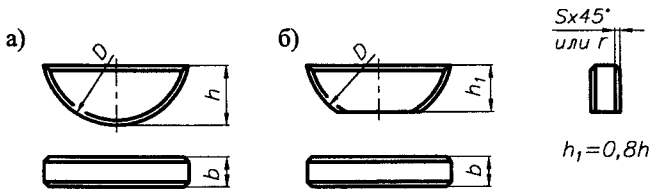


Рис. 10.1.1. Размеры и исполнения сегментных шпонок:
а) исполнение 1; б) исполнение 2

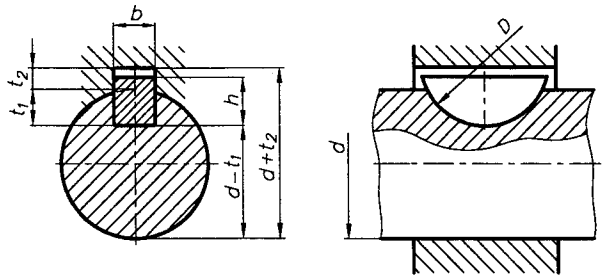


Рис. 10.1.2. Соединение "вал-ступица" сегментной шпонкой

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ:

а) шпонки сегментой исполнения 1 сечением $b \times h = 5 \times 6{,}5$ мм:
Шпонка 5x6,5 ГОСТ 24071-80

б) То же, исполнения 2 сечением $b \times h_1 = 5 \times 5{,}2$ мм:
Шпонка 2-5x5,2 ГОСТ 24071-80

Материал - сталь чистотянутая для сегментных шпонок по ГОСТ 8787-68.
Возможна замена на другую сталь с $\sigma_в \geqslant 590$ МПа.

В случае нарезания на валу нескольких шпоночных пазов рекомендуется разместить их в одной плоскости.

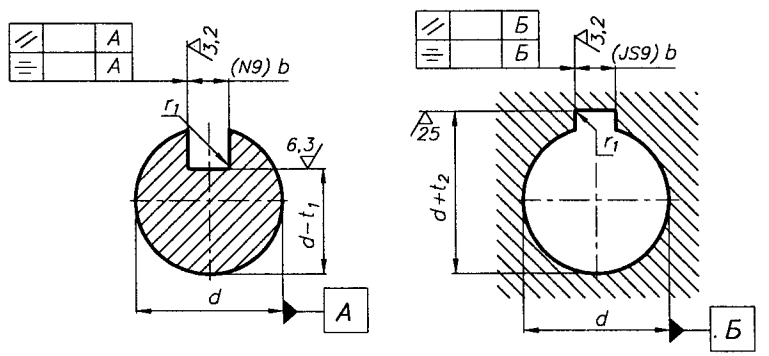


Рис. 10.1.3. Выполнение шпоночного паза:
а) на валу; б) во втулке

1. РАЗМЕРЫ ШПОНОК (рис. 10.1.1, 10.1.2 и табл. 10.1.1).
2. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ (рис. 10.1.3 и табл. 10.1.1).
3. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ (рис. 10.1.3).
4. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ (рис. 10.1.3).
   4.1. Параллельность // шпоночного паза к оси вала (втулки) – 0,5 IT_n его ширины.
   4.2. Симметричность ⌯ шпоночного паза – 2,0 IT_n его ширины.

Табл. 10.1.1. Размеры сегментных шпонок и сечений пазов, их предельные отклонения, мм

Вал		Шпонка			Шпоночный паз							
d		$b \times h \times D$; b (h9); h (h11); D (h12)	Радиус закругления r или фаска $s \times 45°$		Ширина				Глубина		Радиус закругления r_1 или фаска $s_1 \times 45°$	
					b	Соединение нормальное: Вал (N9)	Соединение нормальное: Втулка (JS9)	Соединение плотное: Вал и втулка (P9)	Вал t_1	Втулка t_2		
Св.	до		min	max							min	max
5	6	2,0×2,6×7,0	0,16	0,25	2	-0,004 -0,029	±0,0125	-0,006 -0,031	1,8	1,0	0,08	0,16
6	7	2,0×3,7×10							2,9 +0,1 0	1,0		
7	8	2,5×3,7×10			2,5				2,7	1,2		
8	10	3,0×5,0×13			3				3,8	1,4		
10	12	3,0×6,5×13							5,3	1,4		
12	14	4,0×6,5×16	0,25	0,40	4	0 -0,030	±0,015	-0,012 -0,042	5,0	1,8	0,16	0,25
14	16	4,0×7,5×19							6,0 +0,2 0	1,8 +0,1 0		
16	18	5,0×6,5×16			5				4,5	2,3		
18	20	5,0×7,5×19							5,5	2,3		
20	22	5,0×9,0×22			6				7,0	2,3		
22	25	6,0×9,0×22							6,5 +0,3 0	2,8		
25	28	6,0×10×25							7,5	2,8		
28	32	8,0×11×28	0,40	0,60	8	0 -0,036	±0,018	-0,015 -0,051	8,0	3,3 +0,2 0	0,25	0,40
32	38	10×13×32			10				10	3,3		

10.1.2. СОЕДИНЕНИЯ ПРИЗМАТИЧЕСКИМИ ШПОНКАМИ ГОСТ 23360-78

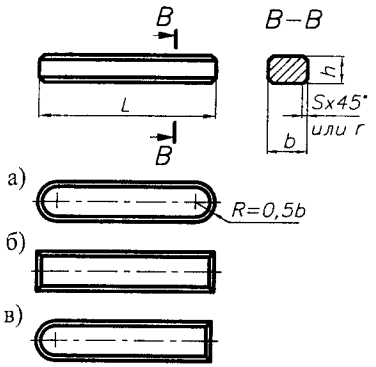


Рис. 10.1.4. Размеры и исполнения шпонок:
а) исполнение 1;
б) исполнение 2;
в) исполнение 3

1. РАЗМЕРЫ ШПОНОК (рис. 10.1.4, 10.1.5 и табл. 10.1.2).
2. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ (рис. 10.1.6 и табл. 10.1.2).
3. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ (рис. 10.1.6).
4. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ (рис. 10.1.6).
   4.1. Параллельность // шпоночного паза к оси вала (втулки) – 0,5 IT_n его ширины.
   4.2. Симметричность ⌯ шпоночного паза 2,0 IT_n его ширины.
5. ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ:

а) шпонки призматической исполнения 1 с размерами b = 18 мм, h = 11 мм, L = 100 мм:
Шпонка 18x11x100 ГОСТ 23360–78

б) То же, исполнения 2:
Шпонка 2–18x11x100 ГОСТ 23360–78

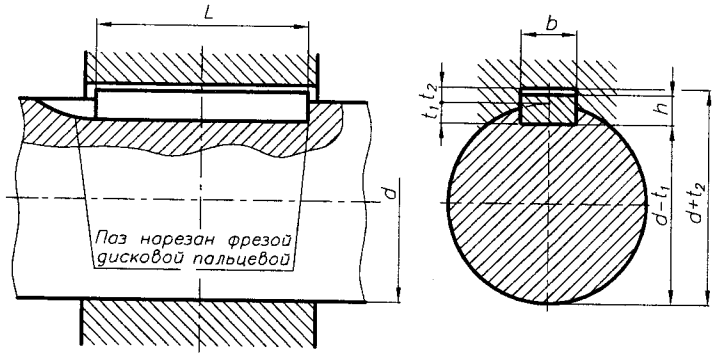


Рис. 10.1.5. Соединение "вал-ступица" призматической шпонкой

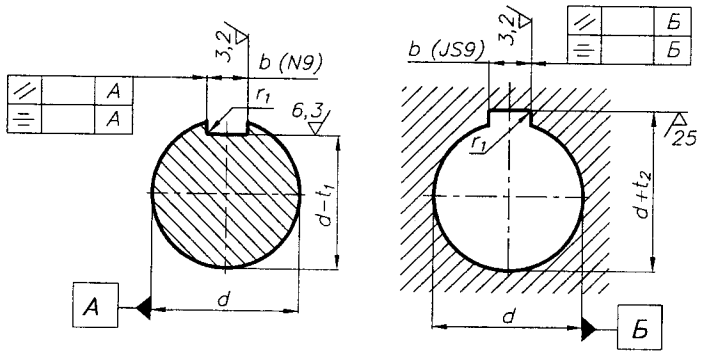


Рис. 10.1.6. Выполнение шпоночного паза:
а) на валу; б) во втулке

Табл. 10.1.2. Размеры призматических шпонок и сечений пазов, их предельные отклонения, мм

Вал d Св.	Вал d до	Шпонка b (h9)	Шпонка h (h9) (h11)	Шпонка L (h14)	Радиус закругления r или фаска $s \times 45°$ min	Радиус закругления r или фаска $s \times 45°$ max	Шпоночный паз: Ширина b	Соединение свободное: Вал (H9)	Соединение свободное: Втулка (D10)	Соединение нормальное: Вал (N9)	Соединение нормальное: Втулка (JS9)	Соединен. плотное: Вал и втулка (P9)	Глубина: Вал t_1	Глубина: Втулка t_2	Радиус закругления r_1 или фаска $s_1 \times 45°$ min	Радиус закругления r_1 или фаска $s_1 \times 45°$ max
6	8	2	2	6÷20	0,16	0,25	2	+0,025 / 0	+0,060 / +0,020	-0,004 / -0,029	±0,012	-0,006 / -0,031	1,2	1,0	0,08	0,16
8	10	3	3	6÷36			3						1,8	1,4		
10	12	4	4 (h9)	8÷45	0,25	0,40	4	+0,030 / 0	+0,078 / +0,030	0 / -0,030	±0,015	-0,012 / -0,042	2,5 +0,1 / 0	1,8 +0,1 / 0		
12	17	5	5	10÷56			5						3,0	2,3	0,16	0,25
17	22	6	6	14÷70			6						3,5	2,8		
22	30	8	7	18÷90	0,4	0,6	8	+0,036 / 0	+0,098 / +0,040	0 / -0,036	±0,018	-0,015 / -0,051	4,0	3,3	0,25	0,40
30	38	10	8	22÷110			10						5,0	3,3		
38	44	12	8	28÷140			12	+0,043 / 0	+0,120 / +0,050	0 / -0,043	±0,021	-0,018 / -0,061	5,0	3,3		
44	50	14	9	36÷160			14						5,5	3,8		
50	58	16	10	45÷180			16						6,0	4,3		
58	65	18	11	50÷200			18						7,0 +0,2 / 0	4,4 +0,2 / 0		
65	75	20	12	56÷220	0,6	0,8	20	+0,052 / 0	+0,149 / +0,065	0 / -0,052	±0,026	-0,022 / -0,074	7,5	4,9	0,4	0,6
75	85	22	14	63÷250			22						9,0	5,4		
85	95	25	14	70÷280			25						9,0	5,4		
95	110	28	16 (h11)	80÷320			28						10	6,4		
110	130	32	18	90÷360	1,0	1,2	32	+0,062 / 0	+0,180 / +0,080	0 / -0,062	±0,031	-0,026 / -0,088	11	7,4		
130	150	36	20	100÷400			36						12	8,4		
150	170	40	22	100÷400			40						13	9,4	0,7	1,0
170	200	45	25	110÷450			45						15	10,4		
200	230	50	28	125÷500			50						17 +0,3 / 0	11,4 +0,3 / 0		
230	260	56	32	140÷500	1,6	2,0	56	+0,074 / 0	+0,220 / +0,100	0 / -0,074	±0,037	-0,032 / -0,106	20	12,4	1,2	1,6
260	290 ...	63	32	160÷500			63						20	12,4		

Табл. 10.1.3. Длины L и материал шпонок

L мм	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500
МАТЕРИАЛ - сталь чистотянутая для шпонок по ГОСТ 8787-68. Возможна замена на другую сталь с $\sigma_B \geq 590$ МПа.	

В случае нарезания на валу нескольких шпоночных пазов рекомендуется разместить их в одной плоскости и выполнить (по возможности) одинаковой ширины. Допускается использование валов с двумя шпоночными пазами в одном сечении с расположением пазов под углом 120°.

Существуют:
- призматические направляющие шпонки с креплением на валу ГОСТ 8790-79;
- призматические высокие шпонки ГОСТ 10748-79;
- призматические низкие шпонки ГОСТ 29175-91;
- призматические скользящие шпонки ГОСТ 30173-96.

5. ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ

ЗАДАННЫЕ ПАРАМЕТРЫ

1. Крутящий момент T, Н·м.
2. Диаметр вала $d_{вал}$, мм.
3. Длина ступицы $L_{ст}$, мм.
4. Условия работы (k_A).

Диаметр вала определяет размеры поперечного сечения шпонки b и h (табл. 10.1.2).

Длина шпонки l определяется длиною ступицы $l \leq L_{ст}$ (первый меньший размер) и выбирается из табл. 10.1.3.

Напряжения смятия, МПа $\sigma_{см} = \dfrac{4 k_A T 10^3}{h l d} \leq [\sigma_{см}]$.

Напряжения среза, МПа $\tau = \dfrac{2 k_A T 10^3}{b l d} \leq [\tau]$,

где k_A (табл. 4.2.9).

Размеры шпонок выбраны таким образом, что определяющими напряжениями являются напряжения смятия.

Для неподвижных соединений:

- при переходных посадках $[\sigma_{см}] = (80...150)$ МПа;
- при прессовых посадках $[\sigma_{см}] = (110...200)$ МПа.

Меньшие из указанных допускаемых напряжений принимаются при выполнении ступиц из чугуна, а также при резких изменениях нагрузки.

Для подвижных соединений (перемещение ступицы по валу) $[\sigma_{см}] = (20...30)$ МПа.

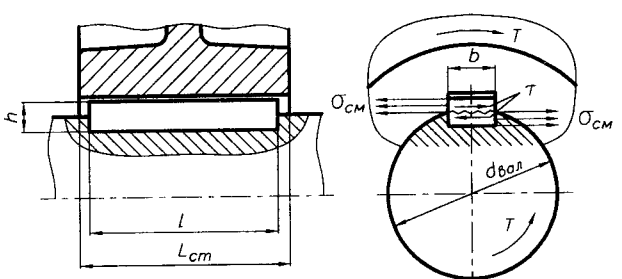


Рис. 10.1.7. Схема для расчета шпонки

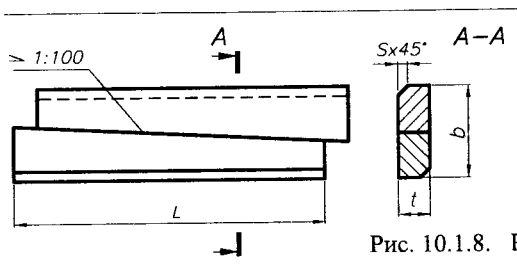


Рис. 10.1.8. Размеры тангенциальных шпонок

10.1.3. СОЕДИНЕНИЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМИ ШПОНКАМИ

ГОСТ 24069-80

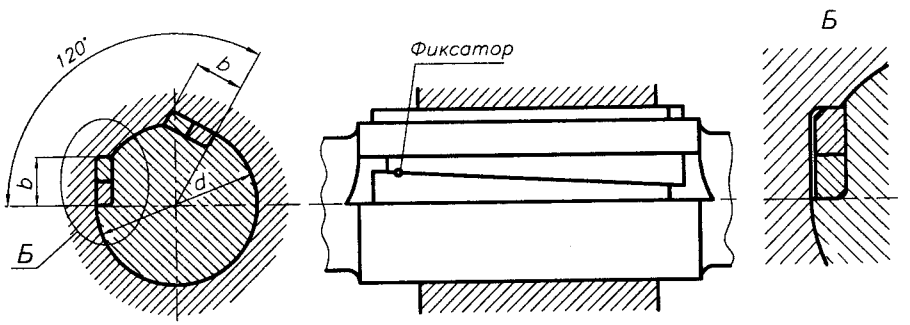


Рис. 10.1.9. Соединение "вал-ступица" тангенциальными шпонками

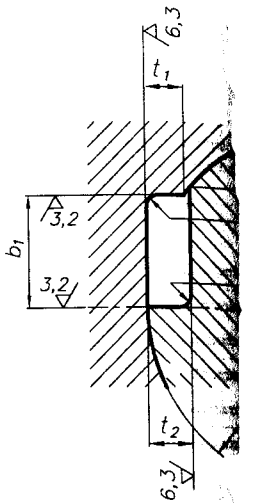


Рис. 10.1.10. Вы шпоночного

Табл. 10.1.4. Размеры тангенциальных шпонок и сечений пазов, их предельные отклонения, мм

Вал	Шпонка				Шпоночный паз					
					Глубина		Ширина		Радиус	
d	t (h11)	b	s min	s max	Втулка t_1	Вал t_2	Втулка b_1	Вал b_2	r min	r max
60	7	19,3	0,6	0,8	$7{,}0^{\,0}_{-0{,}2}$	$7{,}3^{+0{,}2}_{0}$	19,3	19,6	0,4	0,6
63		19,8					19,8	20,2		
65		20,2					20,1	20,5		
70		21,0					21,0	21,4		
71	8	22,5			$8{,}0^{\,0}_{-0{,}2}$	$8{,}3^{+0{,}2}_{0}$	22,5	22,8		
75		23,2					23,2	23,5		
80		24,0					24,0	24,4		
85		24,8					24,8	25,2		
90		25,6					25,6	26,0		
95	9	27,8			$9{,}0^{\,0}_{-0{,}2}$	$9{,}3^{+0{,}2}_{0}$	27,8	28,2		
100		28,6					28,6	29,0		
110		30,1					30,1	30,6		
120	10	33,2	1,0	1,2	$10^{\,0}_{-0{,}2}$	$10{,}3^{+0{,}2}_{0}$	33,2	33,6	0,7	1,0
125		33,9					33,9	34,4		
130		34,6					34,6	35,1		
140	11	37,7			$11^{\,0}_{-0{,}2}$	$11{,}4^{+0{,}2}_{0}$	37,7	38,3		
150		39,1					39,1	39,7		
160	12	42,1			$12^{\,0}_{-0{,}3}$	$12{,}4^{+0{,}3}_{0}$	42,1	42,8		
170		43,5					43,5	44,2		
180		44,9					44,9	45,6		
190	14	49,6			$14^{\,0}_{-0{,}3}$	$14{,}4^{+0{,}3}_{0}$	49,6	50,3		
200		51,0					51,0	51,7		
...										

1. РАЗМЕРЫ ШПОНОК (рис. 10.1.8, 10.1.10 и т
2. РАЗМЕЩЕНИЕ ШПО ВАЛУ (р
3. ШЕРОХОВАТОСТЬ П НОСТЕЙ (ри

Табл. 10.1.5. Длины L

L мм	50, 56, 63, 70, 80, 90
	125, 140, 160, 180, 2
	220, 250, 280, 320, 3

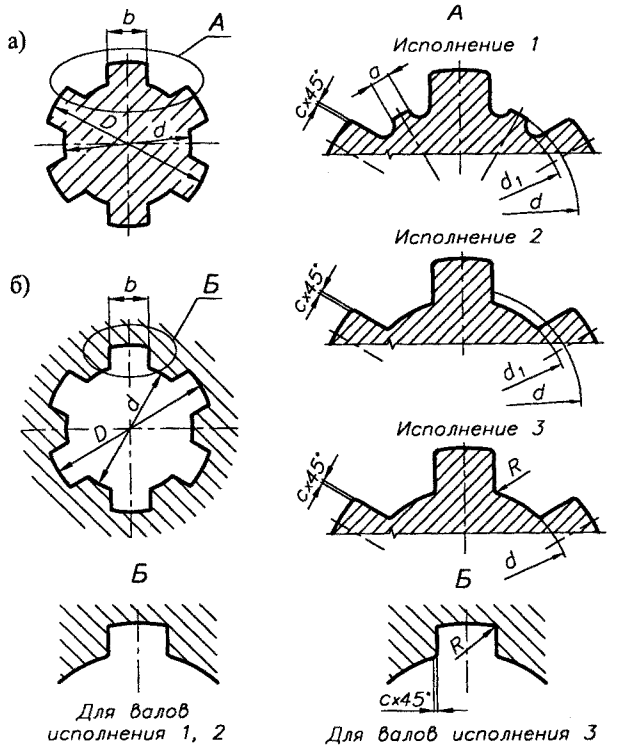
Длину шпонки L следу на (10...15)% больше дл Положение шпонок от друг друга после сборк быть зафиксировано с штифта или другим спос 10.1.9).

Материал - сталь с времени лением разрыву не менее $\sigma_в$

Существуют:

- тангенциальные усиленные ГОСТ 24070-80,
- клиновые шпонки по ГОСТ

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ шпонки тангенциальной с размерами $t = 8$ мм, $b = 24$ мм, $L = 100$ мм: *Шпонка 8x24x100 ГОСТ 24069-80*



10.2. СОЕДИНЕНИЯ ШЛИЦЕВЫЕ

10.2.1. СОЕДИНЕНИЯ ШЛИЦЕВЫЕ ПРЯМОБОЧНЫЕ ГОСТ 1139-80

1. ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ

Шлицевые прямобочные соединения выполняются с центрированием:
- по внутреннему диаметру d,
- по наружному диаметру D,
- по боковым сторонам зубьев b

легкой, средней и тяжелой серии.

Возможный вид соединения - подвижное и неподвижное.

Шлицевые валы исполнений 1 и 3 изготавливаются при центрировании по d, исполнения 2 - при центрировании по D и b.

Центрирование по d и D применяется для передачи крутящего момента в устройствах, нагруженных радиальными силами.

Центрирование по d - при $HB_{вал} > 350$, $HB_{втулки} > 350$.

Центрирование по D - при $HB_{вал} > 350$, $HB_{втулки} < 350$.

Центрирование по b применяется при передаче больших непостоянных крутящих моментов переменного направления при отсутствии радиальных нагрузок, когда точность центрирования не имеет решающего значения.

Рис. 10.2.1. Сечения:
а) вала; б) втулки
шлицевого прямобочного соединения

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ:

соединения с числом зубьев $z = 8$, внутренним диаметром $d = 46$ мм, наружным диаметром $D = 50$ мм, шириной зуба $b = 9$ мм, с центрированием по внутреннему диаметру d, с посадками по $d\,\frac{H7}{f7}$, по $D\,\frac{H10}{a11}$, по $b\,\frac{H9}{d11}$:

$$d-8x46\frac{H7}{f7}x50\frac{H10}{a11}x9\frac{H9}{d11}$$

Втулки того же соединения:

$$d-8x46H7x50H10x9H9$$

Вала того же соединения:

$$d-8x46f7x50a11x9d11$$

Того же соединения с центрированием по наружному диаметру D, с посадками по $D\,\frac{H8}{h7}$, по $b\,\frac{H9}{h10}$:

$$D-8x46x50\frac{H8}{h7}x9\frac{H9}{h10}$$

Того же соединения с центрированием по боковым сторонам b, с посадками по $b\,\frac{H8}{h7}$, по $D\,\frac{H11}{a11}$:

$$B-8x46x50\frac{H11}{a11}x9\frac{H8}{h7}$$

Табл. 10.2.1. Основные размеры, мм и число зубьев шлицевых прямобочных соединений

ГОСТ 1139-80

Легкая серия								
$z \times d \times D$	Число зубьев z	d	D	b	d_1 min	a min	c	R max
6×23×26	6	23	26	6	22,1	3,54	0,3	0,2
6×26×30		26	30	6	24,6	3,85	0,3	0,2
6×28×32		28	32	7	26,7	4,03	0,3	0,2
8×32×36	8	32	36	6	30,4	2,71	$0,4^{+0,2}_{0}$	0,3
8×36×40		36	40	7	34,5	3,46	0,4	0,3
8×42×46		42	46	8	40,4	5,03	0,4	0,3
8×46×50		46	50	9	44,6	5,75	0,4	0,3
8×52×58		52	58	10	49,7	4,89	0,5	0,5
8×56×62		56	62	10	53,6	6,38	0,5	0,5
8×62×68		62	68	12	59,8	7,31	0,5	0,5
10×72×78	10	72	78	12	69,6	5,45	$0,5^{+0,3}_{0}$	0,5
10×82×88		82	88	12	79,3	8,62	0,5	0,5
10×92×98		92	98	14	89,4	10,08	0,5	0,5
10×102×108		102	108	16	99,9	11,49	0,5	0,5
10×112×120		112	120	18	108,8	10,72	0,5	0,5

Средняя серия								
$z \times d \times D$	Число зубьев z	d	D	b	d_1 min	a min	c	R max
6×11×14	6	11	14	3,0	9,9	-	0,3	0,2
6×13×16		13	16	3,5	12,0	-	0,3	0,2
6×16×20		16	20	4,0	14,5	-	0,3	0,2
6×18×22		18	22	5,0	16,7	-	0,3	0,3
6×21×25		21	25	5,0	19,5	1,95	$0,3^{+0,2}_{0}$	0,2
6×23×28		23	28	6,0	21,3	1,34	0,3	0,2
6×26×32		26	32	6,0	23,4	1,65	0,4	0,3
6×28×34		28	34	7,0	25,9	1,70	0,4	0,3
8×32×38	8	32	38	6,0	29,4	-	0,4	0,3
8×36×42		36	42	7,0	33,5	1,02	0,4	0,3
8×42×48		42	48	8,0	39,5	2,57	0,4	0,3
8×46×54		46	54	9,0	42,7		0,5	0,5
8×52×60		52	60	10	48,7	2,44	0,5	0,5
8×56×65		56	65	10	52,2	2,50	0,5	0,5
8×62×72		62	72	12	57,8	2,40	$0,5^{+0,3}_{0}$	0,5
10×72×82	10	72	82	12	67,4	-	0,5	0,5
10×82×92		82	92	12	77,1	3,00	0,5	0,5
10×92×102		92	102	14	87,3	4,50	0,5	0,5
10×102×112		102	112	16	97,7	6,30	0,5	0,5
10×112×125		112	125	18	106,3	4,40	0,5	0,5

Тяжелая серия								
$z \times d \times D$	Число зубьев z	d	D	b	d_1 min	a min	c	r max
10×16×20	10	10	16	2,5	14,1	-	0,3	0,2
10×18×23		10	18	3,0	15,6	0,32	0,3	0,2
10×21×26		10	21	3,0	18,5	0,16	0,3	0,2
10×23×29		10	23	4,0	20,3	0,45	0,3	0,2
10×26×32		10	26	4,0	23,0	1,95	$0,4^{+0,2}_{0}$	0,3
10×28×35		10	28	4,0	24,4	1,34	0,4	0,3
10×32×40		10	32	5,0	28,0	1,65	0,4	0,3
10×36×45		10	36	5,0	31,3	1,70	0,4	0,3
10×42×52		10	42	6,0	36,9	0,15	0,4	0,3
10×46×56		10	46	7,0	40,9	1,02	0,5	0,5
16×52×60	16	16	52	5,0	47,0	2,57	0,5	0,5
16×56×65		16	56	5,0	50,6	0,86	0,5	0,5
16×62×72		16	62	6,0	56,1	2,44	0,5	0,5
16×72×82		16	72	7,0	65,9	2,50	$0,5^{+0,3}_{0}$	0,5
20×82×92	20	20	82	6,0	75,6	2,40	0,5	0,5
20×92×102		20	92	7,0	85,5	-	0,5	0,5
20×102×115		20	102	8,0	94,0	6,30	0,5	0,5
20×112×125		20	112	9,0	104	4,40	0,5	0,5

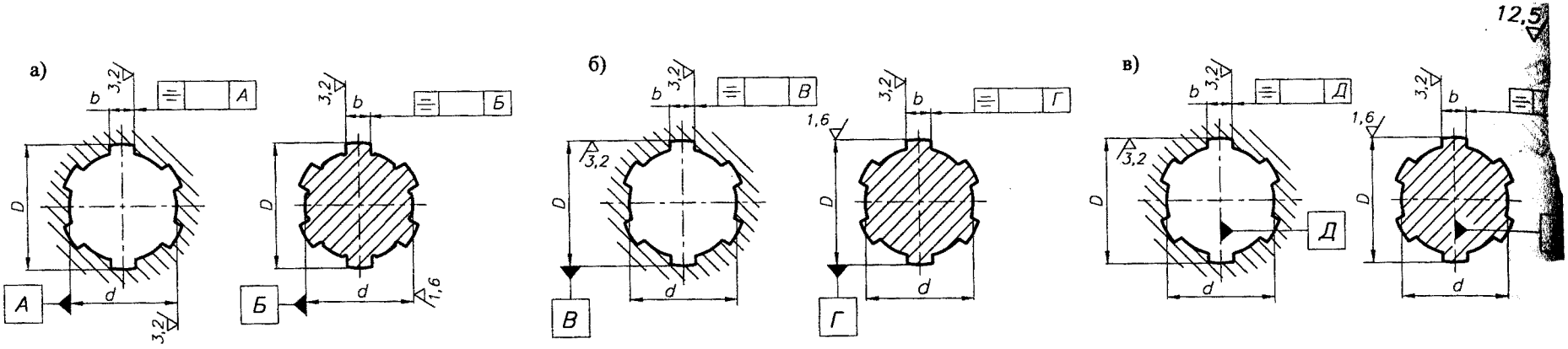


Рис. 10.2.2. Базовые поверхности, шероховатость, допуски формы и расположения поверхностей шлицевого прямобочного соединения при центрировании: а) по d; б) по D; в) по b

2. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ (табл. 10.2.2)

Табл. 10.2.2. Рекомендуемые посадки валов и втулок

Вид центрирования	Вид соединения	Посадки центрирующего диаметра	Посадки по боковым сторонам шлицев	Посадки нецентрирующего диаметра	
d	Подвижное	$\frac{H7}{f7}$ $\frac{H7}{g6}$ $\frac{H7}{g7}$ $\frac{H7}{h7}$	$\frac{D9}{e9}$ $\frac{D9}{f9}$ $\frac{F8}{h7}$ $\frac{F10}{e9}$ $\frac{F10}{f9}$ $\frac{H9}{d10}$ $\frac{H9}{f9}$ $\frac{H9}{h7}$ $\frac{H9}{h10}$ $\frac{H11}{d10}$ $\frac{H11}{f9}$	$\frac{H10}{a11}$ $\frac{H11}{a11}$ $\frac{H12}{a11}$	
	Неподвижное	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{D9}{js7}$ $\frac{D9}{k7}$ $\frac{F8}{js7}$ $\frac{F8}{k7}$ $\frac{F10}{js7}$		
D	Подвижное	$\frac{H7}{f7}$ $\frac{H7}{g6}$ $\frac{H7}{h7}$	$\frac{D9}{d9}$ $\frac{F8}{f7}$ $\frac{F8}{f8}$ $\frac{F10}{f7}$ $\frac{F10}{f8}$ $\frac{F10}{h9}$	$\frac{H11}{-}$	
	Неподвижное	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{F8}{js7}$		
b	Подвижное		$\frac{D9}{e8}$ $\frac{D9}{f8}$ $\frac{F10}{d9}$ $\frac{F10}{f8}$	d: $\frac{H11}{a11}$	D: $\frac{H11}{-}$
	Неподвижное		$\frac{F8}{js7}$		

3. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ (рис. 10.2.2).

4. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Параллельность зубьев к оси вала (втулки) ⫽ – IT 7 ширины b (рис. 10.2.2).

5. ИЗОБРАЖЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

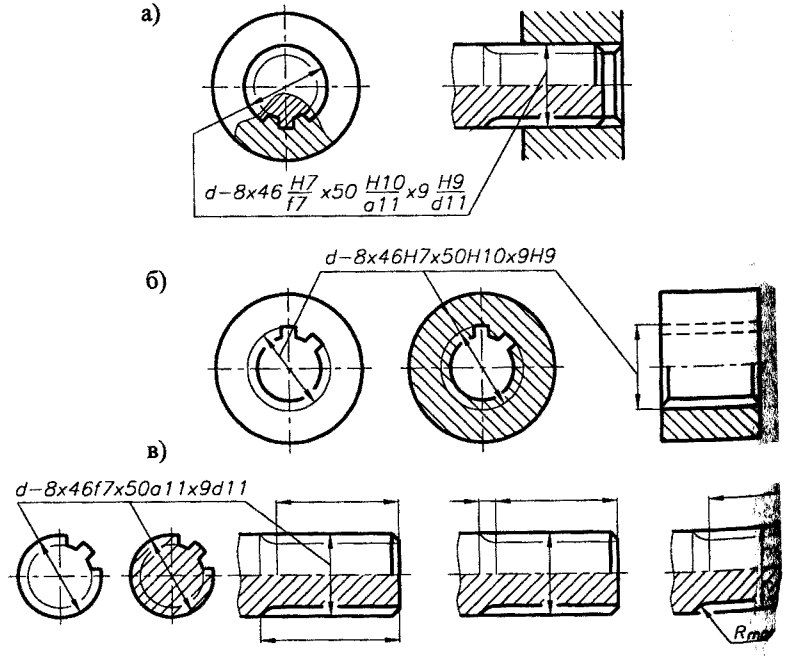


Рис. 10.2.3. Изображение на чертеже:
а) шлицевого соединения;
б) шлицевой втулки; в) шлицевого вала

10.2.2. СОЕДИНЕНИЯ ШЛИЦЕВЫЕ ЭВОЛЬВЕНТНЫЕ С УГЛОМ ПРОФИЛЯ 30° ГОСТ 6033-80

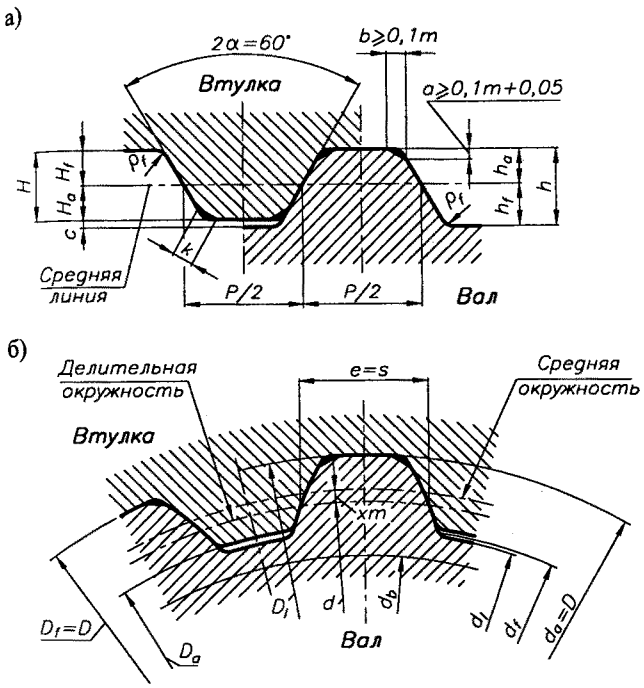


Рис. 10.2.4. Соединение с центрированием по наружному диаметру (D):
а) исходный контур; б) форма зубьев вала и втулки

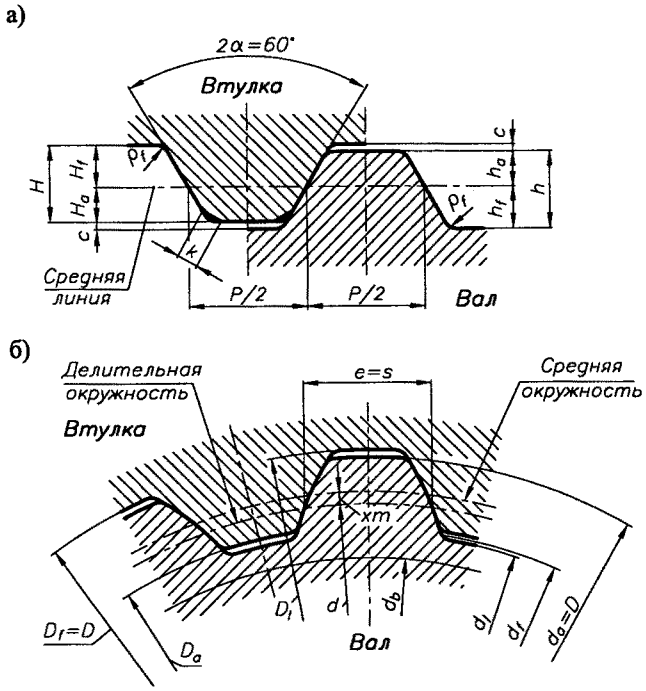


Рис. 10.2.5. Соединение с центрированием по боковым поверхностям зубьев (S) (плоская форма дна впадины):
а) исходный контур; б) форма зубьев вала и втулки

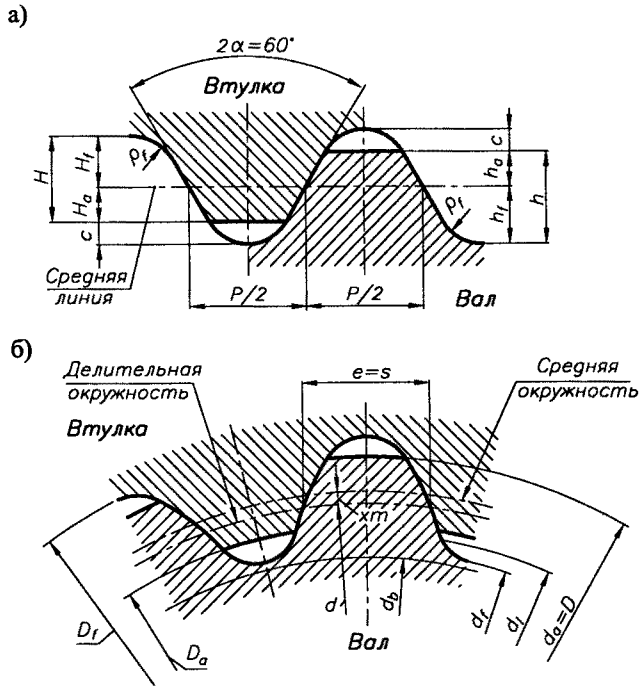


Рис. 10.2.6. Соединение с центрированием по боковым поверхностям зубьев (S) (закругленная форма дна впадины):
а) исходный контур; б) форма зубьев вала и втулки

Табл. 10.2.3. Зависимости для определения размеров шлицевых соединений

Модуль	m	
Число зубьев	z	
Диаметр делительной окружности	d	$d = m\,z$
Угол профиля зуба	α	$\alpha = 30°$
Делительный окружной шаг зубьев	P	$P = \pi\,m$
Диаметр основной окружности	d_b	$d_b = m\,z\cos\alpha$
Высота зуба вала	h	$h = h_a + h_{f\,\min}$
Высота зуба втулки	H	$H = H_a + H_f$
Высота головки зуба вала:	h_a	
- при центрировании по боковым поверхностям зубьев		$h_a = 0{,}45\,m$
- при центрировании по наружному диаметру		$h_a = 0{,}55\,m$
Высота головки зуба втулки	H_a	$H_a = 0{,}55\,m$

Продолжение табл. 10.2.3 на след. стр.

Табл. 10.2.4. Номинальные диаметры, модули и числа зубьев

Номинальн. диаметр D			Модуль m, мм								
		Ряд 1	0,5		0,8		1,25		2,0		3,0
		Ряд 2		0,6		1,0		1,5		2,5	
Ряд 1	Ряд 2		Число зубьев z								
...											
15			28	23	17	13	10	8	6		
	16		30	25	18	14	11	9	6		
17			32	27	20	15	12	10	7		
	18		34	28	21	16	13	10	7		
20			38	32	23	18	14	12	8	6	
	22		42	35	26	20	16	13	9	7	6

Номинальн. диаметр D			Модуль m, мм											
		Ряд 1	0,5		0,8		1,25		2,0		3,0		4	
		Ряд 2		0,6		1,0		1,5		2,5		3,5		5
Ряд 1	Ряд 2		Число зубьев z											
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

Продолжение табл. 10.2.4 на след. стр.

Продолжение табл. 10.2.3

Высота ножки зуба вала:	h_f	
- при плоской форме дна впадины		$h_{f\,min} = 0{,}55\,m$ $h_{f\,max} = 0{,}65\,m$
- при закругленной форме дна впадины		$h_{f\,min} = 0{,}83\,m$
Высота ножки зуба втулки:	H_f	
- при плоской форме дна впадины		$H_{f\,min} = 0{,}55\,m$ $H_{f\,max} = 0{,}65\,m$
- при закругленной форме дна впадины		$H_f = 0{,}77\,m$
Радиус кривизны переходной кривой зуба	ρ_f	$\rho_{f\,min} = 0{,}15\,m$
Номинальная делительная окружная толщина зуба вала	s	$s = 0{,}5\pi m + 2xm\,\mathrm{tg}\alpha$
Номинальная делительная окружная ширина впадины втулки	e	$e = 0{,}5\pi m + 2xm\,\mathrm{tg}\alpha$
Номинальный (исходный) диаметр соединения	D	$D = mz + 2xm + 1{,}1\,m$
Диаметр окружности впадин втулки:		
- при плоской форме дна впадины		$D_f = D$
- при закругленной форме дна впадины		$D_{f\,min} = D + 0{,}44\,m$
Диаметр окружности вершин зубьев втулки	D_a	$D_a = D - 2\,m$
Смещение исходного контура		$xm = 0{,}5(D - mz - 1{,}1m)$
Диаметр окружности впадин вала:	d_f	
- при плоской форме дна впадины		$d_{f\,max} = D - 2{,}2\,m$
- при закругленной форме дна впадины		$d_{f\,max} = D - 2{,}76\,m$
Диаметр окружности вершин зубьев вала:	d_a	
- при центрировании по боковым поверхностям зубьев		$d_a = D - 0{,}2\,m$
- при центрировании по наружному диаметру		$d_a = D$
Диаметр окружности граничных точек зуба втулки	D_l	$D_{l\,min} = d_a + F_R$
Диаметр окружности граничных точек зуба вала	d_l	$d_{l\,max} = d_a - F_R$
Фаска или радиус притупления продольной кромки зуба втулки	k	$k = 0{,}15\,m$
Радиальный зазор	c	$c_{min} = 0{,}1\,m$

1. ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ

Шлицевые соединения имеют эвольвентный профиль зубьев, расположенных параллельно оси соединения.

Выполняются с центрированием:

- по наружному диаметру (центрирование по D) (рис. 10.2.4);
- по эвольвентным боковым поверхностям зубьев (центрирование по S) при плоской форме дна впадины (рис. 10.2.5) или при закругленной форме дна впадины (рис. 10.2.6);

Допускается применять центрирование по внутреннему диаметру.

Применение видов центрирования (10.2.1. п.1).

Номинальные диаметры, модули и числа зубьев (табл. 10.2.4).

Зависимости для определения размера шлицевых соединений (табл. 10.2.3).

Численные значения размеров шлицевых соединений для ... ных модулей представлены в ГОСТ 6033-80.

Продолжение табл. 10.2.4

Номинальн. диаметр D		Модуль m, мм													
		Ряд 1		0,8		1,25		2,0		3,0		4		6	
		Ряд 2	0,6		1,0		1,5		2,5		3,5		5		8
Ряд	Ряд	Число зубьев z													
	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**	26	**21**	18	15	12	10	
70						54	45	**34**	26	**22**	18	16	12	10	7

Номинальн. диаметр D		Модуль m, мм									
		Ряд 1	1,25		2,0		3,0		4		6
		Ряд 2		1,5		2,5		3,5		5	
Ряд 1	Ряд 2	Число зубьев z									
	72		56	46	**34**	27	**22**	20	16	13	10
75			58	48	**36**	28	**24**	20	17	13	11
	78		60	50	**38**	30	**24**	21	18	14	11
80			62	52	**38**	30	**25**	22	18	14	12
	82			53	40	31	**26**	22	19	15	12
85				55	41	32	**27**	24	20	**15**	13
	88			57	42	34	**28**	24	20	**16**	13
90				58	44	34	**28**	24	21	**16**	13
	92			60	44	35	**29**	25	22	**17**	14
95				62	46	36	**30**	26	22	**18**	14
	98			64	48	38	**31**	26	23	**18**	15
100	...			64	48	38	**32**	28	24	**18**	15

Примечания:

1. При выборе номинальных диаметров и модулей ряд 1 следует предпочитать ряду 2.
2. Числа зубьев, выделенные и подчеркнутые линией, являются предпочтительными.
3. Модуль 3,5 по возможности не применять.

2. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

а) Центрирование по наружному диаметру D.

Ряды основных отклонений:

- для диаметра D_f - *H7, H8.*
- для диаметра d_a - *f7, g6, h6, js6, n6.*

б) Центрирование по боковым поверхностям зубьев S.

Ряды основных отклонений:

- для ширины впадины втулки - H по степеням точности 7, 8, 9.
- для толщины зуба вала - *a, c, d, f, g, h, k, n, p, r* по степеням точности 7, 8, 9, 10, 11.

Установлено обозначение полей допусков в виде числа, показывающего степень точности, за которым следует буква, показывающая основное отклонение (см. пример обозначений шлицев).

в) Допуски нецентрирующих диаметров.

- при центрирование по наружному диаметру:
  D_a - поле допуска *H11;*
  d_f - поле допуска при плоской форме дна впадины *h16.*
- при центрирование по боковым поверхностям зубьев:
  D_a - поле допуска *H11;*
  D_f - поле допуска при плоской форме дна впадины *H16;*
  d_a - поле допуска *d9, h12;*
  d_f - поле допуска при плоской форме дна впадины *h16.*

3. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ

см. рис. 10.2.2б - при центрировании по D

см. рис. 10.2.2в - при центрировании по S

4. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИ

Параллельность зубьев к оси вала (вту

$\boxed{=}$ - *IT* 7 толщины S зуба (рис. 10.2.

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ

шлицевого эвольвентного соединения

тром D = 50 мм, с модулем m = 2,0 мм

а) с центрированием по наружному диа

и посадкой *H7/g6*, с посадкой по нецент

щим поверхностям зубьев *9H/9h*:

50xH7/g6x2x9H/9h ГОСТ 603

То же, для внутренних шлицев соедин

50xH7x2x9H ГОСТ 603

То же, для наружных шлицев соединен

50xg6x2x9h ГОСТ 603

б) с центрированием по боковым пове

тям зубьев и посадкой *9H/9g*:

50x2x9H/9g ГОСТ 603

То же, для внутренних шлицев соедин

50x2x9H ГОСТ 603

То же, для наружных шлицев соедине

50x2x9g ГОСТ 603

5. ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ ЭВОЛЬВЕНТНОГО И ТРЕУГОЛЬНОГО ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

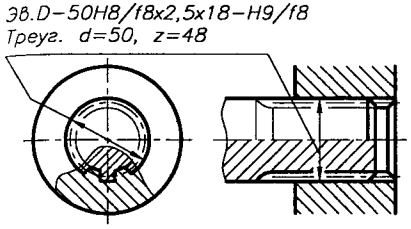


Рис. 10.2.7. Изображение на чертеже шлицевого соединения

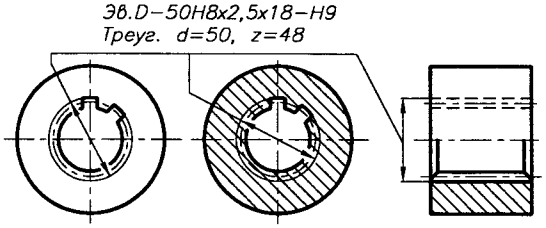


Рис. 10.2.8. Изображение на чертеже шлицевой втулки

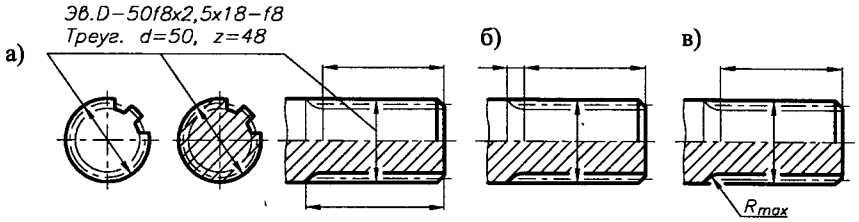


Рис. 10.2.9. Изображение на чертеже шлицевого вала

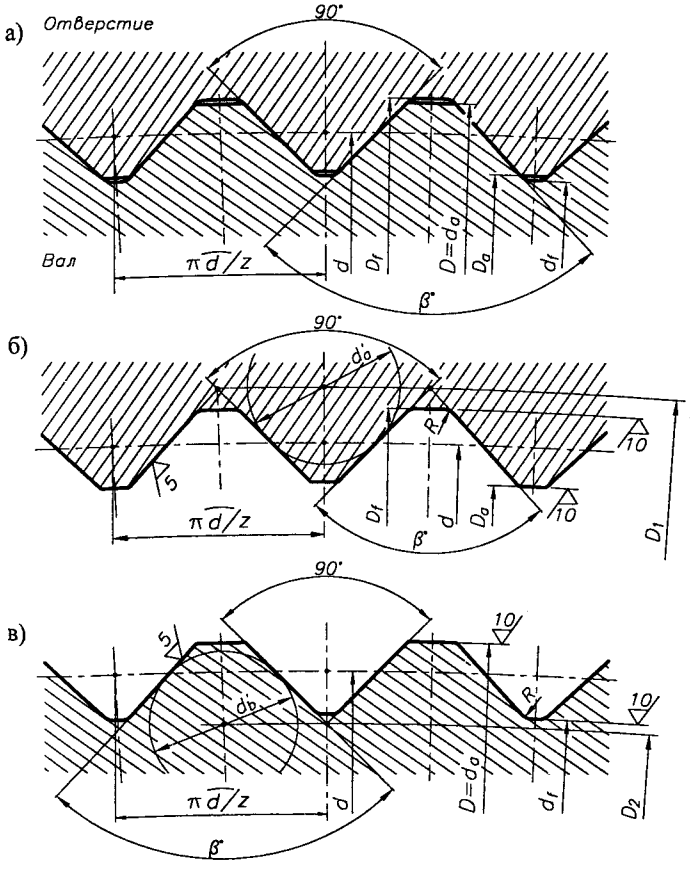


Рис. 10.2.10. Соединение шлицевое треугольное:
а) соединение; б) втулка соединения; в) вал соединения

10.2.3. СОЕДИНЕНИЯ ШЛИЦЕВЫЕ ТРЕУГОЛЬНЫЕ [2]

Табл. 10.2.5. Основные параметры и размеры элементов соединения, мм

Номинальн. диаметр D	Число зубьев z	Диаметр делительной окружн. d	Втулка		Вал		Номинальн. диаметр	Число зубьев z	Диаметр делительной окружн. d	Втулка		Вал	
			Наружн. диам. D_a	Внутр. диам. D_f	Наружн. диам. d_a	Внутр. диам. d_f				Наружн. диам. D_a	Внутр. диам. D_f	Наружн. диам. d_a	Внутр. диам. d_f
18	36	17,430	18,03	16,81	18	16,78	40	48	39,064	40,05	38,05	40	38,00
20		19,339	20,03	18,66	20	18,63	42		41,016	42,05	39,95	42	39,90
22	48	21,527	22,03	20,97	22	20,94	45		43,944	45,05	42,81	45	42,76
25		24,455	25,03	23,82	25	23,79	50		48,833	50,05	47,57	50	47,52
28		27,373	28,03	26,66	28	26,63	55		53,722	55,05	52,33	55	52,28
30		29,325	30,03	28,57	30	28,54	60		58,621	60,05	57,10	60	57,05
32		31,277	32,05	30,47	32	30,42	65		63,519	65,05	61,88	65	61,83
35		34,195	35,05	33,31	35	33,26	70		68,409	70,05	66,64	70	66,59
38		37,113	38,05	36,15	38	36,10	75		73,298	75,05	71,40	75	71,35

Треугольные зубья (шлицы) применяются главным образом для неподвижных соединений при небольших величинах крутящего момента с целью избежания прессовых посадок, а также при тонкостенных втулках. Наряду с цилиндрическими применяются конические соединения. Конусность обычно принимается 1/16 (угол наклона по дну впадины 1°47'). Размеры зубьев нормируются по большому основанию конуса (сечение А-А) (рис. 10.2.11). Центрирование - по боковым граням зубьев.

$\beta = 80°$ - для $z = 36$; $\beta = 82{,}5°$ - для $z = 48$.

Изображение соединения на чертеже - рис. 10.2.7...10.2.9.

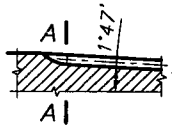


Рис. 10.2.11. Выполнение вала конического соединения

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ:

соединения с номинальным диаметром $d = 50$ мм и числом зубьев $z = 48$: *Треуг. d=50, z=48*

11. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

11.1. ТОЧНОСТЬ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС [4, 13, 16, 17, 21, 42]

11.1.1. СТЕПЕНИ ТОЧНОСТИ И ВИДЫ СОПРЯЖЕНИЙ ЗУБЬЕВ

Устанавливаются двенадцать степеней точности зубчатых колес и передач, обозначаемых в порядке убывания точности цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12.

В общем машиностроении используются 6-я, 7-я, 8-я и 9-я степени точности (табл. 4.2.14, табл. 4.2.23).

Для каждой степени точности устанавливаются нормы: кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев зубчатых колес в передаче.

Допускается комбинирование норм кинематической точности, норм плавности работы и норм контакта зубьев зубчатых колес различных степеней точности.

При комбинировании норм разных степеней точности, нормы плавности работы могут быть не более чем на две степени точнее или на одну ступень грубее норм кинематической точности. Нормы контакта зубьев не могут назначаться по ступеням точности более грубым, чем нормы плавности.

Устанавливаются шесть видов сопряжения зубчатых колес в передаче, обозначаемых в порядке убывания гарантированного бокового зазора буквами *A, B, C, D, E, H* и восемь видов допуска IT_n на боковой зазор *x, y, z, a, b, c, d, h* в порядке убывания величины бокового зазора и допуска на него (рис. 11.1.1).

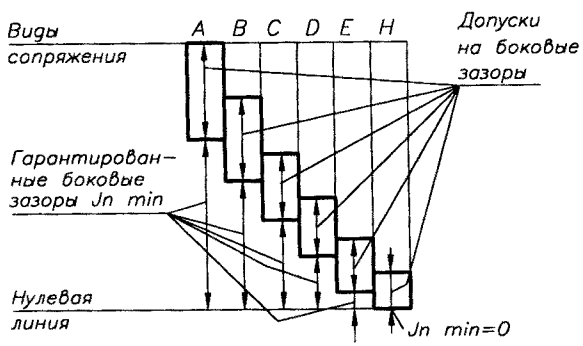


Рис. 11.1.1. Виды сопряжения зубьев и гарантированные боковые зазоры

Виды сопряжений зубчатых колес в зависимости от степени точности по нормам плавности (табл. 11.1.1).

Табл. 11.1.1. Виды сопряжений зубчатых колес в передаче

Вид сопряжений	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*H*
Степень точности по нормам плавности работы	3...12	3...11	3...9	3...8	3...7	3...7

Видам сопряжений *H* и *E* соответствует вид допуска на боковой зазор *h*, а видам сопряжений *D, C, B, A* - виды допуска *d, c, b, a* соответственно.

Точность изготовления зубчатых колес задается степенью точности, а требования к боковому зазору - видом сопряжения по нормам бокового зазора.

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ точности цилиндрической (конической, червячной) передачи со степенью точности 7 по всем нормам, с видом сопряжения колес *B*

7–B ГОСТ 1643–81 - для цилиндрических передач;
7–B ГОСТ 1758–81 - для конических передач;
7–B ГОСТ 3675–81 - для червячных цилиндрических передач.

При комбинировании норм различных степеней точности и изменении соответствия между видом сопряжения и видом допуска на боковой зазор точность зубчатых колес обозначается последовательным написанием (через тире) трех цифр и двух букв. Первая цифра обозначает степень по нормам кинематической точности, вторая - степень по нормам плавности работы, третья - степень по нормам контакта зубьев, первая из букв - вид сопряжения, а вторая - вид допуска на боковой зазор.

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ точности цилиндрической (конической, червячной) передачи со степенью 9 по нормам кинематической точности, со степенью 8 по нормам плавности, со степенью 7 по нормам контакта зубьев, с видом сопряжения *B*, видом допуска на боковой зазор *a*:

9–8–7–B a ГОСТ 1643–81 - для цилиндрических передач;
9–8–7–B ГОСТ 1758–81 - для конических передач;
9–8–7–B a ГОСТ 3675–81 - для червячных цилиндрических передач.

11.1.2. ТОЧНОСТЬ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС ГОСТ 1643

Во второй части таблицы параметров венца цилиндрических колес (табл. 11.2.4) должны быть приведены данные для контроля взаимного положения разноименных профилей зубьев по одному из следующих вариантов:

- длина общей нормали *W* через z_w зубьев (11.1.2.1);
- толщина зуба постоянной хорде $\bar{S}_c$ и высота до постоянной хорды $\bar{h}_c$ (11.1.2.2);
- торцевой размер по роликам (шарикам) *M* и диаметр ролика (шарика) *D*.

11.1.2.1. ДЛИНА ОБЩЕЙ НОРМАЛИ

1. ПРЯМОЗУБЫЕ КОЛЕСА

Длиной общей нормали (*W*) к двум разноименным боковым поверхностям зубьев называют длину прямой *AB*, касательной к основной окружности (рис. 11.1.2).

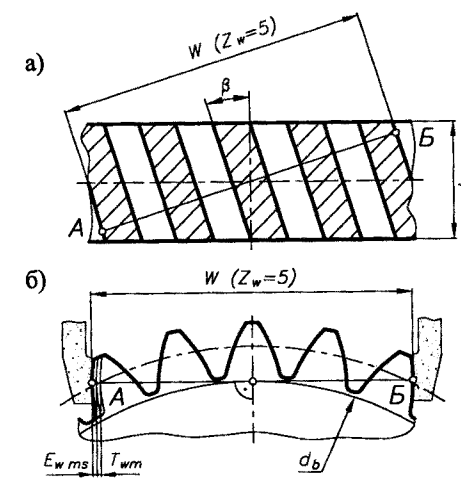


Рис. 11.1.2. Схема замера длины общей нормали при числе охватываемых зубьев $Z_w = 5$ для цилиндрических колес:
а) косозубых; б) прямозубых,
а также расположение отклонений и допусков

Номинальная длина общей нормали при $\alpha = 20°$, мм

$$W^* = (W' + 0{,}684\,x)\,m,$$

где W' – длина общей нормали при $m = 1$ мм для числа зубьев $z_w = f(z)$, охватываемых при измерении,

$$\left.\begin{array}{l} W' = f(z),\ \text{мм} \\ z_w = f(z) \end{array}\right\}\ \text{табл. 11.1.2},$$

x – коэффициент радиального смещения,

z – число зубьев измеряемого колеса,

m – модуль зацепления, мм.

Действительная длина общей нормали, указываемая на чертежах, мм

- для колес внешнего зацепления

$$W = (W^* - E_{wms}) - T_{wm};$$

- для колес внутреннего зацепления

$$W = (W^* + E_{wms}) + T_{wm},$$

где: E_{wms} - наименьшее отклонение средней длины общей нормали, мм; $E_{wms} = E'_{wms} + E''_{wms}$;

E'_{wms} - слагаемое 1 отклонения, мм (табл. 11.1.3); $E'_{wms} = f(d$, степень точности, вид сопряжения);

E''_{wms} - слагаемое 2 отклонения, мм (табл. 11.1.4); $E''_{wms} = f(F_r)$;

T_{wm} - допуск на среднюю длину общей нормали, мм, (табл. 11.1.5); $T_{wm} = f$ (вид сопряжения, вид допуска на боковой зазор, F_r);

F_r - допуск на радиальное биение зубчатого венца, мкм (табл. 11.1.6); $F_r = f$ (степень точности, d, m).

ПРИМЕР 1: Зубчатое колесо $z = 42$, $m = 5$ мм, $\beta = 0°$, степень точности 8-C, $x = 0$, внешнее зацепление.

$d = m\,z = 5 \cdot 42 = 210$ мм;

$z_w = 5$ (табл. 11.1.2), $W' = 13{,}8728$ мм (табл. 11.1.2);

$W^* = (W' + 0{,}684\,x)\,m = (13{,}8728 + 0{,}684 \cdot 0) \cdot 5 = 69{,}364$ мм;

$E'_{wms} = 0{,}100$ мм (табл. 11.1.3);

$F_r = 71$ мкм (табл. 11.1.6);

$E''_{wms} = 0{,}018$ мм - для $F_r = 71$ мкм (табл. 11.1.4);

$E_{wms} = E'_{wms} + E''_{wms} = 0{,}100 + 0{,}018 = 0{,}118$ мм;

$T_{wm} = 0{,}090$ мм (табл. 11.1.5);

$W = (W^* - E_{wms}) - T_{wm} = (69{,}364 - 0{,}118)_{-0{,}09} = 69{,}25_{-0{,}09}$ мм.

Табл. 11.1.5. Допуск на среднюю длину общей нормали T_{wm}, мкм

ГОСТ 1643-81

Вид сопряжения	Допуск на боковой зазор	Допуск на радиальное биение венца F_r, мкм								
		> 25 ≤ 32	> 32 ≤ 40	> 40 ≤ 50	> 50 ≤ 60	> 60 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 125	> 125 ≤ 160	> 160 ≤ 200
		T_{wm}, мкм								
H,E	h	22	25	25	28	30	40	55	70	80
D	d	35	40	40	40	60	70	80	100	120
C	c	45	50	60	70	90	110	120	140	180
B	b	55	60	70	100	100	120	140	200	250
A	a	80	90	100	110	140	150	180	240	280
–	z	100	110	120	140	180	200	250	300	400
–	y	120	160	180	220	240	300	350	400	500
–	x	160	180	220	250	300	350	400	550	700

Табл. 11.1.3. Наименьшее отклонение средней длины общей нормали E'_{wms} (слагаемое 1)

ГОСТ 1643-81

Степень точности	Вид сопряжения	Делительный диаметр d, мм								
		≤ 80	> 80 ≤ 125	> 125 ≤ 180	> 180 ≤ 250	> 250 ≤ 315	> 315 ≤ 400	> 400 ≤ 500	< 500 ≤ 630	> 630 ≤ 800
		E'_{wms}, мкм								
6	H	8	10	11	12	14	16	18	20	22
7		10	10	12	14	16	18	20	22	25
6	E	20	24	28	30	35	40	45	50	55
7		25	30	30	35	40	45	50	55	60
6	D	30	35	40	50	55	60	70	70	90
7		35	40	50	55	60	70	70	80	100
8		40	50	50	60	70	70	80	90	110
6	C	50	60	70	80	90	100	110	120	140
7		55	70	70	80	100	110	120	140	140
8		60	80	80	100	110	120	140	140	160
9		70	80	100	110	120	140	140	160	200
6	B	80	100	110	120	140	160	180	200	220
7		100	110	120	140	180	180	200	200	250
8		100	110	140	140	180	200	200	250	280
9		110	120	140	160	200	200	250	280	300
6	A	120	140	180	200	220	250	280	300	350
7		140	180	200	200	250	280	300	350	350
8		160	200	200	250	280	300	350	350	400
9		180	200	250	280	280	350	350	400	500

Табл. 11.1.4. Наименьшее отклонение средней длины общей нормали E''_{wms} (слагаемое 2)

ГОСТ 1643-81

Допуск на радиальное биение венца F_r, мкм								
> 25 ≤ 32	> 32 ≤ 40	> 40 ≤ 50	> 50 ≤ 60	> 60 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 125	> 125 ≤ 160	> 160 ≤ 200
E''_{wms}, мкм								
7	9	11	14	18	22	25	35	45

Табл. 11.1.2. Длина общей нормали W' цилиндрических зубчатых колес, мм [16]

($x = 0$, $\alpha = 20°$, $m = 1{,}0$ мм)

z	z_w	W'	z	z_w	W'	z	z_w	W'	z	z_w	W'	z	z_w	W'
11	2	4,5822	29	4	10,7386	47	6	16,8950	65	8	23,0513	83	10	29,2077
12		,5963	30		,7526	48		,9090	66		,0653	84		,2217
13		,6103	31		,7666	49		,9230	67		,0794	85		,2357
14		,6243	32		,7806	50		,9370	68		,0934	86		,2497
15		,6383	33		,7946	51		,9510	69		,1074	87		,2637
16		4,6523	34		10,8086	52		16,9650	70		23,1214	88		29,2777
17	3	7,6184	35	5	13,7748	53	7	19,9311	71	9	26,0875	89	11	32,2438
18		,6324	36		,7888	54		,9452	72		,1015	90		,2558
19		,6464	37		,8028	55		,9592	73		,1155	91		,2718
20		,6604	38		,8168	56		,9732	74		,1295	92		,2858
21		,6744	39		,8308	57		19,9872	75		,1435	93		,2998
22		,6884	40		,8448	58		20,0012	76		,1575	94		,3139
23		,7024	41		,8588	59		,0152	77		,1755	95		,3279
24		,7165	42		,8728	60		,0292	78		,1855	96		,3419
25		7,7305	43		13,8868	61		20,0432	79		26,1995	97		32,3559
26	4	10,6966	44	6	16,8530	62	8	23,0093	80	10	29,1657	98	12	35,3320
27		,7106	45		,8670	63		,0233	81		,1797	99		,3360
28		10,7246	46		16,8810	64		23,0373	82		29,1937	100		35,3500

Табл. 11.1.6. Допуск на радиальное биение зубчатого венца F_r

ГОСТ 1643-81
ГОСТ 1758-81

Модуль m (m_m), мм	Степень точности											
	6			7			8			9		
	Делительный диаметр d (d_m), мм											
	≤125	>125 ≤400	>400 ≤800	≤125	>125 ≤400	>400 ≤800	≤125	>125 ≤400	>400 ≤800	≤125	>125 ≤400	>400 ≤800
	F_r, мкм											
$1 \leqslant m < 3{,}5$	25	36	45	36	50	63	45	63	80	71	80	100
$3{,}5 \leqslant m < 6{,}3$	28	40	50	40	56	71	50	71	90	80	100	112
$6{,}3 \leqslant m < 10$	32	45	56	45	63	80	56	80	100	90	112	125
$10 \leqslant m < 16$	–	50	63	–	71	90	–	90	112	–	125	160

2. КОСОЗУБЫЕ КОЛЕСА

Для расчета длины общей нормали цилиндрических косозубых и шевронных колес используются те же зависимости и таблицы, что и для прямозубых колес, но для расчета используется условное число зубьев $z_y = z\,k$. Значения $k = f(\beta)$ (табл. 11.1.7).

Как правило, условное число зубьев z_y получается не целое. Поэтому вводится поправка W_y, определяемая дробной частью $(z_y - z_y')$ $\quad W_y = 0{,}0149\,(z_y - z_y')$,
где z_y' - целая часть условного числа зубьев.

Тогда номинальная длина общей нормали при $\alpha = 20°$
$W^* = (W' + W_y + 0{,}684\,x)\,m$, мм. Дальнейший расчет (п. 1).

ПРИМЕР 2: Зубчатое колесо $z = 42$, $m = 5$ мм, $\beta = 14°22'$, степень точности 8-C, $x = 0$, внешнее зацепление (рис. 11.2.15).
$d = m\,z/\cos 14°22' = 5 \cdot 42/0{,}9687 = 216{,}78$ мм;
$k = 1{,}0948$ (табл. 11.1.7), $z_y = z\,k = 42 \cdot 1{,}0948 = 45{,}98$ ($z_y' = 45$);
Для $z_y' = 45$ $z_w = 6$ (табл. 11.1.2); $W' = 16{,}8670$ (табл. 11.1.2);
$W_y = 0{,}0149\,(z_y - z_y') = 0{,}0149\,(45{,}98 - 45) = 0{,}0146$ мм;
$W^* = (W' + W_y + 0{,}684\,x)\,m = (16{,}8670 + 0{,}0146 + 0) \cdot 5 = 84{,}408$ мм;
$E'_{wms} = 0{,}100$ мм (табл. 11.1.3); $\quad F_r = 71$ мкм (табл. 11.1.6);
$E''_{wms} = 0{,}018$ мм (табл. 11.1.4); $\quad T_{wm} = 0{,}090$ мм (табл. 11.1.5);
$E_{wms} = E'_{wms} + E''_{wms} = 0{,}100 + 0{,}018 = 0{,}118$ мм;
$W = (W^* - E_{wms}) - T_{wm} = (84{,}408 - 0{,}118)_{-0{,}09} = 84{,}39_{-0{,}09}$ мм.

Табл. 11.1.7. Значения коэффициента k для расчета условного числа зубьев [16, 17]

β	k	β	k	β	k
8°	1,0288	13°	1,0768	18°	1,1536
8°20'	1,0309	13°20'	1,0810	18°20'	1,1598
8°40'	1,0333	13°40'	1,0853	18°40'	1,1665
9°	1,0359	14°	1,0896	19°	1,1730
9°20'	1,0388	14°20'	1,0943	19°20'	1,1797
9°40'	1,0415	14°40'	1,0991	19°40'	1,1866
10°	1,0446	15°	1,1039	20°	1,1936
10°20'	1,0477	15°20'	1,1088	20°20'	1,2010
10°40'	1,0508	15°40'	1,1139	20°40'	1,2084
11°	1,0543	16°	1,1192	21°	1,2160
11°20'	1,0577	16°20'	1,1244	21°20'	1,2239
11°40'	1,0613	16°40'	1,1300	21°40'	1,2319
12°	1,0652	17°	1,1358	22°	1,2401
12°20'	1,0688	17°20'	1,1415	22°20'	1,2485
12°40'	1,0728	17°40'	1,1475	22°40'	1,2570

Примечания:
1. Для промежуточных величин β значение k находится интерполированием.
2. Для величин $\beta \geqslant 23°$ значения k представлены в [17].

11.1.2.2. ТОЛЩИНА ЗУБЬЕВ ПО ПОСТОЯННОЙ ХОРДЕ И ВЫСОТА ДО ПОСТОЯННОЙ ХОРДЫ

(рис. 11.1.3)

1. Номинальная толщина зуба по постоянной хорде, мм
$$\bar{S}_c^* = (1{,}387 + 0{,}643\,x)\,m,$$
где x - коэффициент радиального смещения.

Действительная толщина зуба по постоянной хорде, указываемая на чертежах, мм
$$\bar{S}_c = (\bar{S}_c^* - E_{\bar{s}c}) - T_{\bar{c}}\,,$$
где $E_{\bar{s}c}$ - наименьшее отклонение толщины зуба по постоянной хорде, мм;

Табл. 11.1.8. Наименьшее смещение исходного контура E_{Hs} для колес с внешними зубьями

ГОСТ 1643-81

Степень точности	Вид сопряжения	Делительный диаметр d, мм: ≤ 80	> 80 ≤ 125	> 125 ≤ 180	> 180 ≤ 250	> 250 ≤ 315	> 315 ≤ 400	> 400 ≤ 500	< 500 ≤ 630	> 630 ≤ 800
		E_{Hs}, мкм								
7	H	14	16	18	20	22	25	28	30	35
7	E	35	40	45	50	55	60	70	80	90
7	D	50	60	70	80	90	100	110	120	140
8		55	70	80	90	100	110	120	140	160
7	C	80	100	110	120	140	160	180	200	220
8		90	110	120	140	160	180	200	220	250
9		100	120	140	160	180	200	200	250	280
7	B	140	160	180	200	250	250	280	300	350
8		140	160	200	220	250	280	300	350	400
9		160	180	200	250	280	300	350	400	400
7	A	200	250	280	300	350	400	450	500	550
8		220	280	300	350	400	450	500	550	600
9		250	280	350	400	400	500	500	600	700

Табл. 11.1.9. Допуск на смещение исходного контура T_H

ГОСТ 1643-81

Вид сопряжения	Допуск на боковой зазор	Допуск на радиальное биение венца F_r, мкм: > 25 ≤ 32	> 32 ≤ 40	> 40 ≤ 50	> 50 ≤ 60	> 60 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 125	> 125 ≤ 160	> 160 ≤ 200
		T_H, мкм								
H,E	h	55	60	70	80	110	120	160	200	250
D	d	70	80	90	100	140	160	200	250	300
C	c	90	100	120	140	180	200	250	300	400
B	b	100	120	140	180	200	250	300	400	500
A	a	140	160	180	200	250	300	350	450	550
–	z	160	180	220	250	300	350	450	550	700
–	y	200	250	280	350	400	500	600	700	900
–	x	250	300	350	400	500	600	700	900	1100

$T_{\bar{c}}$ - допуск на толщину зуба по постоянной хорде, мм
$E_{\bar{s}c} = 2\,\mathrm{tg}\,\alpha\,E_{Hs} = 0{,}728\,E_{Hs}$;
$T_{\bar{c}} = 2\,\mathrm{tg}\,\alpha\,T_H = 0{,}728\,T_H$,
где E_{Hs} - наименьшее смещение исходного контура, мм. $E_{Hs} = f$ (степень точности и вид сопряжения зубьев, d) (табл. 11.1.8);
T_H - допуск на смещение исходного контура, мм. $T_H = f$ (вид сопряжения зубьев, допуск на боковой зазор, F_r) (табл. 11.1.9);
F_r - допуск на радиальное биение зубчатого венца, мкм. $F_r = f$ (степень точности, d, m) (табл. 11.1.6).

2. Высота головки зуба до постоянной хорды, мм
$$\bar{h}_c = 0{,}5\,(d_a - d - 0{,}364\,\bar{S}_c^*).$$
При $x = 0$ $\quad h_c = 0{,}748\,m$, мм.

ПРИМЕР 3: Зубчатое колесо $z = 42$, $m = 5$ мм, $\beta = 14°22'$, степень точности 8-C, $x = 0$, внешнее зацепление.
$d = m\,z/\cos 14°22' = 5 \cdot 42/0{,}9687 = 216{,}78$ мм;
$d_a = m\,(z/\cos\beta + 2) = 5\,(42/0{,}9687 + 2) = 226{,}78$ мм;
$\bar{S}_c^* = (1{,}387 + 0{,}643\,x)\,m = 1{,}387 \cdot 5 = 6{,}935$ мм;
$E_{Hs} = 0{,}140$ мм (табл. 11.1.8);
$E_{\bar{s}c} = 0{,}728\,E_{Hs} = 0{,}728 \cdot 0{,}140 = 0{,}102$ мм;
$F_r = 71$ мкм (табл. 11.1.6);
$T_H = 0{,}180$ мм (табл. 11.1.9);
$T_{\bar{c}} = 0{,}728\,T_H = 0{,}728 \cdot 0{,}180 = 0{,}131$ мм;
$\bar{S}_c = (\bar{S}_c^* - E_{\bar{s}c}) - T_{\bar{c}} = (6{,}935 - 0{,}102)_{-0{,}131} = 6{,}83_{-0{,}13}$ мм;
$\bar{h}_c = 0{,}5\,(d_a - d - 0{,}364\,\bar{S}_c^*) = 0{,}5\,(226{,}78 - 216{,}78 - 0{,}364 \cdot 6{,}935) =$
$= 3{,}74$ мм.

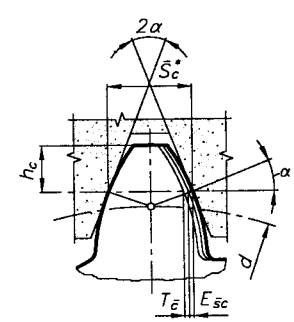


Рис. 11.1.3. Схема замера постоянной хорды и размещение отклонений и допусков для цилиндрических колес

11.1.3. ТОЧНОСТЬ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС

ГОСТ 1758-81

Во второй части таблицы параметров конических колес (табл. 11.3.4) должны быть приведены размеры зуба в измерительном сечении по одному из вариантов:

- толщина зуба по внешней постоянной хорде $\bar{S}_{ce}$ и высота до внешней постоянной хорды $\bar{h}_{ce}$ (осевая форма зуба I; зубья прямые и тангенциальные) (11.1.3.1);
- толщина зуба по средней постоянной хорде $\bar{S}_c$ и высота до средней постоянной хорды $\bar{h}_c$ (осевая форма зуба II, III; зубья круговые) (11.1.3.2).

11.1.3.1. ТОЛЩИНА ЗУБА ПО ВНЕШНЕЙ ПОСТОЯННОЙ ХОРДЕ И ВЫСОТА ДО ВНЕШНЕЙ ПОСТОЯННОЙ ХОРДЫ

1. Внешняя постоянная хорда зуба, мм (рис. 11.1.4)

$$\bar{S}^*_{ce\,1(2)} = 0{,}883\,\bar{S}_{e1(2)},$$

где $\bar{S}_e$ - внешняя окружная толщина зуба, мм.

$\bar{S}_{e1} = (1{,}571 + 0{,}728\,x + x_\tau)\,m_e$, мм - для шестерни;

$\bar{S}_{e2} = \pi\,m_e - \bar{S}_{e1}$, мм - для зубчатого колеса.

Здесь x - коэффициент радиального смещения;

x_τ - коэффициент тангенциального смещения;

m_e - внешний окружной модуль, мм.

Действительная величина внешней постоянной хорды конического зуба, указываемая на чертежах, мм

$\bar{S}_{ce1} = (\bar{S}^*_{ce1} - E^*_{\bar{s}ce}) - T^*_{\bar{s}c}$ - для шестерни;

$\bar{S}_{ce2} = (\bar{S}^*_{ce2} - E^*_{\bar{s}ce}) - T^*_{\bar{s}c}$ - для зубчатого колеса.

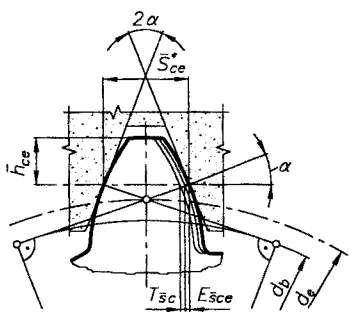


Рис. 11.1.4. Схема замера внешней постоянной хорды и размещение отклонений и допусков для конических колес

Здесь $E^*_{\bar{s}ce}$ - наименьшее отклонение постоянной хорды зуба на внешнем диаметре, мм;

$T^*_{\bar{s}c}$ - допуск на постоянную хорду зуба на внешнем диаметре, мм;

$E^*_{\bar{s}ce} = E_{\bar{s}ce}\,k_1\,[R_e/(R_e - 0{,}5\,b)]$;

$T^*_{\bar{s}c} = T_{\bar{s}c}\,[R_e/(R_e - 0{,}5\,b)]$,

где $E_{\bar{s}ce}$ - наименьшее отклонение постоянной хорды зуба на среднем диаметре для точности 7-H, мм

$E_{\bar{s}ce} = f(d_m,\ \delta,\ m_m)$ (табл. 11.1.10);

$T_{\bar{s}c}$ - допуск на постоянную хорду зуба на среднем диаметре, мм, $T_{\bar{s}c} = f$ (вид допуска на боковой зазор, F_r) (табл. 11.1.12);

F_r - допуск на радиальное биение зубчатого венца, мкм, $F_r = f$ (степень точности, d_m, m_m) (табл. 11.1.6);

k_1 - коэффициент пересчета величин $E_{\bar{s}ce}$ для других видов сопряжений (табл. 11.1.11).

2. Высота до внешней постоянной хорды зуба, мм

$$\bar{h}_{ce} = h_{ae} - 0{,}1607\,\bar{S}_{e1(2)},\ \text{где}$$

$h_{ae1} = (h^*_a + x_1)\,m_e$ - внешняя высота головки зуба шестерни, мм;

$h_{ae2} = (2\,h^*_a\,m_e - h_{ae1})$ - внешняя высота головки зуба колеса, мм;

$h^*_a = 1{,}0$ - коэффициент высоты головки зуба.

ПРИМЕР 4: (рис. 11.3.19)

Коническое колесо $z_2 = 30$, $m_{te} = 5$ мм, степень точности 8-C, $x_1 = 0{,}40$, $x_{\tau 1} = 0$, $R_e = 83{,}85$ мм, $b = 25$ мм, $\delta = 63°26'$.

$\bar{S}_{e1} = (1{,}571 + 0{,}728\,x_1 + x_{\tau 1})\,m_e = (1{,}571 + 0{,}728 \cdot 0{,}4 + 0) \cdot 5 = 9{,}311$ мм;

$\bar{S}_{e2} = \pi\,m_e - \bar{S}_{e1} = 3{,}1416 \cdot 5 - 9{,}311 = 6{,}397$ мм;

$m_m = m_e\,(R_e - 0{,}5\,b)/R_e = 5 \cdot (83{,}85 - 0{,}5 \cdot 25)/83{,}85 = 4{,}25$ мм;

$d_m = m_m\,z = 4{,}25 \cdot 30 = 127{,}64$ мм;

$E_{\bar{s}ce} = 0{,}03$ мм (табл. 11.1.10) ($m_m = 4{,}25$ мм, $\delta = 63°26'$, $d_m = 127{,}64$ мм);

$k_1 = 3$ (табл. 11.1.11) (степень точности - 8, вид сопряжения - C);

$F_r = 71$ мкм (табл. 11.1.6) (степень точности - 8, $d_m = 132$ мм, $m_m = 4{,}2$ мм);

$T_{\bar{s}c} = 0{,}11$ мм (табл. 11.1.12) ($F_r = 71$ мкм, допуск на боковой зазор C);

$E^*_{\bar{s}ce} = E_{\bar{s}ce}\,k_1\,[R_e/(R_e - 0{,}5\,b)] = 0{,}03 \cdot 3 \cdot [83{,}85/(83{,}85 - 0{,}5 \cdot 25)] = 0{,}106$ мм;

$T^*_{\bar{s}c} = T_{\bar{s}c}\,[R_e/(R_e - 0{,}5\,b)] = 0{,}11\,[83{,}85/(83{,}85 - 0{,}5 \cdot 25)] = 0{,}129$ мм;

$\bar{S}^*_{ce} = 0{,}883\,\bar{S}_{e2} = 0{,}883 \cdot 6{,}397 = 5{,}649$ мм;

$\bar{S}_{ce} = (\bar{S}^*_{ce} - E^*_{\bar{s}ce}) - T^*_{\bar{s}c} = (5{,}649 - 0{,}106)_{-0{,}129} = 5{,}54_{-0{,}13}$ мм;

$\bar{h}_{ce} = (1{,}0 + 0) \cdot 5 - 0{,}1607 \cdot 6{,}397 = 3{,}97$ мм.

Табл. 11.1.10. Наименьшее отклонение средней постоянной хорды зуба $E_{\bar{s}ce}$

ГОСТ 1758-81

Степень точности	Вид сопряжения	Средний модуль m_m, мм	Средний делительный диаметр d_m, мм: $d_m \leq 125$, Угол делительного конуса $\delta°$: ≤ 20	$20 < \leq 45$	> 45	$125 < d_m \leq 400$: ≤ 20	$20 < \leq 45$	> 45	$400 < d_m \leq 800$: ≤ 20	$20 < \leq 45$	> 45
			$E_{\bar{s}ce}$, мкм								
7	H	$1 \leq m_m < 3{,}5$	20	20	22	28	32	30	36	50	45
		$3{,}5 \leq m_m < 6{,}3$	22	22	25	32	32	30	38	55	45
		$6{,}3 \leq m_m < 10$	25	25	28	36	36	34	40	55	50
		$10 \leq m_m < 16$	28	28	30	36	38	36	48	60	55
		...									

Табл. 11.1.11. Значения коэффициента k_1

ГОСТ 1758-81

Вид сопряжения	Коэффициент k_1: Степень точности по плавности зацепления 6	7	8	9
H	0,9	1,0	–	–
E	1,45	1,6	–	–
D	1,8	2,0	2,2	–
C	2,4	2,7	3,0	3,2
B	3,4	3,8	4,2	4,6
A	5,0	5,5	6,0	6,6

Табл. 11.1.12. Допуск на среднюю постоянную хорду зуба $T_{\bar{s}c}$

ГОСТ 1758-81

Допуск на боковой зазор	Допуск на радиальное биение зубчатого венца F_r, мкм: > 20, ≤ 25	> 25, ≤ 32	> 32, ≤ 40	> 40, ≤ 50	> 50, ≤ 60	> 60, ≤ 80	> 80, ≤ 100	> 100, ≤ 125	> 125, ≤ 160	> 160, ≤ 200
	$T_{\bar{s}c}$, мкм									
h	32	38	42	50	60	70	90	110	130	160
d	42	48	55	65	75	90	110	130	160	200
c	52	60	70	80	95	110	140	170	200	260
b	65	75	85	100	120	130	170	200	250	320
a	85	95	110	130	150	180	220	260	320	400

11.1.3.2. ТОЛЩИНА ЗУБА ПО СРЕДНЕЙ ПОСТОЯННОЙ ХОРДЕ И ВЫСОТА ДО СРЕДНЕЙ ПОСТОЯННОЙ ХОРДЫ

Толщина зуба по средней постоянной хорде (S_c) - длина хорды, соответствующая номинальной толщине зуба в среднем его сечении (рис. 11.1.5).

Номинальная толщина зуба по средней постоянной хорде, соответствующая номинальному положению исходного контура, мм

$$\bar{S}_{c\,1(2)}^{*} = 0{,}883\,\bar{S}_{nm\,1(2)},$$

где $S_{nm\,1(2)}$ - толщина зуба шестерни (колеса) по делительному диаметру $d_{m1(2)}$ в среднем сечении зуба, мм

$S_{nm1} = (1{,}571 + 0{,}728\,x_1 + x_{\tau 1})\,m_n$ - для шестерни;

$S_{nm2} = (\pi\,m_n - S_{nm1})$ - для колеса.

Здесь x - коэффициент радиального смещения,

x_τ - коэффициент тангенциального смещения,

m_n - средний нормальный модуль, мм.

Действительная величина средней постоянной хорды конического зуба, указываемая на чертежах, мм

$\bar{S}_{c1} = (\bar{S}_{c1} - E_{\bar{s}cs1}) - T_{\bar{s}c}$ - для шестерни;

$\bar{S}_{c2} = (\bar{S}_{c2} - E_{\bar{s}cs2}) - T_{\bar{s}c}$ - для колеса.

Здесь $E_{\bar{s}cs}$ - наименьшее отклонение постоянной хорды зуба на среднем диаметре для класса точности 7-H, мм

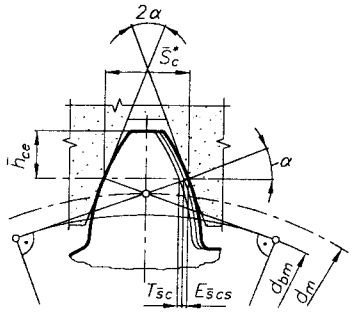


Рис. 11.1.5. Схема замера средней постоянной хорды и размещение отклонений и допусков для зубьев конических колес с круговым зубом

$E_{\bar{s}cs} = f(d_m, \delta, m_m)$ (табл. 11.1.10),

$T_{\bar{s}c}$ - допуск на длину постоянной хорды зуба на среднем диаметре, мм

$T_{\bar{s}c} = f$(вид допуска на боковой зазор, F_r) (табл. 11.1.12);

F_r - допуск на радиальное биение зубчатого венца, мкм, $F_r = f$(степень точности, d_m, m_m) (табл. 11.1.6);

k_1 - коэффициент пересчета величин $E_{\bar{s}cs}$ для других видов сопряжений (табл. 11.1.11).

2. Высота до средней постоянной хорды зуба - высота головки зуба до средней постоянной хорды ($\bar{h}_c$) при номинальном положении исходного контура, мм

$$\bar{h}_{c\,1(2)} = h_{am\,1(2)} - 0{,}1607\,\bar{S}_{nm\,1(2)},$$ где

где h_{am} - высота головки зуба в среднем его сечении, мм:

- для зуба шестерни $h_{am1} = (h_a^* + x_1)\,m_n$;
- для зуба колеса $h_{am2} = (2\,h_a^*\,m_n - h_{am1})$;

$h_a^* = 1{,}0$ - коэффициент высоты головки зуба.

11.1.4. ТОЧНОСТЬ ЧЕРВЯКОВ ГОСТ 3675-81

Во второй части таблицы параметров цилиндрических червяков (табл. 11.4.4) должны быть приведены размеры для контроля взаимного положения профилей витков червяка по одному из вариантов:

- делительная толщина витка по хорде $\bar{S}_{a1}$ и высота до до хорды $\bar{h}_{a1}$, соответствующие номинальному положению исходного контура (11.1.4.1);
- номинальный размер червяка по роликам M и диаметр измерительного ролика d (11.1.4.2).

11.1.4.1. ДЕЛИТЕЛЬНАЯ ТОЛЩИНА ВИТКА ПО ХОРДЕ И ВЫСОТА ДО ХОРДЫ (рис. 11.1.6)

1. Номинальная делительная толщина витка по хорде для червяка, мм $\bar{S}_{a1}^* = S\,m\cos\gamma$,

где $S = 0{,}5\pi$ - коэффициент расчетной толщины витка.

Действительная величина делительной толщины витка по хорде для червяка, указываемая на чертежах, мм $\bar{S}_{a1} = (\bar{S}_{a1}^* - E_{\bar{s}s}) - T_{\bar{s}}$.

Здесь $E_{\bar{s}s}$ - наименьшее отклонение толщины витка червяка, мм,

$T_{\bar{s}}$ - допуск на толщину витка червяка по хорде, мм.

$E_{\bar{s}s} = E'_{\bar{s}s} + E''_{\bar{s}s}$, мм,

$E'_{\bar{s}s} = f$(межосевое расстояние a_w, вид сопряжения зубьев), мм, слагаемое 1 (табл. 11.1.13),

$E''_{\bar{s}s} = f$(межосевое расстояние a_w, степень точности), мм, слагаемое 2 (табл. 11.1.15).

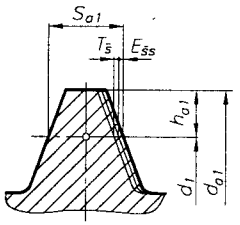


Рис. 11.1.6. Схема замера делительной толщины витка червяка и расположение отклонений и допусков

$T_{\bar{s}}$ - допуск на толщину витка червяка.

$T_{\bar{s}} = f$(вид допуска на боковой зазор, допуск на радиальное биение f_r), мм (табл. 11.1.16).

$f_r = A \cdot d_1 + C$, мкм, где

d_1 - делительный диаметр червяка, мм,

A, $C = f$(степень точности) (табл. 11.1.14).

2. Высота до хорды витка ($\bar{h}_{a1}$) - высота головки зуба до пункта равной толщины витка и межвитковой впадины по хорде, мм (рис. 11.1.6)

$$\bar{h}_{a1} = h_a^*\,m + 0{,}5\,\bar{S}_{a1}^*\,\mathrm{tg}\,(0{,}5\,\arcsin(\bar{S}_{a1}^*\,\mathrm{tg}^2\gamma/d_1)).$$

Здесь $h_a^* = 1{,}0$ - коэффициент высоты головки витка.

ПРИМЕР 5: (рис. 11.4.9) Червяк $m = 8$ мм, $d_1 = 64$ мм, $a_w = 192$ мм, степень точности 7-C, $\gamma = 14°2'10''$.

$\bar{S}_{a1}^* = 1{,}571m\cos\gamma = 1{,}571 \cdot 8 \cdot 0{,}9703 = 12{,}195$ мм;

$E'_{\bar{s}s} = 0{,}12$ мм (табл. 11.1.13);

$E''_{\bar{s}s} = 0{,}09$ мм (табл. 11.1.15);

$E_{\bar{s}s} = E'_{\bar{s}s} + E''_{\bar{s}s} = 0{,}12 + 0{,}09 = 0{,}21$ мм;

$A = 0{,}07$, $C = 15$, (табл. 11.1.14);

$f_r = A\, d_1 + C = 0{,}07 \cdot 54 + 15 = 18{,}8$ мкм;

$T_{\bar{s}} = 0{,}045$ мм (табл. 11.1.16);

$\bar{S}_{a1} = (\bar{S}^*_{a1} - E_{\bar{s}s}) - T_{\bar{s}} = (12{,}195 - 0{,}21)_{-0{,}045} = 11{,}99_{-0{,}05}$ мм.

$\bar{h}_{a1} = 1 \cdot 8 + 0{,}5 \cdot 12{,}195\ \mathrm{tg}\,(0{,}5 \arcsin(12{,}195\ \mathrm{tg}^2(14°2')/64)) =$
$= 8{,}04$ мм.

Табл. 11.1.13. Наименьшее отклонение толщины витка червяка $E'_{\bar{s}s}$ (слагаемое 1)

ГОСТ 3675-81

Вид сопряжения	Межосевое расстояние a_w, мм						
	⩽ 80	>80 ⩽120	>120 ⩽180	>180 ⩽250	>250 ⩽315	>315 ⩽400	>400 ⩽500
	$E'_{\bar{s}s}$, мкм						
H	0	0	0	0	0	0	0
E	32	38	42	48	56	60	67
D	48	56	67	75	85	95	105
C	80	95	105	120	130	140	160
B	130	150	170	200	220	240	260
A	200	220	260	300	340	380	420

Табл. 11.1.14. Зависимость A, C = f (степень точности)

ГОСТ 3675-81

Степень точности	A	C
7	0,070	15,0
8	0,110	23,8
9	0,174	37,6

Табл. 11.1.15. Наименьшее отклонение толщины витка червяка $E''_{\bar{s}s}$ (слагаемое 2)

ГОСТ 3675-81

Степень точности	Модуль m, мм	Межосевое расстояние a_w, мм						
		⩽ 80	>80 ⩽120	>120 ⩽180	>180 ⩽250	>250 ⩽315	>315 ⩽400	>400 ⩽500
		$E''_{\bar{s}s}$, мкм						
7	1,0...3,5	60	63	71	75	80	85	90
	3,5...6,3	63	67	75	80	85	90	95
	6,3...10			85	90	95	100	105
	10...16				100	105	110	120
8	1,0...3,5	90	100	110	120	130	140	150
	3,5...6,3	100	110	120	130	140	140	150
	6,3...10			130	140	150	160	160
	10...16				160	170	180	180
9	1,0...3,5	150	160	180	190	210	220	240
	3,5...6,3	160	180	190	210	220	240	250
	6,3...10			210	220	240	250	260
	10...16				260	280	280	300

Табл. 11.1.16. Допуск на толщину витка червяка по хорде $T_{\bar{s}}$

ГОСТ 3675-81

Допуск на боковой зазор	Допуск на радиальное биение f_r, мкм								
	>16 ⩽20	>20 ⩽25	>25 ⩽32	>32 ⩽40	> 40 ⩽ 50	> 50 ⩽60	>60 ⩽80	>80 ⩽100	>100 ⩽125
	$T_{\bar{s}}$, мкм								
h	28	32	38	42	50	60	70	90	110
d	36	42	48	55	65	75	90	110	130
c	45	52	60	70	80	95	110	140	170
b	58	65	75	85	100	120	130	170	200
a	75	85	95	110	130	150	180	220	260

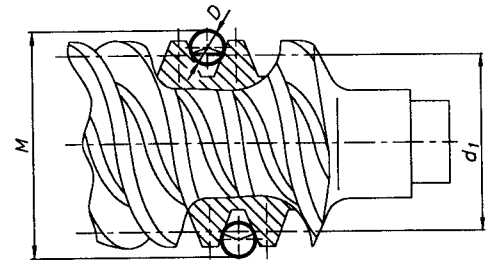


Рис. 11.1.7

11.1.4.2. НОМИНАЛЬНЫЙ РАЗМЕР ЧЕРВЯКА ПО РОЛИКАМ

Номинальный размер по роликам M - расчетный наружный размер, соответствующий номинальной толщине витка червяка (рис. 11.1.7).

Диаметр роликов, мм $D > 1{,}67\, m$.

Номинальный размер по роликам, мм

$$M = d_1 - (p_1 - h^*_{a1}\, m)\cos\gamma / \mathrm{tg}\,\alpha + D(1/\sin\alpha + 1).$$

ПРИМЕР 6: (рис. 11.4.9) Червяк $m = 8$ мм, $d_1 = 64$ мм, $a_w = 192$ мм, $\alpha = 20°$, $h^*_{a1} = 1{,}0$, $\gamma = 14°2'10''$.

$D > 1{,}67\, m = 1{,}67 \cdot 8 = 10{,}5$ мм. Принимаем $D = 10{,}95$ мм.

$p = \pi m = 3{,}14 \cdot 8 = 25{,}13$ мм.

$M = d_1 - (p - h^*_{a1}\, m)\cos\gamma / \mathrm{tg}\,\alpha + D(1/\sin\alpha + 1) =$
$= 64 - (25{,}13 - 1 \cdot 8)\cos 14°2'10'' / \mathrm{tg}\,20° + 10{,}95\,(1/\sin 20° + 1) =$
$= 79{,}51$ мм.

11.2. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

11.2.1. УСТАНОВОЧНЫЕ БАЗЫ И НАРЕЗАНИЕ ЗУБЬЕВ [9, 21]

1. ВИДЫ СТУПИЦ КОЛЕС И УСТАНОВОЧНЫЕ БАЗЫ

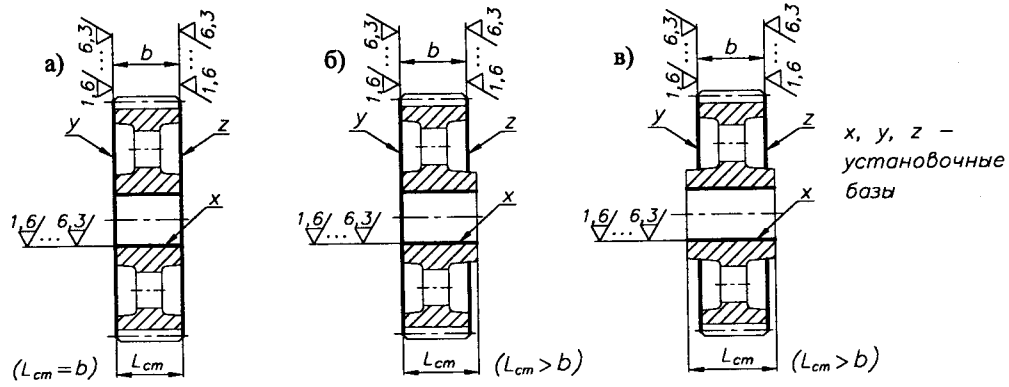


Рис. 11.2.1. Виды ступиц зубчатых колес:
а) длина ступицы равна ширине венца;
б), в) длина ступицы больше ширины венца

2. НАРЕЗАНИЕ ЗУБЬЕВ КОЛЕС И ВИД СТУПИЦ КОЛЕС

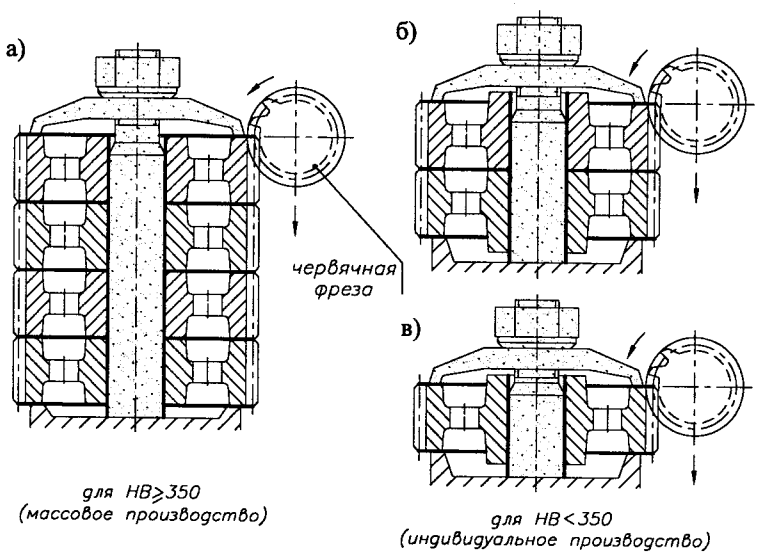


Рис. 11.2.2. Виды ступиц цилиндрических колес и технологические возможности нарезания зубьев на колесах с разными видами ступиц при:
а) массовом производстве; б), в) индивидуальном производстве

4. КАНАВКИ ДЛЯ ВЫХОДА ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ ПРИ НАРЕЗАНИИ ШЕВРОННЫХ КОЛЕС

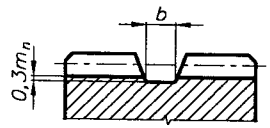


Рис. 11.2.5. Размеры канавок для выхода червячных фрез

Табл. 11.2.2. Ширина канавок

m_n, мм	b, мм, при $\beta°$ < 25°	< 35°	< 45°
2	28	30	34
2,5	34	36	40
3	38	40	45
3,5	45	50	55
4	50	55	60
4,5	55	60	65
5	60	65	70
6	70	75	80
7	75	80	85
8	85	90	95
9	95	105	110
10	100	110	115
12	115	125	135

3. НАРЕЗАНИЕ ЗУБЬЕВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС ДОЛБЯКАМИ

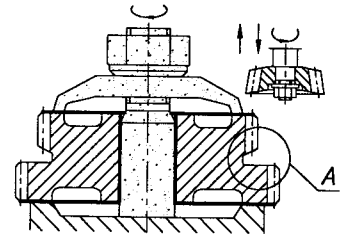


Рис. 11.2.3. Нарезание зубьев цилиндрических колес долбяком

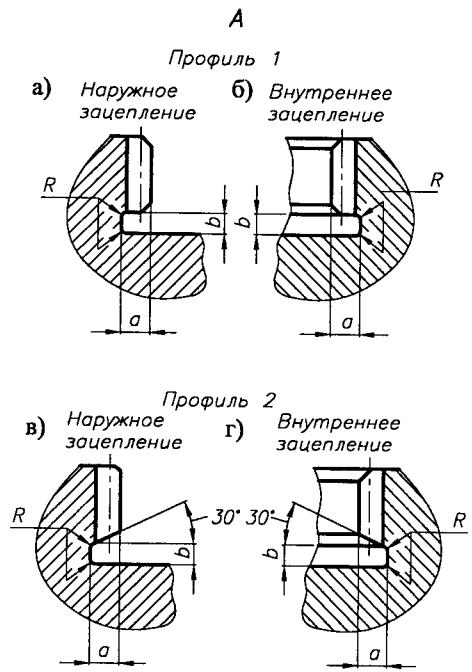


Рис. 11.2.4. Размеры канавок для выхода долбяков:
профиль 1 - прямоугольный;
профиль 2 - трапецеидальный.

Табл. 11.2.1. Размеры канавок для выхода долбяков, мм

m_n	b min: Профиль 1, при прямых зубьях	Профиль 1, при косых зубьях β=15°	Профиль 1, при косых зубьях β=23°	Профиль 2, при прямых зубьях	Профиль 2, при косых зубьях β=15°	Профиль 2, при косых зубьях β=23°	a min	
1	5	6	7	-	-	-	3	0
1,25; 1,5				-	-	-	4	
1,75; 2,0				-	-	-	5	
2,25				10	13	14	6	
2,5	6	7	8	10	13	14	6,5	0
2,75; 3,0							7,5	0
3,25							9	1
3,5-4,0							10,5	1
4,25; 4,5	7	8	9				12	1
5,0							13	
5,5	8	9	10				15	
6							16	
6,5							18	
7	9	10	11				18	
8							20	
9							22,5	
10	10	12	13	12	15	16	25	1
11							28	
12							30	

β = 15° и β = 23° - углы наклона винтовой линии долбяка.
Для деталей зубчатых (шлицевых) эвольвентных (ГОСТ 6033-8
в отверстиях размер a уменьшается вдвое, а на валах - на 1/3.

11.2.2. КОНСТРУКЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС [4, 8, 9, 10, 11, 17, 21, 28, 42, 43, 45]

ЗАДАННЫЕ ПАРАМЕТРЫ:

d_a – диаметр вершин зубьев;
b – ширина венца;
m – модуль;
материал зубчатого колеса;
$d_{вал}$ – диаметр вала.

ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ:

$d_{ст}=d_{вал}+2g_{ст}$ – диаметр ступицы;
$L_{ст}=(1,4...1,8)d_{вал}$ – длина ступицы, $(L_{ст}\geqslant b)$;
$g=(2,4...4)m$ – толщина венца, $(g\geqslant 8$ мм$)$;
c – толщина диска;
$n=0,5m$ – фаски венца на диаметре вершин;
$D_{отв}=0,5(d_a-4,5m-2g+d_{ст})$ – диаметр расположения отверстий;
$d_{отв}=(0,35...0,4)(d_a-4,5m-2g-d_{ст})$ – диаметр отверстий.
$D_{отв}$, $d_{отв}$ – округляют до целых чисел.

1. ВАЛ-ШЕСТЕРНИ

$d_a<2d_{вал}$

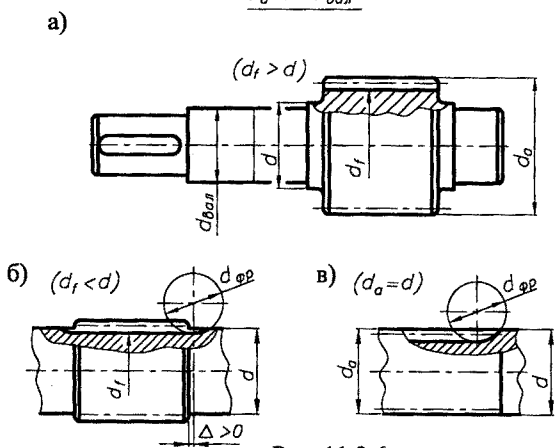


Рис. 11.2.6

2. КОЛЕСА КОВАНЫЕ

$d_a\simeq 2d_{вал}$ $d_a\leqslant 200$ мм $150<d_a\leqslant 500$ мм

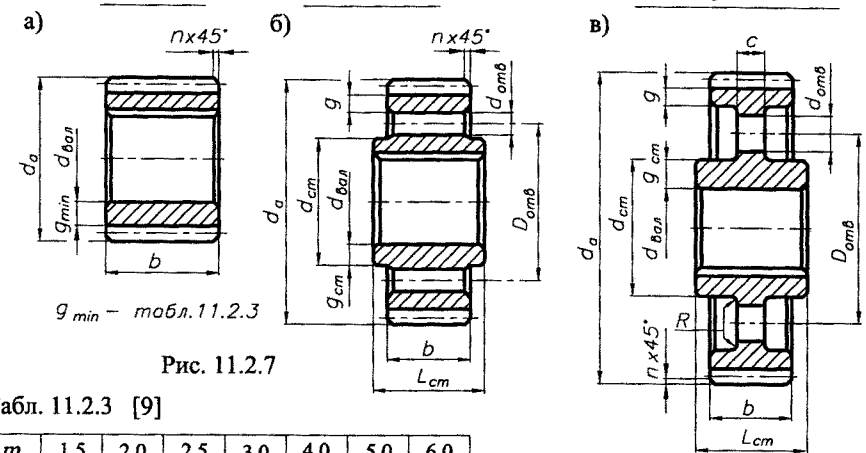


Рис. 11.2.7

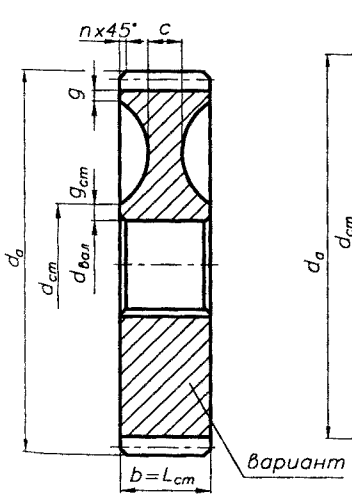
Табл. 11.2.3 [9]

m	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
g_{min}	4,0m	3,8m	3,5m	3,3m	3,0m	2,8m	2,5m

$g=(2,0...3,0)m\geqslant 10$ мм;
$c=(0,4...0,45)b\geqslant 10$ мм;
$g_{ст}=(0,25...0,3)d_{вал}$;
$R=5$ мм.

3. КОЛЕСА ШТАМПОВАННЫЕ

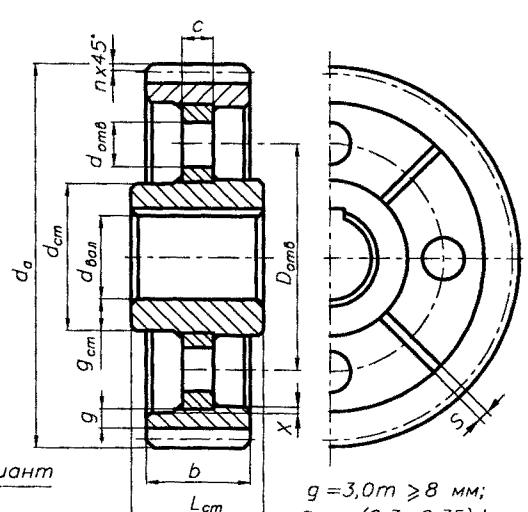
$200<d_a\leqslant 500$ мм



$g=(2,0...3,0)m\geqslant 10$ мм;
$c=(0,35...0,4)b\geqslant 10$ мм;
$g_{ст}=(0,25...0,3)d_{вал}$.

Рис. 11.2.8

4. КОЛЕСА СВАРНЫЕ

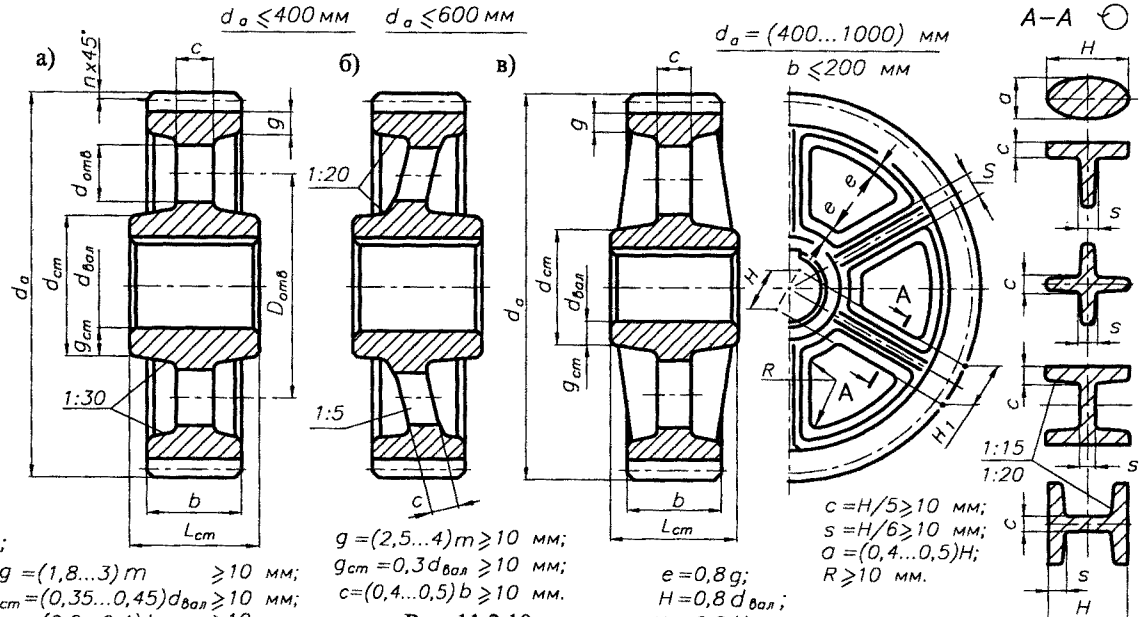


$g=3,0m\geqslant 8$ мм;
$g_{ст}=(0,3...0,35)d_{вал}$;
$c=(0,4...0,5)b\geqslant 10$ мм; $X=5$ мм; $S=0,5C$.

Рис. 11.2.9

5. КОЛЕСА ЛИТЫЕ

$d_a\leqslant 400$ мм $d_a\leqslant 600$ мм $d_a=(400...1000)$ мм $b\leqslant 200$ мм



$g=(1,8...3)m\geqslant 10$ мм;
$g_{ст}=(0,35...0,45)d_{вал}\geqslant 10$ мм;
$c=(0,2...0,4)b\geqslant 10$ мм.

$g=(2,5...4)m\geqslant 10$ мм;
$g_{ст}=0,3d_{вал}\geqslant 10$ мм;
$c=(0,4...0,5)b\geqslant 10$ мм.

Рис. 11.2.10

$e=0,8g$;
$H=0,8d_{вал}$;
$H_1=0,8H$.

$c=H/5\geqslant 10$ мм;
$s=H/6\geqslant 10$ мм;
$a=(0,4...0,5)H$;
$R\geqslant 10$ мм.

11.2.3. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС [4, 8, 9, 17, 21, 29, 35, 42]

1. ПАРАМЕТРЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС

На чертеже цилиндрического зубчатого колеса в соответствии с ГОСТ 2.403–75 должны быть указаны размеры (рис.11.2.11) и помещена следующая таблица параметров зубчатого венца (табл.11.2.4).

Табл. 11.2.4

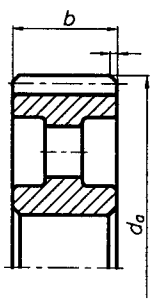
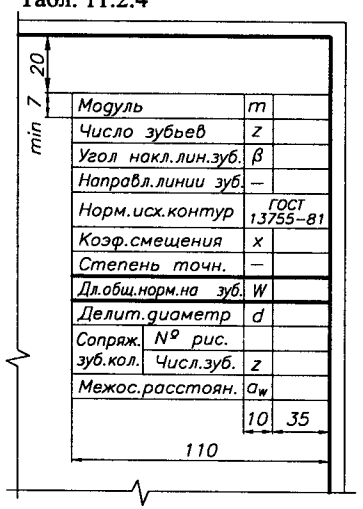


Рис. 11.2.11



Модуль	m	
Число зубьев	z	
Угол накл.лин.зуб.	β	
Направл.линии зуб.	–	
Норм.исх.контур	ГОСТ 13755–81	
Коэф.смещения	x	
Степень точн.	–	
Дл.общ.норм.на зуб.	W	
Делит.диаметр	d	
Сопряж. зуб.кол. — Nº рис.		
Сопряж. зуб.кол. — Числ.зуб.	z	
Межос.расстоян.	a_w	
	10	35

2. ПОЛЯ ДОПУСКОВ И ПОСАДКИ

На чертеже зубчатого колеса отклонения заготовки для диаметра вершин зубьев h8 представить численно

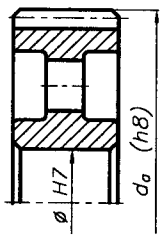


Рис. 11.2.12

3. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ (рис. 11.2.13)

3.1. Допуск радиального биения ↗, мкм поверхности заготовки под диаметр вершин зубьев относительно поверхности А (табл. 11.2.5).

3.2. Допуск осевого биения ↗, мкм, ступицы колеса и базовых поверхностей венца относительно поверхности А (табл. 11.2.6).

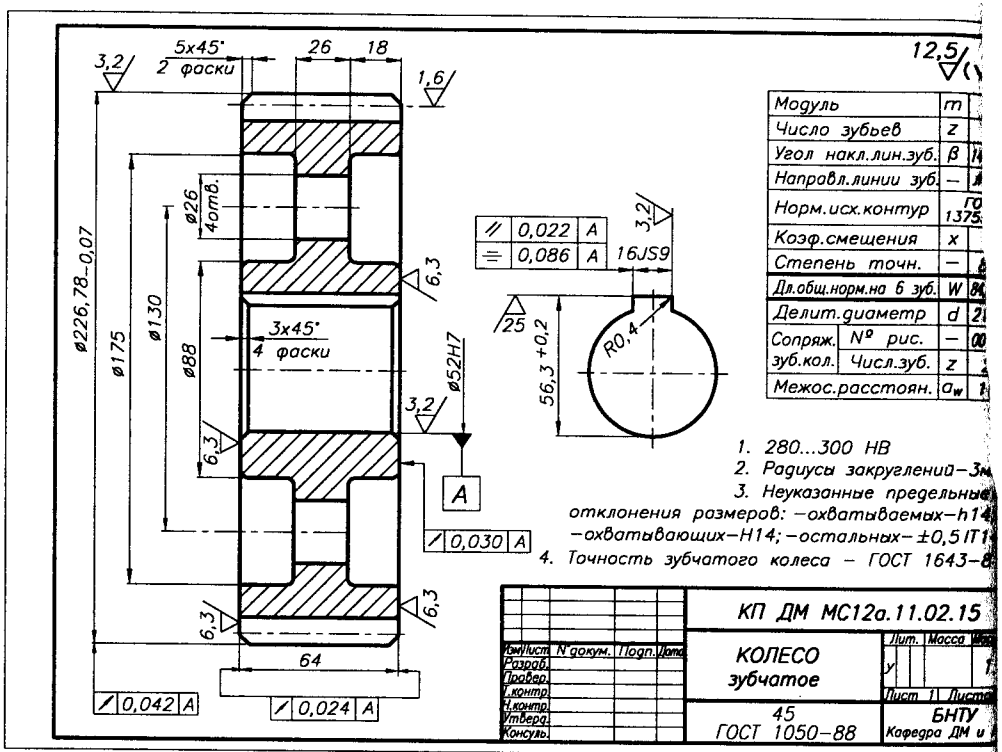


Рис. 11.2.15

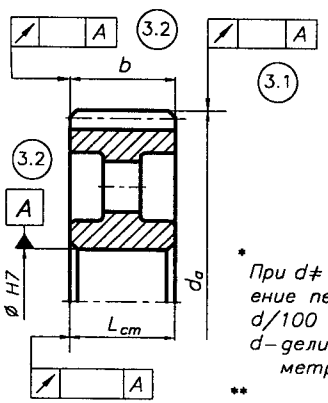


Рис. 11.2.13

Табл. 11.2.5. Допуски радиального биения заготовок зубчатого колеса

Степень точности	Рад. биение, мкм при диаметре заготовки, мм						
	⩽50	⩽80	⩽120	⩽200	⩽320	⩽500	⩽800
6	12	16	20	22	26	32	40
7	20	25	32	36	42	50	60
8	32	40	50	55	65	80	100
9	50	60	80	90	105	120	160

Табл. 11.2.6. Допуски осевого биения базовых поверхностей венца и ступицы

Степень точности	Осевое биение, мкм				
	венца колеса d=100 мм* шириною B, мм		ступицы ($L_{ст}/d_{вал}$⩽1)** при $d_{вал}$, мм		
	<55	55...110	⩽50	⩽80	>80
6	17	9	20	30	40
7	21	11	20	30	40
8	26	14	30	40	50
9	34	18	30	40	50

* *При d≠100 осевое биение пересчитать в d/100 раза, где d–делительный диаметр колеса*

** *При $L_{ст}/d_{вал}$>1 величину осевого биения увеличить на 40...50%*

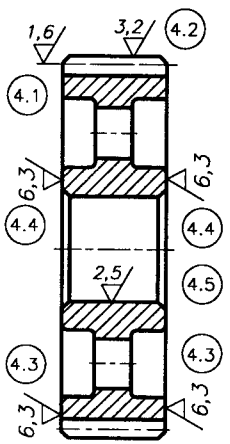


Рис. 11.2.14

4. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕХНОСТЕЙ

Табл. 11.2.7. Шероховатость поверхностей зубчатых колес

	Степень точности зубчатого колеса			
	6	7	8	9
4.1. Рабочая поверхность зубьев	0,8	0,8...1,6	1,6...3,2	3,2...6,3
4.2. Диаметр вершин зубьев	1,6	1,6...3,2	3,2...6,3	6,3...12,5
4.3. Боковая базовая поверхность венца	1,6	1,6	3,2	3,2...6,3
4.4. Боковая поверхность ступицы	1,6	3,2	3,2	6,3

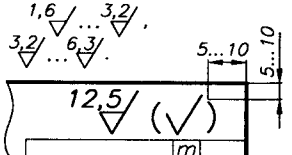
4.5. Поверхности установочных баз – рис. 11.2.1.

4.6. Поверхность ступицы, сопряженная с валом

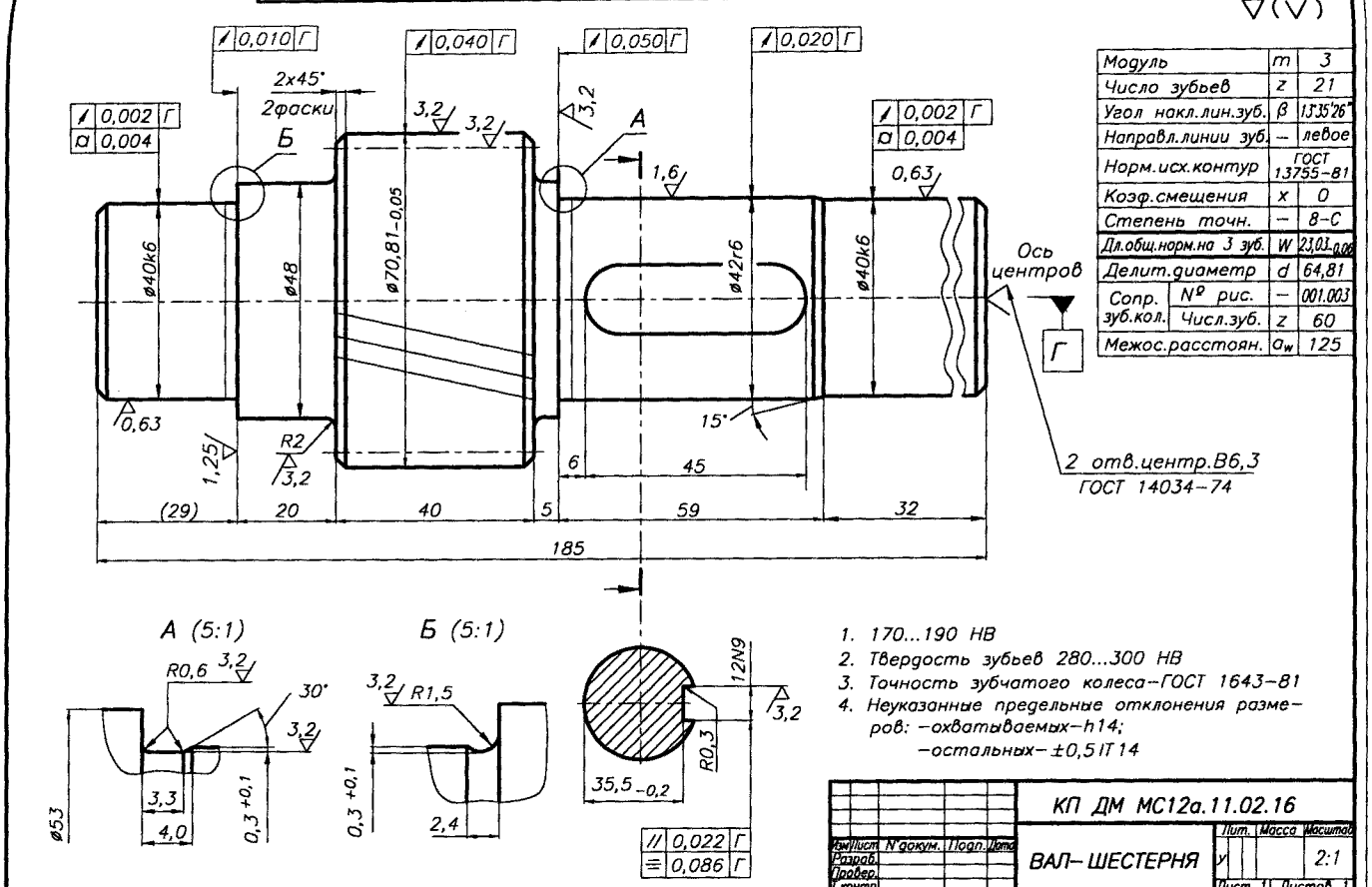
для $d_{вал}$ ⩽80 мм – 1,6...3,2,

для $d_{вал}$ >80 мм – 3,2...6,3.

4.7. Другие необозначенные поверхности

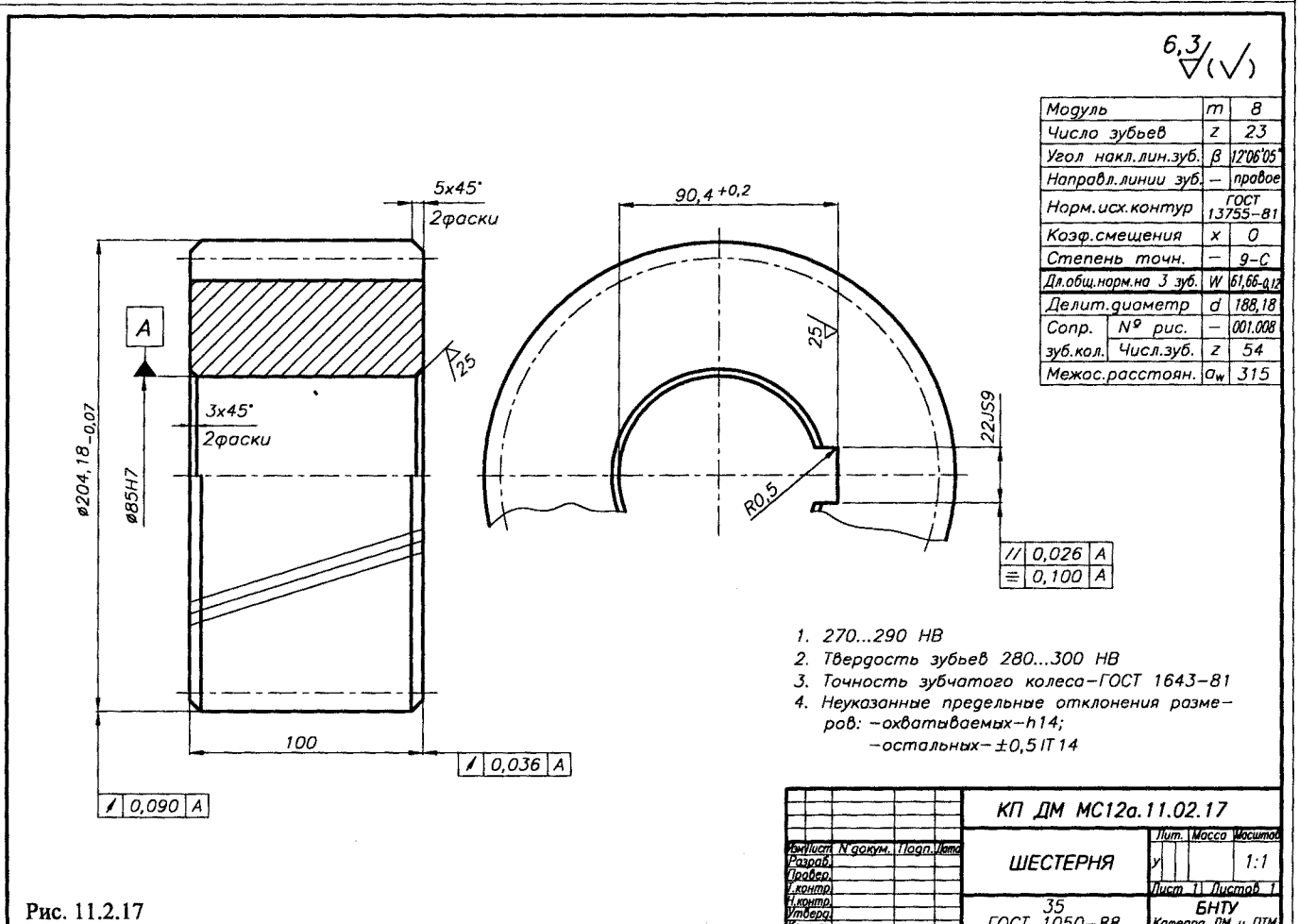


11.2.4. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС



Модуль	m	3
Число зубьев	z	21
Угол накл.лин.зуб.	β	13°35'26"
Направл.линии зуб.	–	левое
Норм.исх.контур		ГОСТ 13755–81
Коэф.смещения	x	0
Степень точн.	–	8–С
Дл.общ.норм.на 3 зуб.	W	$23{,}03^{-0{,}06}_{-0{,}12}$
Делит.диаметр	d	64,81
Сопр. зуб.кол. — № рис.	–	001.003
Сопр. зуб.кол. — Числ.зуб.	z	60
Межос.расстоян.	a_w	125

Рис. 11.2.16



Модуль	m	8
Число зубьев	z	23
Угол накл.лин.зуб.	β	12°06'05"
Направл.линии зуб.	–	правое
Норм.исх.контур		ГОСТ 13755–81
Коэф.смещения	x	0
Степень точн.	–	9–С
Дл.общ.норм.на 3 зуб.	W	$61{,}66^{-0{,}12}_{-0{,}24}$
Делит.диаметр	d	188,18
Сопр. зуб.кол. — № рис.	–	001.008
Сопр. зуб.кол. — Числ.зуб.	z	54
Межос.расстоян.	a_w	315

Рис. 11.2.17

11.3. КОНСТРУИРОВАНИЕ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

11.3.1. ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЦЕПЛЕНИЯ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС [4, 8, 21, 42, 48]

1. ТИПЫ ЗУБЬЕВ

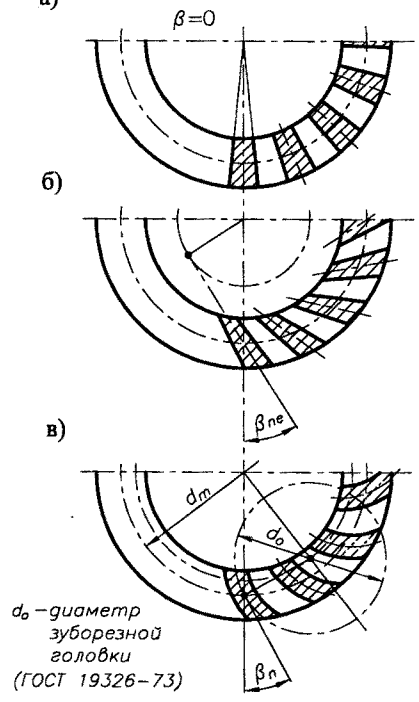


Рис. 11.3.1. Тип зубьев конических колес: а) прямой; б) тангенциальный; в) круговой

2. ОСЕВЫЕ ФОРМЫ ЗУБЬЕВ

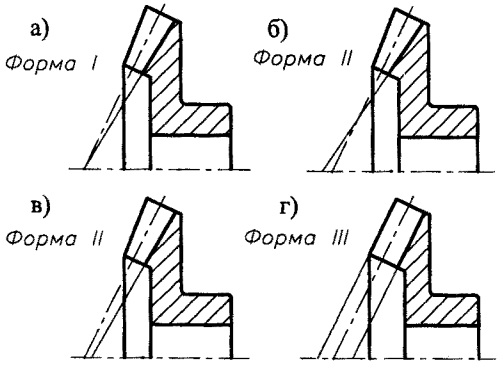


Рис. 11.3.2. Осевые формы зуба: а) I - пропорционально понижающаяся; б), в) II - понижающаяся; г) III - равновысокая

3. ПРИМЕНЕНИЕ ОСЕВЫХ ФОРМ ЗУБЬЕВ

Форма I - основная для прямозубых и тангенциальных колес. Ее применяют также для круговых зубьев при $m = 2...2,5$ мм.

Форма II - основная для колес с круговыми зубьями при $m = 0,4...25$ мм.

Форма III - используется для колес с круговыми зубьями при $m = 2...25$ мм.

4. ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЕЙ КОЛЕС

Для колес с прямым зубом обычно стандартным принимают внешний окружной модуль m_{te} (по технологическому процессу нарезания таких колес стандартизация m_{te} не обязательна).

Для колес с тангенциальным зубом стандартным принимают внешний нормальный модуль m_{ne}.

Для колес с круговым зубом стандартным принимают средний нормальный модуль m_n.

5. ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ СМЕЩЕНИЯ

В передачах с $u > 1$ шестерню рекомендуют выполнять с положительным смещением (x_1) (табл. 11.3.1), а колесо с равным ему по величине отрицательным смещением ($x_1 = |-x_2|$).

Для передач, у которых u и z_1 отличаются от указанных в таблице, коэффициенты смещения принимают с округлением в большую сторону.

Табл. 11.3.1. Значения коэффициентов смещения конических прямозубых передач x_1

ГОСТ 19624-74

z_1	Значения коэффициента смещения x_1 при передаточном числе u											
	1,00	1,12	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	≥ 6,3
12	–	–	–	–	–	–	–	0,50	0,53	0,56	0,57	0,58
13	–	–	–	–	–	–	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55	0,56
14	–	–	–	0,27	0,34	0,38	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53	0,54
15	–	–	0,18	0,25	0,31	0,36	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51	0,52
16	–	0,10	0,17	0,24	0,30	0,35	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49	0,50
18	0,00	0,09	0,15	0,22	0,28	0,33	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46	0,47
20	0,00	0,08	0,14	0,20	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43	0,44
25	0,00	0,07	0,13	0,18	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39	0,40
30	0,00	0,06	0,11	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34	0,35
40	0,00	0,05	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,28

6. ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ИЗМЕНЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ ТОЛЩИНЫ ЗУБА ГОСТ 19624-74

В передачах с $u > 2,5$ зубчатые колеса рекомендуют выполнять, кроме смещения, с различной толщиной зуба исходного контура, увеличенной по сравнению с расчетной ($\pi \cdot m_{te}/2$) у исходного контура шестерни и соответственно уменьшенной - у исходного контура колеса.

Коэффициент изменения расчетной толщины зуба исходного контура ($x_{\tau 1}$ - положительный для шестерни и равный ему по величине, но обратный по знаку $x_{\tau 2}$ - для колеса) вычисляют по зависимости $x_{\tau 1} = 0,03 + 0,008\,(u - 2,5)$.

7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ КОНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ (рис. 11.3.3)

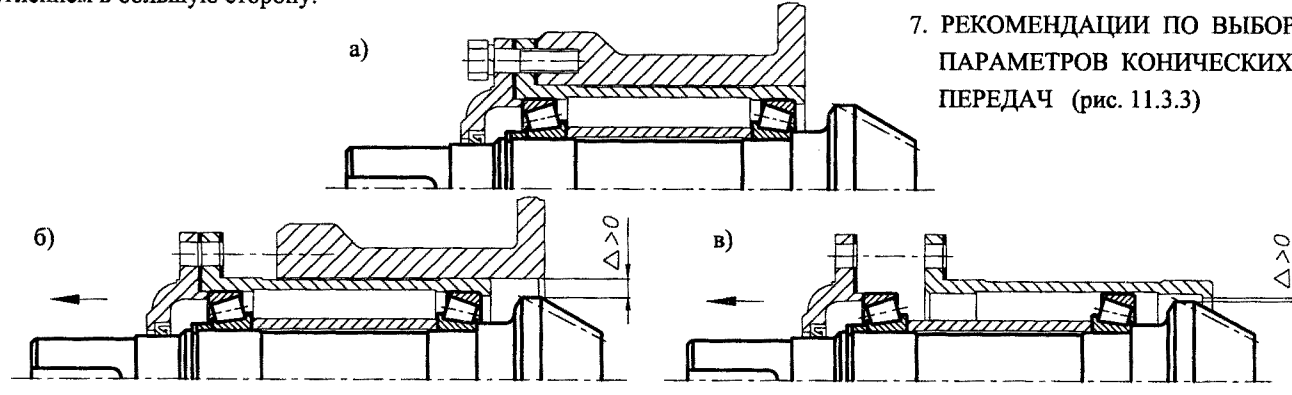


Рис. 11.3.3. Рекомендации по выбору параметров конических передач

11.3.2. РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС ГОСТ 19624-74

(Представлен для конических колес с прямым зубом и постоянным радиальным зазором по ширине колеса.
Для колес с круговым зубом - ГОСТ 19326-73)

Табл. 11.3.2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:
Число зубьев шестерни $z_1 = 15$,
колеса $z_2 = 30$.
Внешний окружной модуль $m_{te} = 5$ мм.
Внешний торцевой исходный контур - - ГОСТ 13754-81

1. Число зубьев плоского колеса	$z_c = \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$	33,5410
2. Внешнее конусное расстояние	$R_e = 0{,}5\, m_{te}\, z_c$	83,8525
3. Ширина зубчатого венца	$b \leqslant 0{,}3\, R_e$	25
	$b \leqslant 10\, m_{te}$	
4. Среднее конусное расстояние	$R_m = R_e - 0{,}5b$	71,3525
5. Средний окружной модуль	$m_m = m_{te}\, R_m / R_e$	4,2546
6. Средний делительный диаметр	$d_{m1} = m_m z_1$	63,8190
	$d_{m2} = m_m z_2$	127,6380
7. Угол делительного конуса	$\mathrm{tg}\,\delta_1 = z_1 / z_2$	26°34'
	$\delta_2 = 90° - \delta_1$	63°26'
	$\sin\delta_1 = \cos\delta_2$	0,44724
	$\sin\delta_2 = \cos\delta_1$	0,89441
8. Передаточное число	$u = z_2 / z_1$	2
9. Коэффициент смещения у шестерни	x_1	+ 0,40
10. Коэффициент изменения толщины зуба шестерни	$x_{\tau 1}$	0
11. Внешняя высота головки зуба	$h_{ae1} = (h_a^* + x_1)\, m_{te}$	7,0000
	$h_{ae2} = 2 h_a^*\, m_{te} - h_{ae1}$	3,0000
12. Внешняя высота ножки зуба	$h_{fe1} = h_{ae2} + 0{,}2\, m_{te}$	4,0000
	$h_{fe2} = h_{ae1} + 0{,}2\, m_{te}$	8,0000
13. Внешняя высота зуба	$h_{e1} = h_{ae1} + h_{fe1}$	11,0000
	$h_{e2} = h_{ae2} + h_{fe2}$	11,0000
14. Угол ножки зуба	$\mathrm{tg}\,\theta_{f1} = h_{fe1} / R_e$	0,04770
	θ_{f1}	2°44'
	$\mathrm{tg}\,\theta_{f2} = h_{fe2} / R_e$	0,09540
	θ_{f2}	5°27'
15. Угол головки зуба	$\theta_{a1} = \theta_{f2}$	5°27'
	$\theta_{a2} = \theta_{f1}$	2°44'
16. Угол конуса вершин	$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}$	32°01'
	$\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$	66°10'
17. Угол конуса впадин	$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1}$	23°50'
	$\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2}$	57°59'
18. Внешний делительный диаметр	$d_{e1} = m_{te} z_1$	75,0000
	$d_{e2} = m_{te} z_2$	150,0000
19. Внешний диаметр вершин зубьев	$d_{ae1} = d_{e1} + 2 h_{ae1} \cos\delta_1$	87, 5217
	$d_{ae2} = d_{e2} + 2 h_{ae2} \cos\delta_2$	152,6834
20. Расстояние от вершины до плоскости внешней окружности вершин зубьев	$B_1 = 0{,}5 d_{e2} - h_{ae1} \sin\delta_1$	71,8693
	$B_2 = 0{,}5 d_{e1} - h_{ae2} \sin\delta_2$	34,8168
21. Внешняя окружная толщина зуба	$S_{e1} = (0{,}5\pi + 2 x_1 \mathrm{tg}\alpha + x_{\tau 1})\, m_{te}$	9,3096
	$S_{e1} = \pi m_{te} - S_{e1}$	6,3979

РАСЧЕТ ВНЕШНЕЙ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ТОЛЩИНЫ ЗУБА ПО ХОРДЕ И ВЫСОТЫ ДО НЕЕ (при $X_1 \leqslant 0{,}4$) *

Табл. 11.3.3

1. Половина внешней угловой толщины зуба	$\psi_{e1} = S_{e1} \cos\delta_1 / d_{e1}$	0,11102
	$\psi_{e2} = S_{e2} \cos\delta_2 / d_{e2}$	0,01907
2. Внешняя делительная толщина зуба по хорде	$\bar{S}_{e1} = d_{e1} \sin\psi_{e1} / \cos\delta_1$	9,2986
	$\bar{S}_{e2} = d_{e2} \sin\psi_{e2} / \cos\delta_2$	6,3422
3. Высота до внешней делительной хорды зуба	$\bar{h}_{ae1} = h_{ae1} + 0{,}25 S_{e1} \psi_{e1}$	7,2584
	$\bar{h}_{ae2} = h_{ae2} + 0{,}25 S_{e2} \psi_{e2}$	3,0305

* Расчет толщины зуба по внешней постоянной хорде и высоты до внешней постоянной хорды (11.1.3.1).

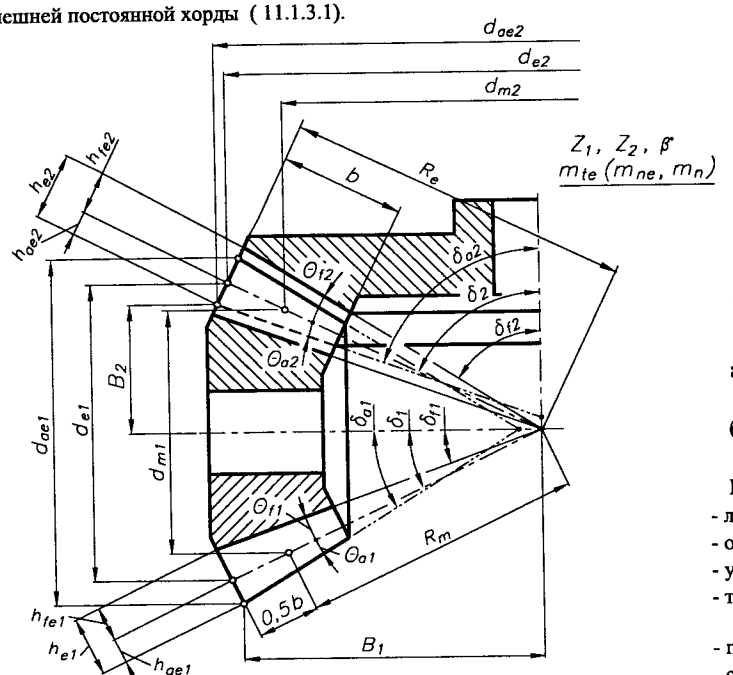
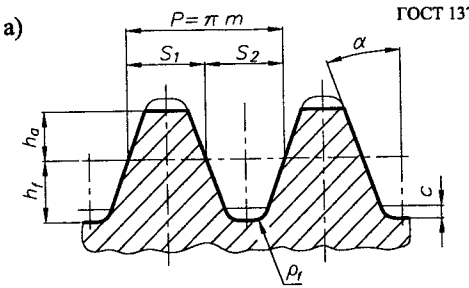


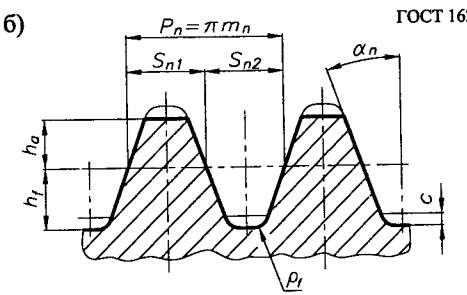
Рис. 11.3.4. Основные размеры и параметры конической передачи

а) ГОСТ 13754-81



$m\ (m_{te}, m_{ne})$	$\alpha = 20°$
$h_a^* = 1{,}0$	$h_{a1} = h_a^* m$
$h_f^* = 1{,}2$	$h_{f1} = h_f^* m$
$c^* = 0{,}2$	$c = c^* m$
$\rho_f^* = 0{,}2$	$\rho_f = \rho_f^* m$

б) ГОСТ 16202-81



m_n	$\alpha_n = 20°$
$h_a^* = 1{,}0$	$h_{a1} = h_a^* m_n$
$h_f^* = 1{,}25$	$h_{f1} = h_f^* m_n$
$c^* = 0{,}25$	$c = c^* m_n$
$\rho_f^* = 0{,}25$	$\rho_f = \rho_f^* m_n$

Рис. 11.3.5. Номинальный исходный контур конических колес:
а) внешний торцевой: - для прямозубых колес;
- для колес с тангенциалльным зубом;
б) средний нормальный -
для колес с круговым зубом

Вычисления должны производиться с точностью:
- линейные размеры - с точностью не ниже 0,0001 мм;
- отвлеченные величины - с точностью не ниже 0,0001;
- угловые размеры - с точностью не ниже 1';
- тригонометрические величины - с точностью не ниже 0,00001;
- передаточные числа, числа зубьев, коэффициенты смещения, коэффициенты изменения толщины зуба - с точностью не ниже 0,01.

11.3.3. УСТАНОВОЧНЫЕ БАЗЫ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ЗУБЬЕВ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС [24, 21, 35, 42, 48]

1. ВАЛ-ШЕСТЕРНИ

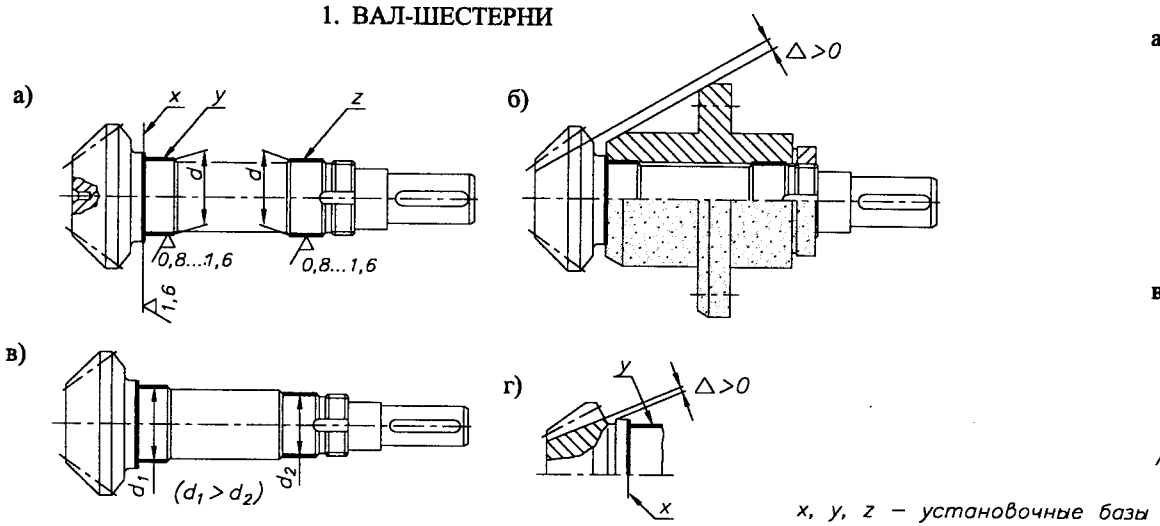


Рис. 11.3.6. Установочные базы для нарезания зубьев на вал-шестернях

2. ШЕСТЕРНИ

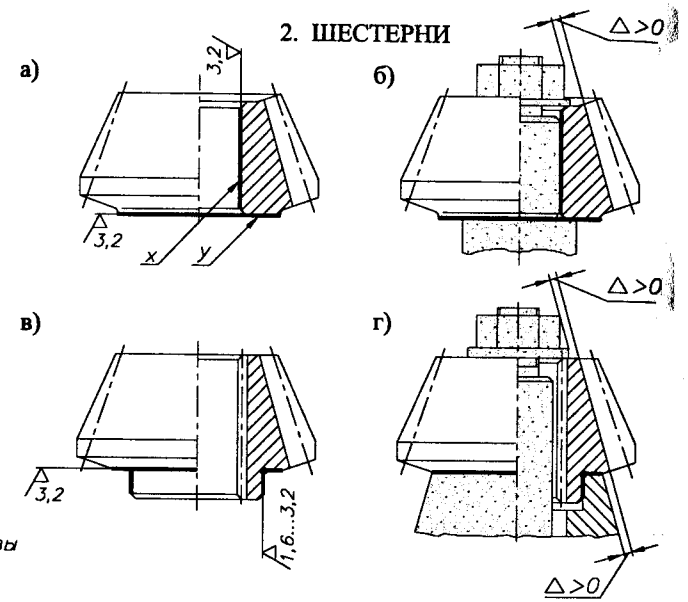


Рис. 11.3.7. Установочные базы для нарезания зубьев на шестернях

3. ЗУБЧАТЫЕ КОЛЕСА

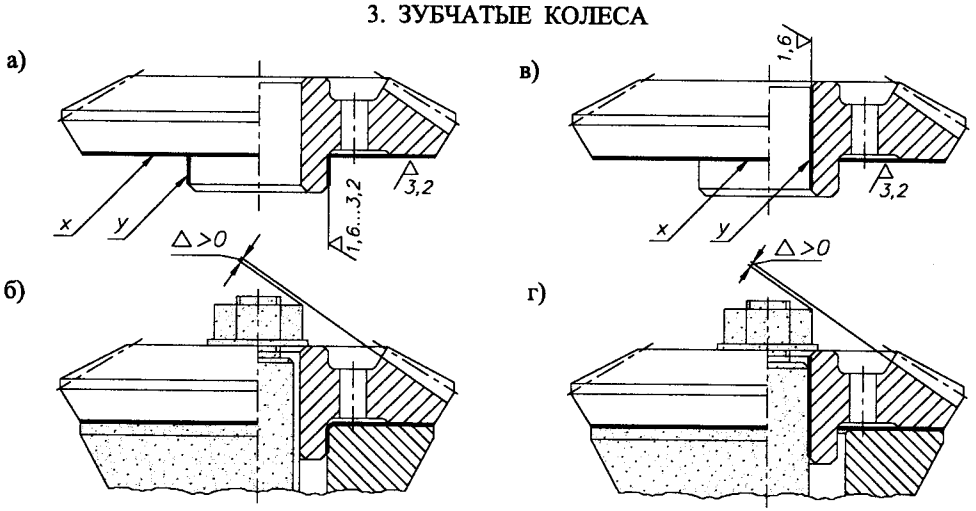


Рис. 11.3.8. Установочные базы для нарезания зубьев на зубчатых колесах

4. ЗУБЧАТЫЕ КОЛЕСА-ДИСКИ

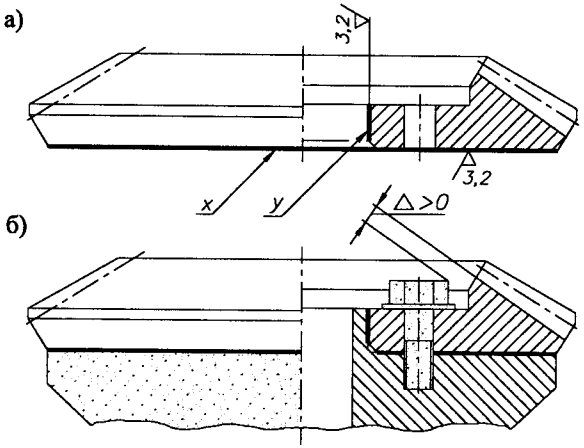


Рис. 11.3.9. Установочные базы для нарезания зубьев на колесах-дисках

11.3.4. КОНСТРУКЦИИ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС [4, 21, 42, 48]

1. ВАЛ-ШЕСТЕРНИ

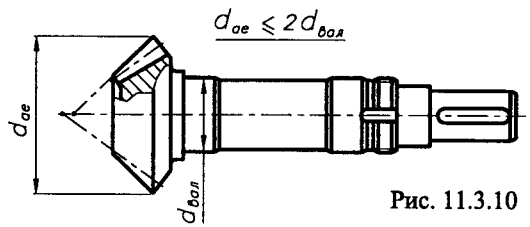
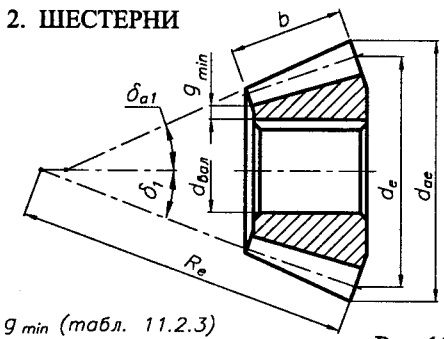


Рис. 11.3.10

2. ШЕСТЕРНИ



g_{min} (табл. 11.2.3)

Рис. 11.3.11

ЗАДАННЫЕ ПАРАМЕТРЫ:

d_e – наружный делительный диаметр;
d_{ae} – наружный диаметр вершин зубьев;
b – ширина венца;
$m_{te(ne)}$ – наружный (нормальный) модуль;
δ – угол делительного конуса;
R_e – образующая конуса на наружном диаметре;
материал зубчатого колеса;
$d_{вал}$ – диаметр вала;
$d_{cm} = d_{вал} + 2g_{cm}$ – диаметр ступицы;
$L_{cm} = (1{,}4...1{,}8)d_{вал}$ – длина ступицы.

При конструировании конических колес необходимо выполнить условие $\Delta > 0$ для нарезания зубьев (рис. 11.3.6б,г, 11.3.7б,г, 11.3.8б,г, 11.3.9б, 11.3.16).

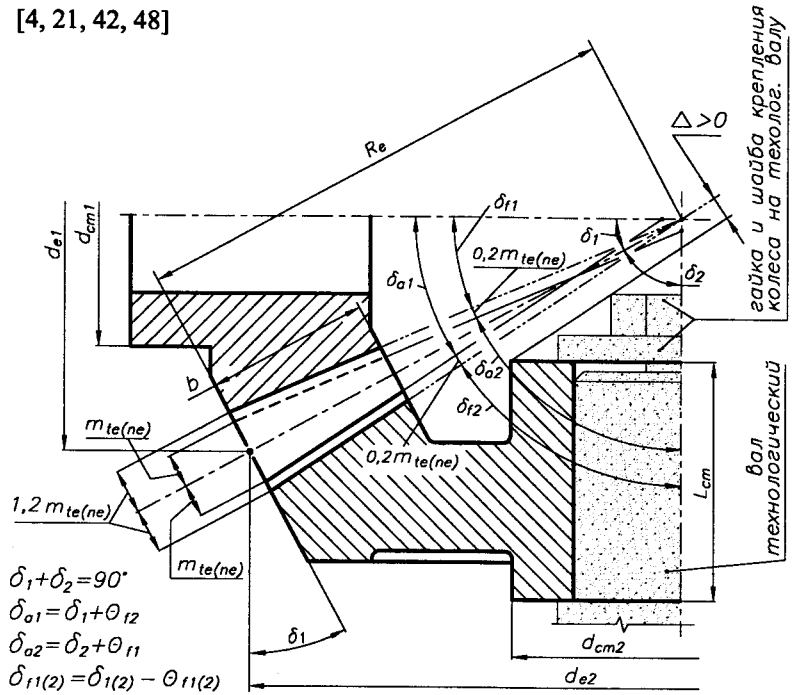


Рис. 11.3.16. Зубчатые колеса с осевой формой зуба I и постоянным радиальным зазором по ширине зубчатого колеса

3. КОЛЕСА КОВАННЫЕ

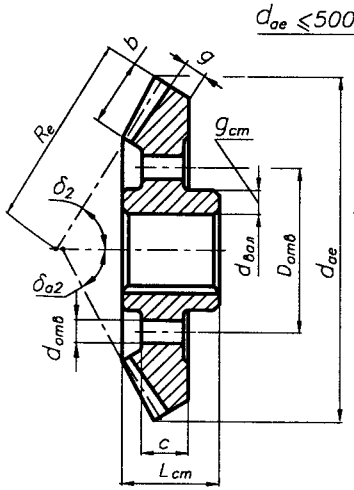


Рис. 11.3.12

4. КОЛЕСА ШТАМПОВАННЫЕ

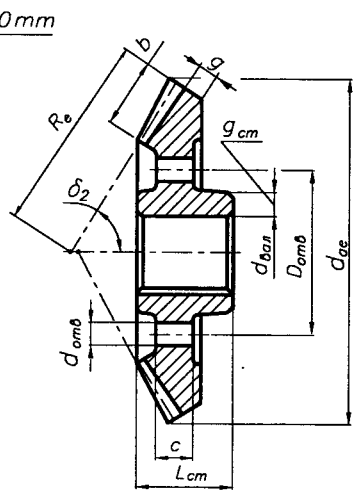


Рис. 11.3.13

5. КОЛЕСА ЛИТЫЕ

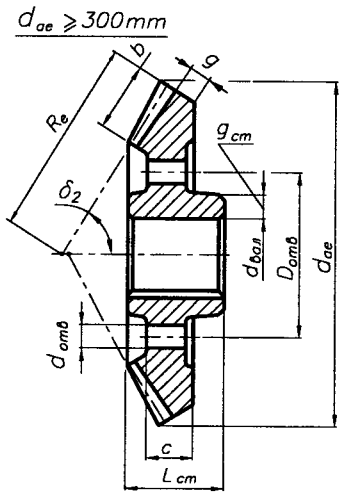


Рис. 11.3.14

$D_{отв}$, $d_{отв}$ – выбираются конструктивно

6. КОЛЕСА СБОРНЫЕ

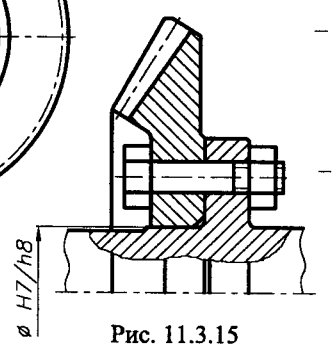


Рис. 11.3.15

Для кованых и штампованных колес
$g = (2{,}0...3{,}5)m_{ne} \geqslant 10$ мм;
$c = (0{,}15...0{,}30)b \geqslant 10$ мм;
$g_{cm} = (0{,}25...0{,}35)d_{вал}$.

Для литых колес
– при диаметрах $d_{ae} \leqslant 400$ мм
$g = (2{,}5...4{,}0)m_{te} \geqslant 10$ мм;
$c = (0{,}2...0{,}4)b \geqslant 10$ мм;
$g_{cm} = (0{,}35...0{,}45)d_{вал} \geqslant 10$ мм – ст. литье
$g_{cm} = (0{,}40...0{,}45)d_{вал} \geqslant 10$ мм – чугун;
– при диаметрах $400 < d_{ae} \leqslant 1000$ мм
$g = (2{,}5...3{,}5)m_{te} \geqslant 10$ мм;
$c = 0{,}2b \geqslant 10$ мм;
$g_{cm} = (0{,}30...0{,}40)d_{вал} \geqslant 10$ мм – ст. литье,
$g_{cm} = 0{,}4\,d_{вал} \geqslant 10$ мм – чугун.

11.3.5. КОНСТРУИРОВАНИЕ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС [4, 21, 42, 48]

1. ПАРАМЕТРЫ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС

На чертеже конического зубчатого колеса в соответствии с ГОСТ 2.405–75 должны быть указаны размеры (рис. 11.3.17) и помещена одна из таблиц параметров зубчатого венца (табл. 11.3.4).

Табл. 11.3.4. Таблицы параметров зубчатого венца для:
а) прямых зубьев;
б) тангенциальных зубьев;
в) круговых зубьев

а)

Внешн.окр.модуль		m_{te}	
Число зубьев		z	
Тип зуба		Прямой	
Внешн.исх.контур		ГОСТ 13754–81	
Коэф.смещения		x_e	
Коэф.изм.толщ.зуб.		x_τ	
Угол делит.конуса		δ	
Степень точн.		—	
Внешн.пост. хорда		$\bar{S}_{ce}$	
Высота до вн.хорды		$\bar{h}_{ce}$	
Межос.угол передач.		Σ	
Средн.окр.модуль		m_m	
Внеш.конус.расст.		R_e	
Средн.конус.расст.		R_m	
Средн.делит.диам.		d_m	
Угол конуса впадин		δ_f	
Внешн.высота зуба		h_e	
Сопряж. зуб.кол.	№ рис.	—	
	Числ.зуб.	z	
		10	35

7min 20; 110

б)

Внешн.норм.модуль		m_{ne}	
Число зубьев		z	
Тип зуба		Тангенц.	
Осевая форма зуба по ГОСТ 19325–73			
Угол наклона зуба		β_{ne}	
Направл.линии зуб.		Правое	
Норм.исх.контур		ГОСТ 13754–81	
Коэф.смещения		x_{ne}	
Коэф.изм.толщ.зуб.		x_τ	
Угол делит.конуса		δ	
Степень точн.		—	
Внешн.пост. хорда		$\bar{S}_{ce}$	
Высота до хорды		$\bar{h}_{ce}$	
Межос.угол передач.		Σ	
Средн.норм.модуль		m_n	
Внеш.конус.расст.		R_e	
Средн.конус.расст.		R_m	
Средн.делит.диам.		d_m	
Угол конуса впадин		δ_f	
Внешн.высота зуба		h_e	
Сопряж. зуб.кол.	№ рис.	—	
	Числ.зуб.	z	

в)

Средн.норм.модуль		m_n	
Число зубьев		z	
Тип зуба		Круговой	
Осевая форма зуба по ГОСТ 19325–73			
Угол наклона зуба		β_n	
Направл.линии зуб.		Левое	
Ср.норм.исх.контур		ГОСТ 16202–81	
Коэф.смещения		x_n	
Коэф.изм.толщ.зуб.		x_τ	
Угол делит.конуса		δ	
Ном.диаметр зуборезной головки		d_o	
Степень точн.		—	
Средн.пост.хорда		$\bar{S}_c$	
Высота до хорды		$\bar{h}_c$	
Межос.угол передач.		Σ	
Внешн.окр.модуль		m_{te}	
Внеш.конус.расст.		R_e	
Средн.конус.расст.		R_m	
Средн.делит.диам.		d_m	
Угол конуса впадин		δ_f	
Внешн.высота зуба		h_e	
Сопряж. зуб.кол.	№ рис.	—	
	Числ.зуб.	z	

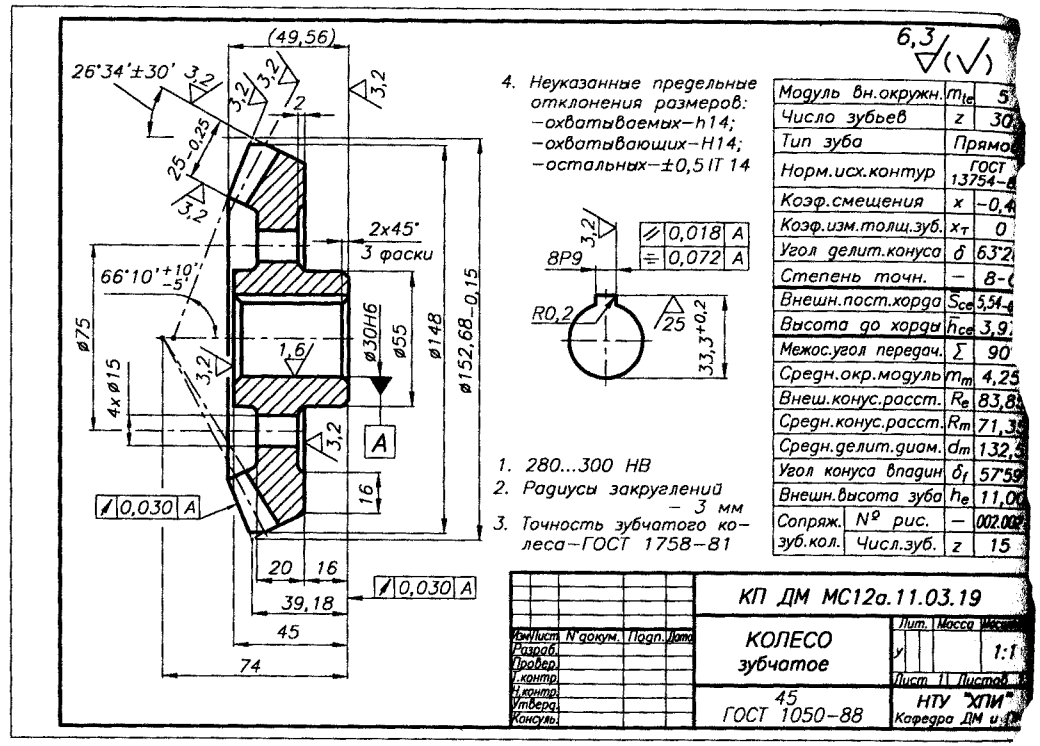


Рис. 11.3.19

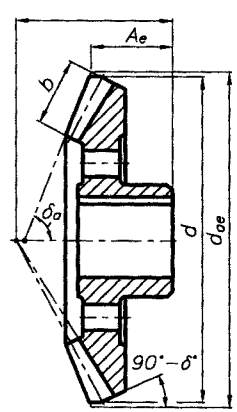


Рис. 11.3.17

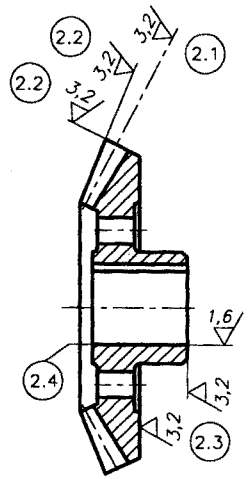


Рис. 11.3.18

2. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ

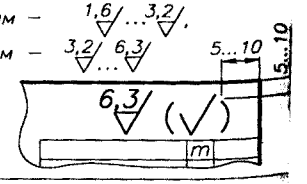
Табл. 11.3.5. Шероховатость поверхностей

	Степень точности зубчатого		
	6	7	8
2.1. Рабочая поверхность зубьев	1,6/	3,2/	3,2/ ... 6,3/
2.2. Поверхности вершин зубьев и внешнего дополнительного конуса	3,2/	3,2/	3,2/
2.3. Боковая поверхность ступицы	1,6/	1,6/	3,2/

2.4. Поверхности установочных баз – 11.3.3.

2.5. Поверхность ступицы, сопряженная с валом
для $d_{вал} \leq 80$ мм – 1,6/ ... 3,2/,
для $d_{вал} > 80$ мм – 3,2/ ... 6,3/

2.6. Другие необозначенные поверхности



3. ПОЛЯ ДОПУСКОВ И ПОСАДКИ

Табл. 11.3.6. Точность заготовок конических колес, зависящая от модуля (рис. 11.3.20)

Модуль нормальный m_n, мм	1÷8	> 8
Отклонения наружного диаметра вершин зубьев d_{ae}, мкм	0 -150	0 -250
Отклонения высоты конуса наружного диаметра вершин зубьев A_e, мкм	0 -80	0 -100
Отклонения угла конуса вершин зубьев δ_a	+10' -5'	+5' -3'
Отклонения угла дополнительного конуса (90°-δ)	±30'	±15'
Отклонения ширины зубьев b, мкм	0 -250	
Отклонения длины ступицы $L_{ст}$, мкм	0 -250	
Отклонения базовых отверстий Отклонения базовых валов	H6 (H7) 6 степень точности	

4. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ [48]

Табл. 11.3.7. Допуски формы и расположения поверхностей заготовок конической шестерни (рис. 11.3.21)

Диаметр отверстия d_1, мм	25...100	100...150	150...200	>200
Радиальное биение наружного диаметра вершин зубьев d_{ae}, мкм	25	38	50	75
Базовая поверхность d_2, мм	25...100	100...150	150...200	>250
Торцевое биение поверхности d_2, мкм	15	25	35	45

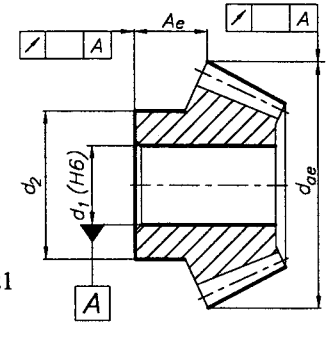


Рис. 11.3.21

Табл. 11.3.8. Допуски формы и расположения поверхностей заготовок конической вал-шестерни (рис. 11.3.22)

Базовая поверхность d, мм	25...100	100...150	150...200	>200
Торцевое биение поверхности d_3, мкм	5	8	12	15

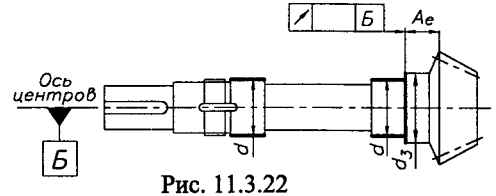


Рис. 11.3.22

Табл. 11.3.9. Допуски формы и расположения поверхностей заготовок конического колеса (рис. 11.3.23)

Наружный диаметр (базовой) поверхности d_3, мм	25...100	100...150	150...200	>250
Торцевое биение поверхности d_3, мкм	10...15	15...25	25...35	30...45
Биение поверхности вершин зубьев, мкм	30	40	50	60
Торцевое биение поверхности d_2, мкм	15	25	35	45
Радиальное биение наружного диаметра вершин зубьев d_{ae}, мкм	25	38	50	60

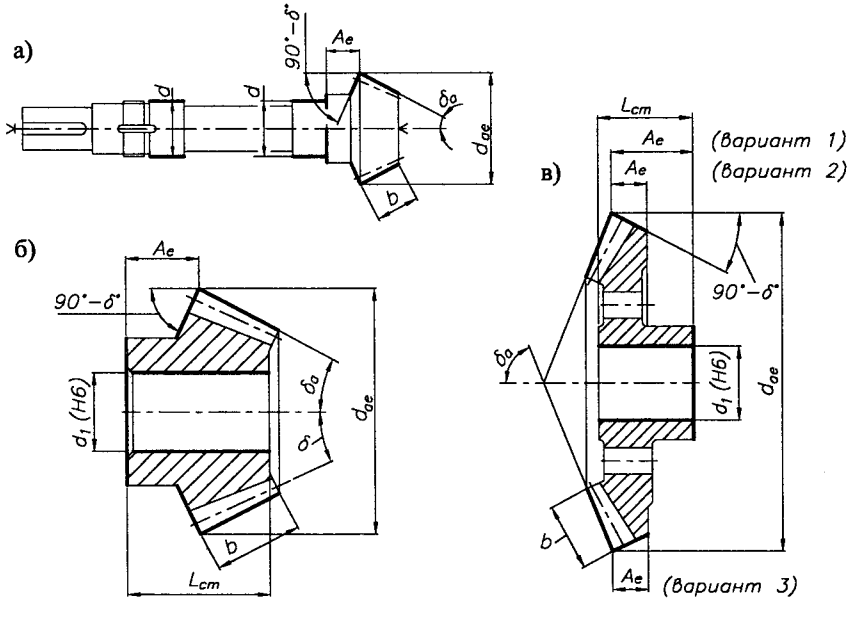


Рис. 11.3.20. Размеры, требующие указания точности, для заготовок: а) вал-шестерни; б) шестерни; в) колеса

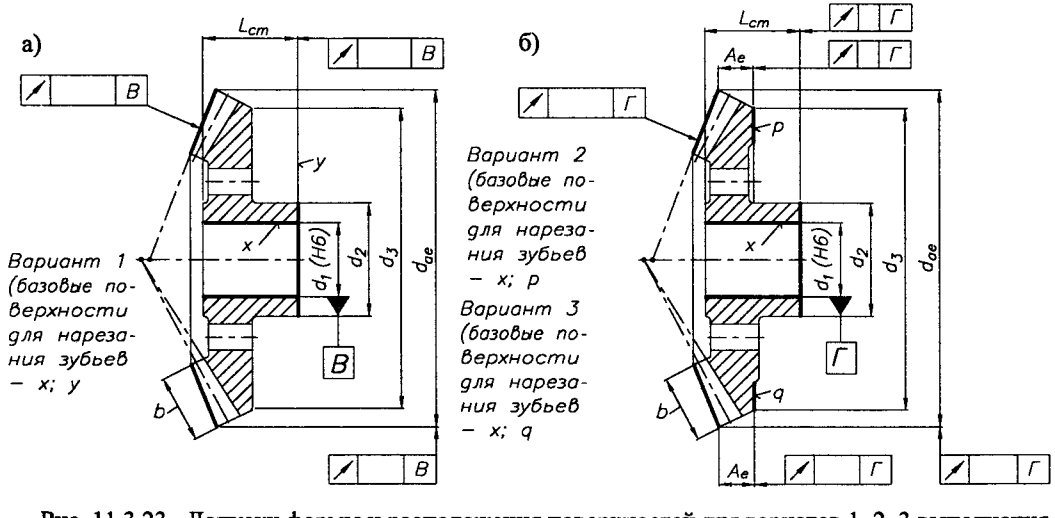


Рис. 11.3.23. Допуски формы и расположения поверхностей для вариатов 1, 2, 3 выполнения заготовок конического колеса при различных базовых поверхностях для нарезания зубьев

11.3.6. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС

12,5 ▽(√)

Модуль вн.окружн.	m_{te}	8
Число зубьев	z	14
Тип зуба	Прямой	
Норм.исх.контур	ГОСТ 13754-81	
Коэф.смещения	x	+0,47
Коэф.изм.толщ.зуб.	x_T	0
Угол делит.конуса	δ	24°18'
Степень точн.	—	8-C
Толщ.зуба по хорде	$\bar{S}$	4,49
Высота до хорды	$\bar{h}_a$	8,24
Межос.угол передач.	Σ	90°
Средн.окр.модуль	m_m	6,71
Внеш.конус.расст.	R_e	136,06
Средн.конус.расст.	R_m	114,06
Средн.делит.диам.	d_m	93,89
Угол конуса впадин	δ_f	18°43'
Внешн.высота зуба	h_e	17,60
Сопряж. зуб.кол.	№ рис.	002.004
	Числ.зуб. z	31

1. 280...300 HB
2. Точность зубчатого колеса–ГОСТ 1758–81
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых–h14; остальных–±0,5IT14

Изм. Лист	N докум.	Подп.	Дата
Разраб.			
Провер.			
Т.контр.			
Н.контр.			
Утверд.			
Консуль.			

КП ДМ МС12а.11.03.24

ШЕСТЕРНЯ

Лит.	Масса	Масштаб
У		2:1

Лист 11 Листов 1

45Х ГОСТ 4543–71

БНТУ Кафедра ДМ и ПТМ

Рис. 11.3.24

6,3 ▽(√)

Модуль вн.окружн.	m_{te}	5
Число зубьев	z	16
Тип зуба	Прямой	
Норм.исх.контур	ГОСТ 13754-81	
Коэф.смещения	x	0
Коэф.изм.толщ.зуб.	x_T	0
Угол делит.конуса	δ	23°58'
Степень точн.	—	8-C
Толщ.зуба по хорде	$\bar{S}_{ce}$	3,74
Высота до хорды	$\bar{h}_{ce}$	6,46
Межос.угол передач.	Σ	90°
Средн.окр.модуль	m_m	4,11
Внеш.конус.расст.	R_e	98,49
Средн.конус.расст.	R_m	80,99
Средн.делит.диам.	d_m	65,78
Угол конуса впадин	δ_f	20°29'
Внешн.высота зуба	h_e	11,0
Сопряж. зуб.кол.	№ рис.	002.005
	Числ.зуб. z	36

1. 170...190 HB
2. Твердость зубьев 270...290 HB
3. $\varnothing 42_{-0,16}$ – h 0,3...0,4; 45...48 HRCэ
4. Точность зубчатого колеса–ГОСТ 1758–81
5. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых–h14; остальных–±0,5IT14

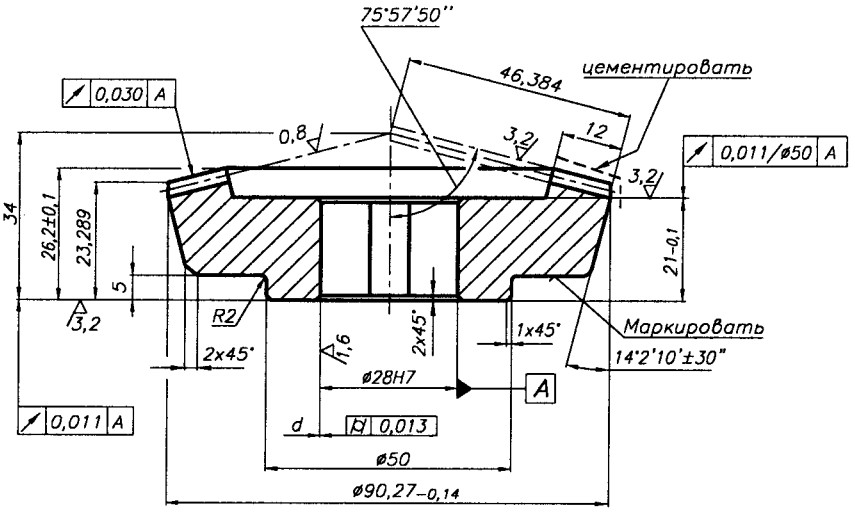
Изм. Лист	N докум.	Подп.	Дата
Разраб.			
Провер.			
Т.контр.			

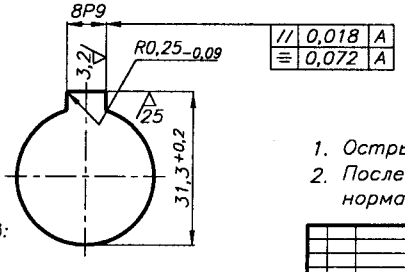
КП ДМ МС12а.11.03.25

ВАЛ–ШЕСТЕРНЯ

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:1

Рис. 11.3.25





12,5 ∇(√)

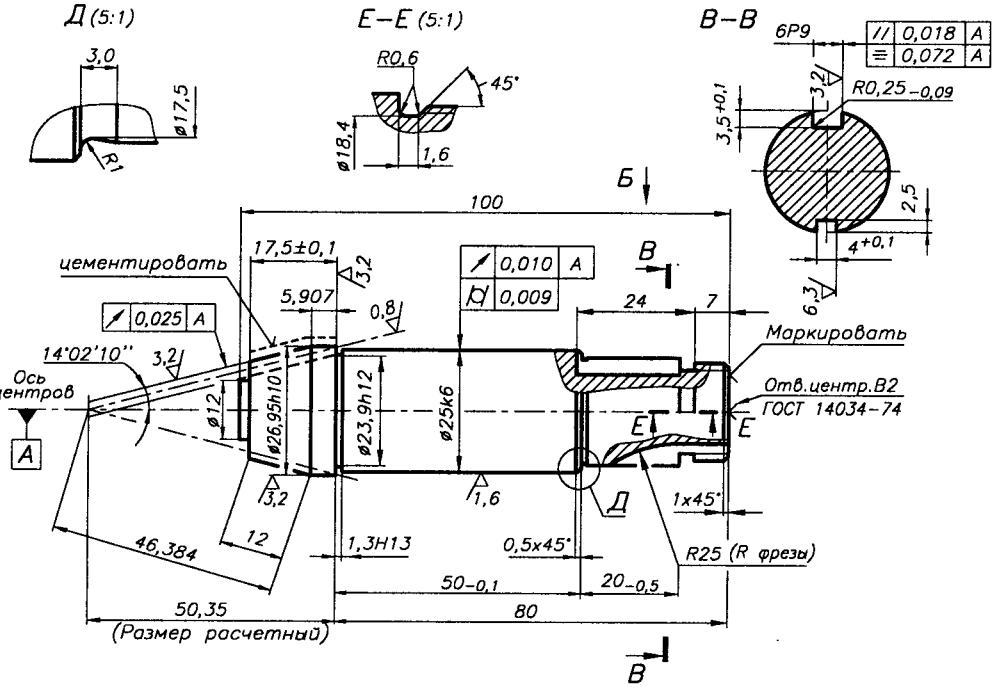
Средн.норм.модуль	m_n	1,5
Число зубьев	z	44
Тип зуба		Круговой
Осевая форма зуба по ГОСТ 19325-73		III
Угол наклона зуба	β_m	32°37'
Направл.линии зуб.		Правое
Ср.норм.исх.контур		ГОСТ 16202-81
Коэф.смещения	x_n	-0,58
Коэф.изм.толщ.зуб.	$x_т$	0
Угол делит.конуса	δ	75°57'50"
Ном.диаметр зуборезной головки	d_o	75
Степень точн.	–	7-C
Толщ.зуба по хорде	$\bar{S}$	$1,747^{-0,059}_{-0,179}$
Высота сверх хорды	$\bar{h}_a$	0,558
Межос.угол передач.	Σ	90°
Внешн.окр.модуль	m_{te}	2,045
Внеш.конус.расст.	R_e	46,384
Средн.конус.расст.	R_m	34,384
Средн.делит.диам.	d_m	33,358
Угол конуса впадин	δ_f	75°57'50"
Внешн.высота зуба	h_e	3,150
Сопряж. зуб.кол. № рис.	–	002.006
Числ.зуб.	z	11
Передаточное число	u	4

3. Науглероживать на глубину 0,2...0,3 мм с последующей термообработкой до твердости 52...56 HRCэ
4. Зубья после термообработки притирать и маркировать комплекты колес
5. Твердость сердцевины – 39...48 HRCэ
6. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих–H14; охватываемых–h14; прочих–0,5 IT14
7. Точность зубчатого колеса–ГОСТ 1758-81

1. Острые кромки затупить
2. После черновой обработки произвести нормализацию или улучшение

Изм. Лист	N докум.	Подп.	Дата	КП ДМ МС12а.11.03.26
Разраб.	Коноплка М.			КОЛЕСО зубчатое
Провер.				Лит. Масса Масштаб: 2:1
Т.контр.				Лист 11 Листов 1
Н.контр.				18ХГТ ГОСТ4543-71
Утверд.				БНТУ Кафедра ДМ и ПТМ
Консуль.				

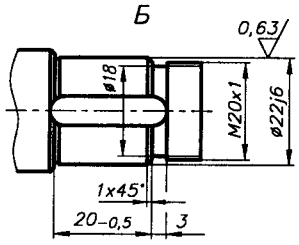
Рис. 11.3.26



12,5 ∇(√)

Средн.норм.модуль	m_n	1,5
Число зубьев	z	11
Тип зуба		Круговой
Осевая форма зуба по ГОСТ 19325-73		III
Угол наклона зуба	β_m	32°37'
Направл.линии зуб.		Левое
Ср.норм.исх.контур		ГОСТ 16202-81
Коэф.смещения	x_n	+0,58
Коэф.изм.толщ.зуб.	$x_т$	0
Угол делит.конуса	δ	14°02'10"
Ном.диаметр зуборезной головки	d_o	75
Степень точн.	–	7-C
Толщ.зуба по хорде	$\bar{S}$	$3,082^{-0,054}_{-0,124}$
Высота до хорды	$\bar{h}_a$	2,460
Межос.угол передач.	Σ	90°
Внешн.окр.модуль	m_{te}	2,045
Внеш.конус.расст.	R_e	46,384
Средн.конус.расст.	R_m	34,384
Средн.делит.диам.	d_m	16,679
Угол конуса впадин	δ_f	14°02'10"
Внешн.высота зуба	h_e	3,150
Сопряж. зуб.кол. № рис.	–	002.007
Числ.зуб.	z	44
Передаточное число	u	4

3. Зубья после термообработки притирать и маркировать комплекты колес
4. Твердость сердцевины–39...48 HRCэ
5. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих–H14; охватываемых–h14; прочих–±0,5 IT14
6. Точность зубчатого колеса–ГОСТ 1758-81



1. Острые кромки затупить
2. Науглероживать на глубину 0,2...0,3 мм с последующей термообработкой до твердости 52...56 HRCэ

Изм. Лист	N докум.	Подп.	Дата	КП ДМ МС12а.11.03.27
Разраб.	Коноплка М.			ВАЛ–ШЕСТЕРНЯ
Провер.				Лит. Масса Масштаб: 2:1
Т.контр.				Лист 11 Листов 1
Н.контр.				18ХГТ ГОСТ4543-71
Утверд.				НТУ "ХПИ" Кафедра ДМ и ПМ
Консуль.				

Рис. 11.3.27

11.4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЧЕРВЯКОВ И ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС [4, 21, 22, 42, 46]

11.4.1. ВИДЫ ЧЕРВЯКОВ [21, 22, 42]

Табл. 11.4.1. Виды цилиндрических червяков

ГОСТ 18498-89

			Профиль червяка в сечениях	
			O–O	N–N
1.	Архимедов червяк (червяк *ZA*)	Цилиндрический линейчатый червяк, теоретический торцевой профиль витка которого является архимедовой спиралью	прямолинейный	криволинейный
2.	Эвольвентный червяк (червяк *ZI*)	Цилиндрический линейчатый червяк, теоретический торцевой профиль витка которого является эвольвентой окружности	криволинейный	прямолинейный
3.	Червяк с прямолинейным профилем витка (червяк *ZN1*)	Конволютный червяк с прямолинейным профилем в нормальном сечении по витку	криволинейный	прямолинейный
4.	Червяк с прямолинейным профилем впадины (червяк *ZN2*)	Конволютный червяк с прямолинейным профилем в нормальном сечении по впадине	криволинейный	прямолинейный
5.	Червяк, образованный конусом (червяк *ZK1*)	Цилиндрический образованный конусом червяк, ось которого скрещивается с осью производящего конуса под углом, равным делительному углу подъема линии витка червяка	криволинейный	прямолинейный
6.	Червяк, образованный конусом (червяк *ZK2*)	Цилиндрический червяк, образованный производящим конусом, выполненным в виде пальцевого инструмента, где ось червяка пересекается с осью производящего конуса под прямым углом	криволинейный	криволинейный
7.	Червяк, образованный тором (червяк *ZT*)	Цилиндрический нелинейчатый червяк, у которого главная поверхность витка является огибающей поверхности производящего тора при его винтовом движении.	криволинейный	криволинейный

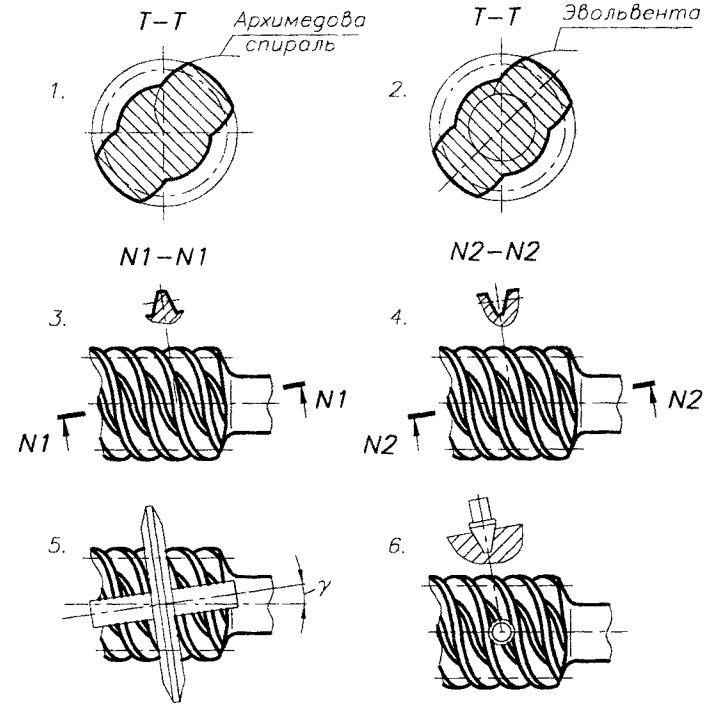
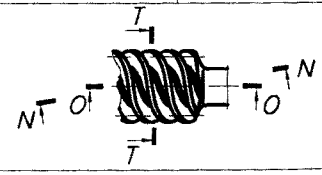


Рис. 11.4.1. Виды червяков и сечения профилей



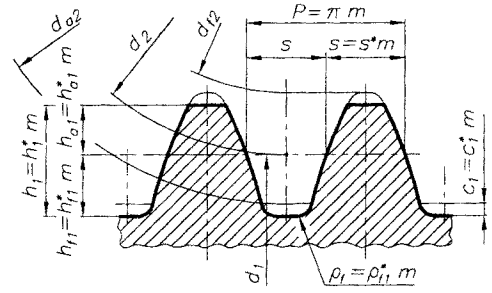
11.4.2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ С ЭВОЛЬВЕНТНЫМ ЧЕРВЯКОМ

Табл. 11.4.2

ГОСТ 19650-74

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:				
Модуль	$m = 6{,}3$ мм	1. Число зубьев червячного колеса	$z_2 = z_1 u$	40 Принимаем 39
Коэффициент диаметра червяка	$q = 10$	2. Действительное передаточное число	$u_д = z_2 / z_1$	19,5
Число витков червяка	$z_1 = 2$	3. Коэффициент смещения червяка	$x = a_w/m - 0{,}5\,(q + z_2)$	0,897
Вид червяка	*ZI*	4. Делительный диаметр		
Угол профиля	$\alpha = 20°$	червяка	$d_1 = m\,q$	63,00 мм
Коэффициент высоты витка	$h^* = 2{,}0 + 0{,}2 \cos\gamma$	червячного колеса	$d_2 = m\,z_2$	245,70 мм
Коэффициент высоты головки	$h_a^* = 1{,}0$	5. Начальный диаметр червяка	$d_{w1} = m\,(q + 2x)$	74,30 мм
Коэффициент расчетной толщины	$s^* = 1{,}571$	6. Делительный угол подъема	$\mathrm{tg}\,\gamma = z_1/q$	0,20 $\gamma = 11°19'$
Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой	$\rho_f^* = 0{,}3$	7. Начальный угол подъема	$\mathrm{tg}\,\gamma_w = m\,z_1/d_{w1}$	0,1696 $\gamma_w = 9°37'$
Межосевое расстояние	$a_w = 160$ мм	8. Основной угол подъема	$\cos\gamma_b = \cos\alpha \cdot \cos\gamma$	0,9214 $\gamma_b = 22°52'$
Передаточное число	$u = 20$			

(Продолжение табл. 11.4.2 на след. стр.)



ГОСТ 190

$h_{a1}^* = 1,$
$h_{f1}^* = 1,$
$c_1^* = 0,$
$h_1^* = 2,$
$\rho_{f1}^* = 0$
$s^* = 0$

Рис. 11.4.2. Исходный червяк и исходный производящи

Продолжение табл. 11.4.2

9. Основной диаметр червяка	$d_{b1} = m\,z_1/\mathrm{tg}\,\gamma_b$	29,89 мм
10. Высота витка червяка	$h_1 = h_1^* m = (2{,}0+0{,}2\cos\gamma)$	13,84 мм
11. Высота головки витка червяка	$h_{a1} = h_a^* m$	6,3 мм
12. Диаметр вершин витков червяка	$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1}$	75,60 мм
зубьев червячного колеса	$d_{a2} = d_2 + 2(h_a + x)m$	269,60 мм
13. Наибольший диаметр червячного колеса	$d_{aм2} \leqslant d_{a2} + 6m/(z_1+2)$	279 мм
14. Радиус кривизны переходной кривой червяка	$\rho_{f1} = \rho_f\, m$	1,9 мм
15. Длина нарезной части червяка	b_1 (табл. 4.2.20)	100 мм Принимаем 125 мм
16. Ширина венца колеса	b_2 (табл. 4.2.20)	55 мм
Размеры для контроля взаимного положения профилей витков червяка		
1. Расчетный шаг червяка	$p_1 = m\pi$	19,792 мм
2. Ход червяка	$p_{z1} = p_1 z_1$	39,584 мм
3. Делительная толщина по хорде витка червяка	$\bar{S}_{a1}$ (11.1.4.1 п. 1)	9,71 мм
4. Высота до хорды витка	$\bar{h}_{a1}$ (11.1.4.1 п. 2)	6,314 мм
5. Диаметр роликов	$D > 1{,}67\,m$ (11.1.4.2)	10,5 мм Принимаем 10,95 мм
6. Размер червяка по роликам	$M = d_1 - (p_1 - s^* m)\cos\gamma / \mathrm{tg}\,\alpha + D(1/\sin\alpha + 1)$	79,51 мм

1. КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯКОВ

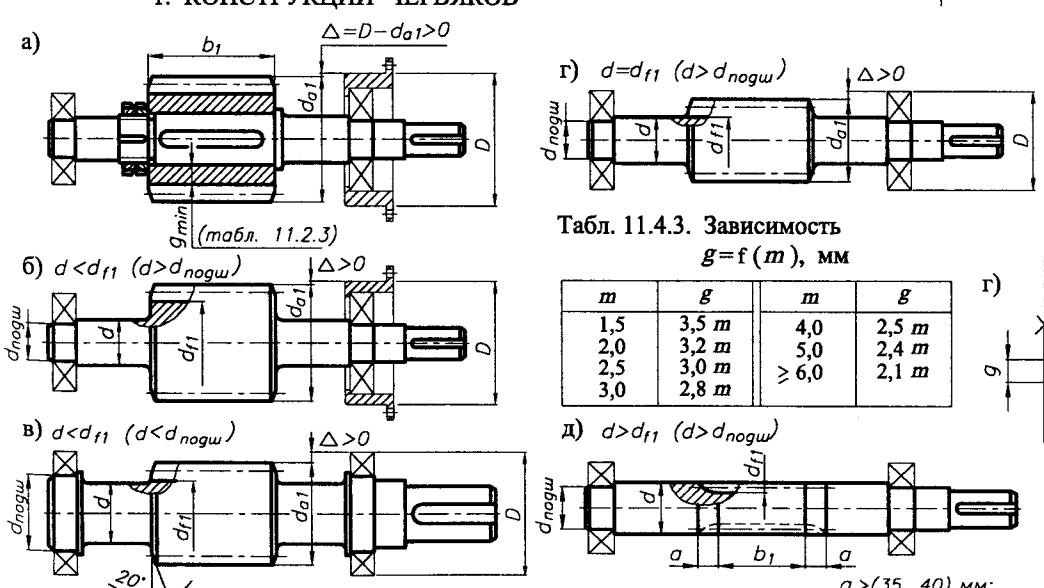


Рис. 11.4.3. Конструкции червяков

Табл. 11.4.3. Зависимость $g = f(m)$, мм

m	g	m	g
1,5	3,5 m	4,0	2,5 m
2,0	3,2 m	5,0	2,4 m
2,5	3,0 m	$\geqslant$ 6,0	2,1 m
3,0	2,8 m		

11.4.3. КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯКОВ И ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС [4, 9, 16, 21, 42]

ИСХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ:

a_w – межосевое расстояние;
d_{a1} – диаметр вершин зубьев червяка;
d_{a2} – диаметр вершин зубьев червячного колеса;
b_1 – длина нарезной части червяка;
b_2 – ширина червячного колеса;
m – модуль;
$d_{вал}$ – диаметр вала.

ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ:

$d_{ст} = d_{вал} + 2g_{ст}$;
$L_{ст} = (1{,}4...1{,}8)d_{вал}$;
$g_{ст} = (0{,}35...0{,}40)d_{вал}$ – ст.литье;
$g_{ст} = (0{,}40...0{,}45)d_{вал}$ – чугун;
$2\varphi = (100°...110°)$;
$c = (0{,}2...0{,}3)b_2$;
$h = (0{,}25...0{,}40)b_2$;
$t = 0{,}1\,b_2$.
$d_{винт} = (0{,}6...0{,}7)g$;
$L_{винт} = (2{,}0...3{,}0)d_{винт}$;
$D_{отв} = 0{,}5(d_{a2} - 4{,}4m - 4g + d_{ст})$;
$d_{отв} = 0{,}25(d_{a2} - 4{,}4m - 4g - d_{ст})$;
$D_{отв}$, $d_{отв}$ – округляются до целых чисел;

2. КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС

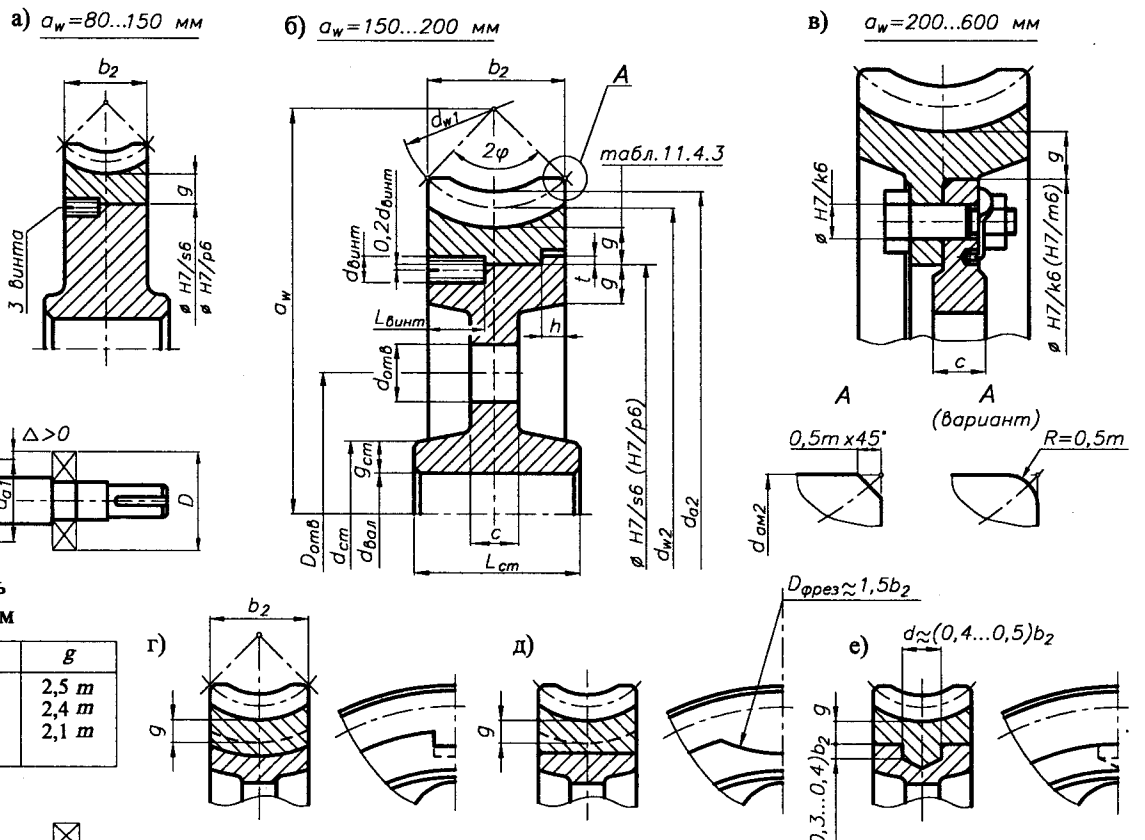


Рис. 11.4.4. Конструкции червячных колес:
а)...в) при единичном и мелкосерийном производстве;
г)...е) при серийном производстве

11.4.4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЧЕРВЯКОВ [4, 21, 42]

1. ПАРАМЕТРЫ ЧЕРВЯКОВ

Табл. 11.4.4

На чертеже цилиндрического червяка в соответствии с ГОСТ 2.406–76 должны быть указаны размеры (рис. 11.4.5) и помещена следующая таблица параметров червяка (табл. 11.4.4).

Модуль	m	
Число витков	z_1	
Вид червяка	–	ZA
Делит.угол подъем.	γ	
Направл.лин.витк.	–	
Исходный червяк	ГОСТ 19036–81	
Коэф.смещения	x	
Степень точн.	–	
Дел.толщ.витк.по хорд.	$\bar{S}_{a1}$	
Высота до хорды	$\bar{h}_{a1}$	
Делит.диаметр	d_1	
Ход витка	p_{z1}	
Коэф.диам.черв.	q	
Межос.расстоян.	a_w	
Сопряж. зуб.кол. — № рис.	–	
Числ.зуб.	z_2	
	10	35

20; min 7; 110

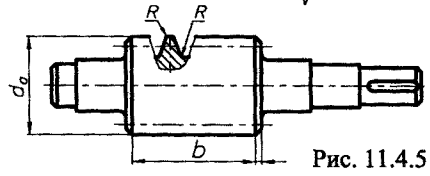


Рис. 11.4.5

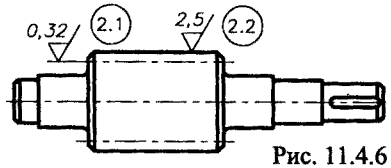


Рис. 11.4.6

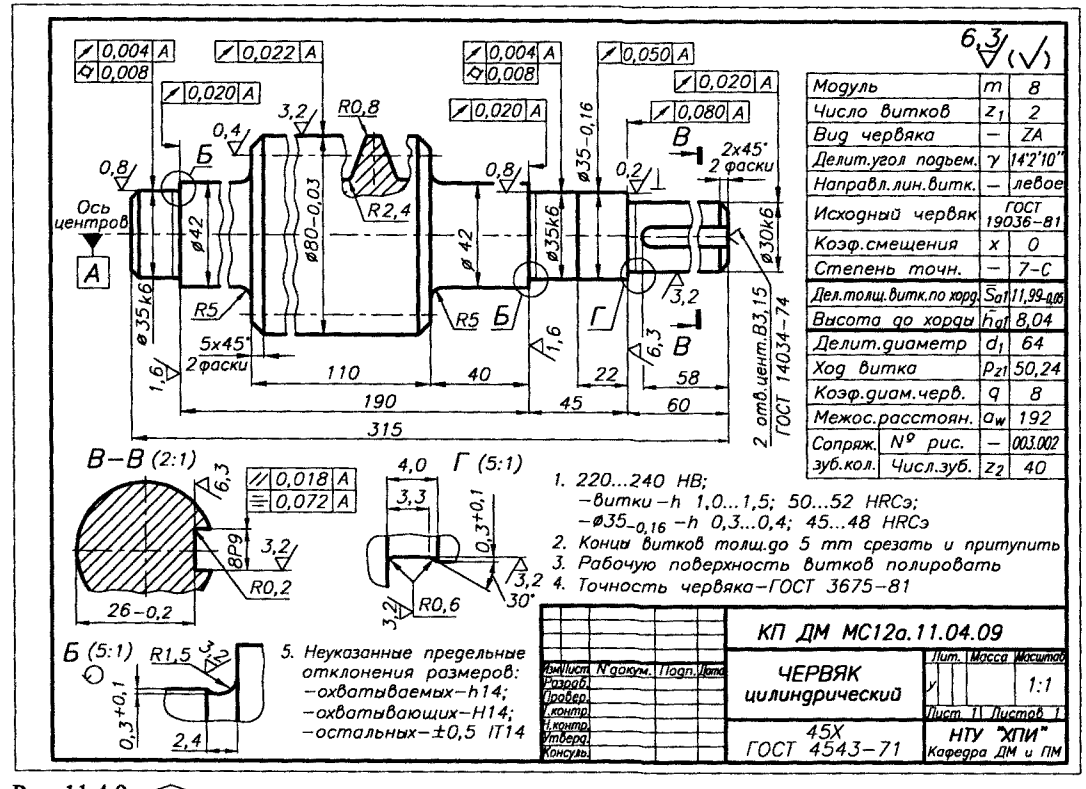
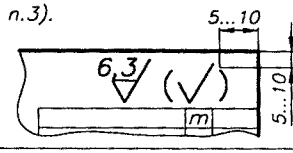


Рис. 11.4.9

2. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Табл. 11.4.5. Шероховатость поверхностей зубьев

	Степень точности червячной передачи			
	6	7	8	9
2.1. Рабочая поверхность витков	0,4 ... 0,8	0,4 ... 0,8	0,8 ... 1,6	1,6 ... 3,2
2.2. Диаметр вершин витков	1,6	1,6 ... 3,2	3,2	3,2
2.3. Поверхности входного участка вала червяка, мест установки подшипников, уплотнений (7.3 п.3, 8.8.2, 9.1.1 п.3).				
2.4. Другие необозначенные поверхности				



3. ПОЛЯ ДОПУСКОВ И ПОСАДКИ

Рис. 11.4.7

На чертеже червяка откло заготовки под диаметр ве витков h7 представить чис

Поля допусков и посадки вхо участка вала червяка, мест новки подшипников, уплотн (7.3 п.2, 7.4.2, 8.8.1, 9.1.1 п.

4. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Допуск радиального биени мкм, поверхности загото под диаметр вершин ви относительно оси А (п верхностей А–Б (табл. 11

4.2. Допуски формы и положе поверхностей входного уч ка вала червяка, мест ус новки подшипников, уплот ний (7.3 п.4, 8.8.3, 9.1.1 п

5. ТЕРМООБРАБОТКА ЧЕРВЯКА

5.1. 200...220 HB

5.2. Витки – h 1,0...1,5; 50...52 HRCэ

5.3. Термообработка мест установки уплотнений (9.1.1 п. 5)

Табл. 11.4.6. Допуски радиального биения заготовок червяка

Ст. точн.	Радиальное биение, мкм, заготовок червяка при делительном диаметре d_1 мм					
	≤30	≤50	≤80	≤120	≤180	≤250
6	12	13	14	16	18	22
7	17	18	20	22	25	30
8	21	22	25	28	32	38
9	26	28	32	36	40	48

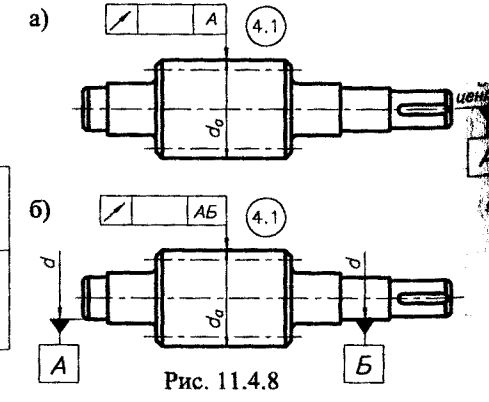


Рис. 11.4.8

11.4.5. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС [4, 16, 21, 42]

1. ПАРАМЕТРЫ ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС

На чертеже червячого зубчатого колеса в соответствии с ГОСТ 2.406–76 должны быть указаны размеры (рис. 11.4.10) и помещена следующая таблица параметров зубчатого венца (табл. 11.4.7).

Табл. 11.4.7

Модуль	m	
Число зубьев	z_2	
Направл.лин.зуба	–	
Коэф.смещения	x	
Исх.произв.червяк	ГОСТ 19036–81	
Степень точн.	–	
Межос.расстоян.	a_w	
Делит.диаметр	d_2	
Вид сопр.червяка	–	ZA
Сопряж. зуб.кол. № рис.	–	
Числ.витк.	z_1	
	10	35

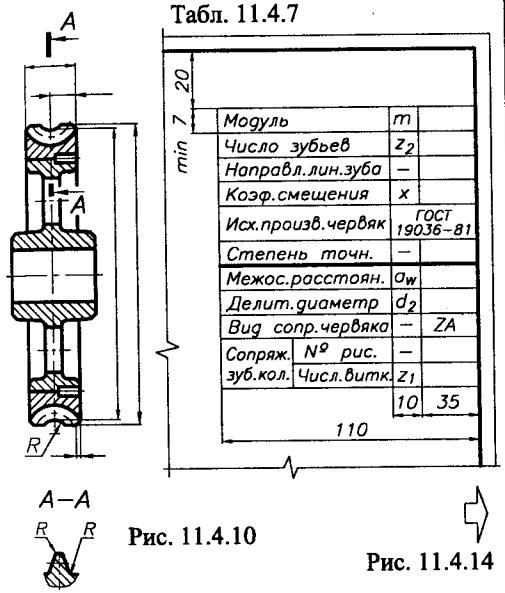


Рис. 11.4.10

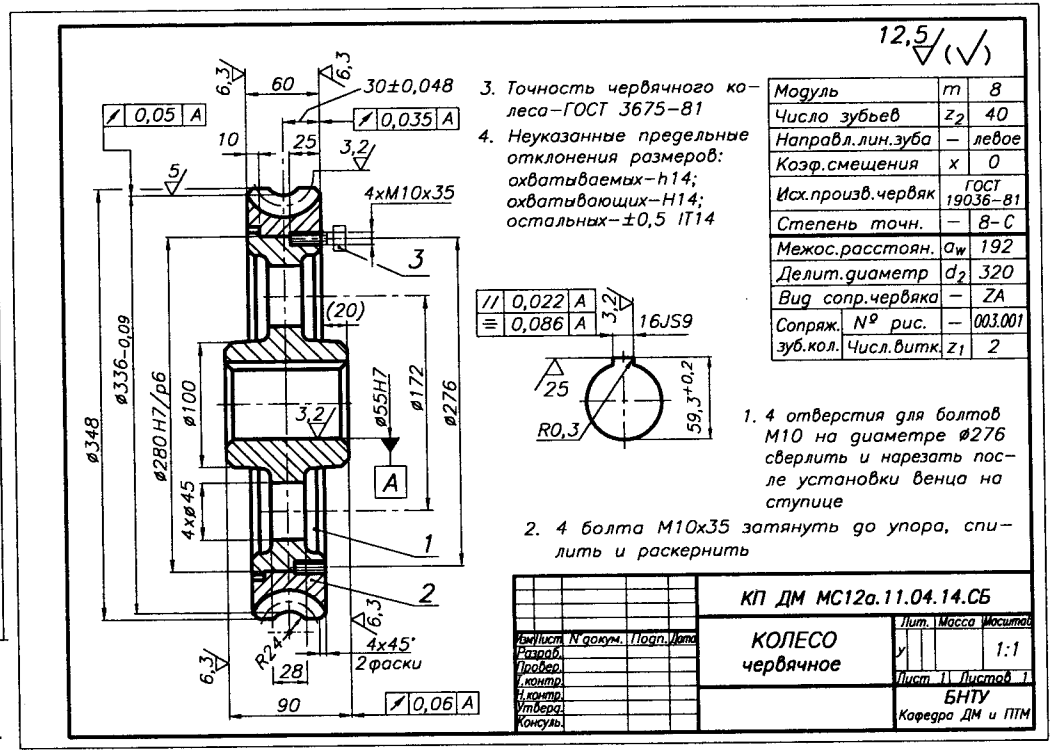


Рис. 11.4.14

2. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Табл. 11.4.8. Шероховатость поверхностей

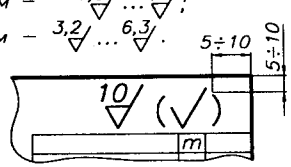
	Степень точности червячной передачи			
	6	7	8	9
2.1. Рабочая поверхность зубьев	1,6	1,6	3,2	6,3
2.2. Диаметр вершин зубьев	6,3	6,3 ... 12,5	12,5	12,5
2.3. Боковая базовая поверхность венца (ступицы)	3,2	3,2 ... 6,3	6,3	12,5

2.4. Поверхность ступицы, сопряженная с валом:

для $d_{вал} \leqslant 80$ мм – 1,6 ... 3,2;

для $d_{вал} > 80$ мм – 3,2 ... 6,3.

2.5 Другие необозначенные поверхности



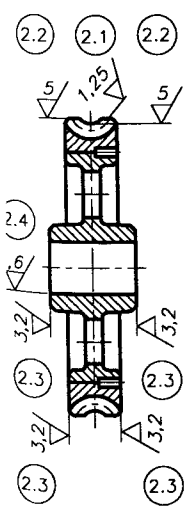


Рис. 11.4.11

Табл. 11.4.9. Отклонения f_x размера a

Ст. точн.	Отклонения $\pm f_x$, мкм для межос.расстояния a_w мм						
	⩽80	⩽120	⩽180	⩽250	⩽315	⩽400	⩽500
6	22	25	28	32	36	40	42
7	34	40	45	50	56	60	67
8	53	43	71	80	90	100	105
9	85	100	110	130	140	150	160

Табл. 11.4.10. Допуски радиального биения заготовок червячного колеса

Степень точности	Радиальное биение, мкм, при диаметре d_2 мм						
	⩽50	⩽80	⩽120	⩽200	⩽320	⩽500	⩽800
6	12	16	20	22	26	32	40
7	20	25	32	36	42	50	60
8	32	40	50	55	65	80	100
9	50	60	80	90	105	120	160

3. ПОЛЯ ДОПУСКОВ И ПОСАДКИ

3.1. Отклонения f_x мкм размера a (табл. 11.4.9).

На чертеже червячного колеса отклонения h8 заготовки под диаметр вершин зубьев представить численно

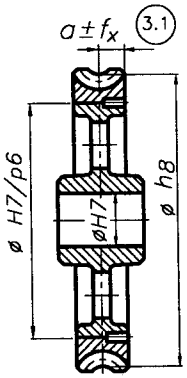


Рис. 11.4.12

4. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Допуск радиального биения ⌰ мкм, поверхности заготовки под диаметр вершин зубьев колеса относительно поверхности А (табл. 11.4.10).

4.2. Допуск осевого биения ⌰ мкм базовых поверхностей венца и ступицы колеса относительно поверхности А (табл. 11.2.6).

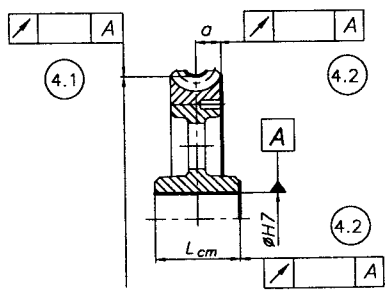


Рис. 11.4.13

11.4.6. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ

12,5 (√)

Модуль	m	8
Число зубьев	z_2	40
Направл.лин.зуба	–	правое
Коэф.смещения	x	0
Исх.произв.червяк		ГОСТ 19036–81
Степень точн.	–	8–С
Межос.расстоян.	a_w	320
Делит.диаметр	d_2	192
Вид сопр.червяка	–	ZA
Сопряж. № рис.	–	003.002
зуб.кол. Числ.витк.	z_1	2

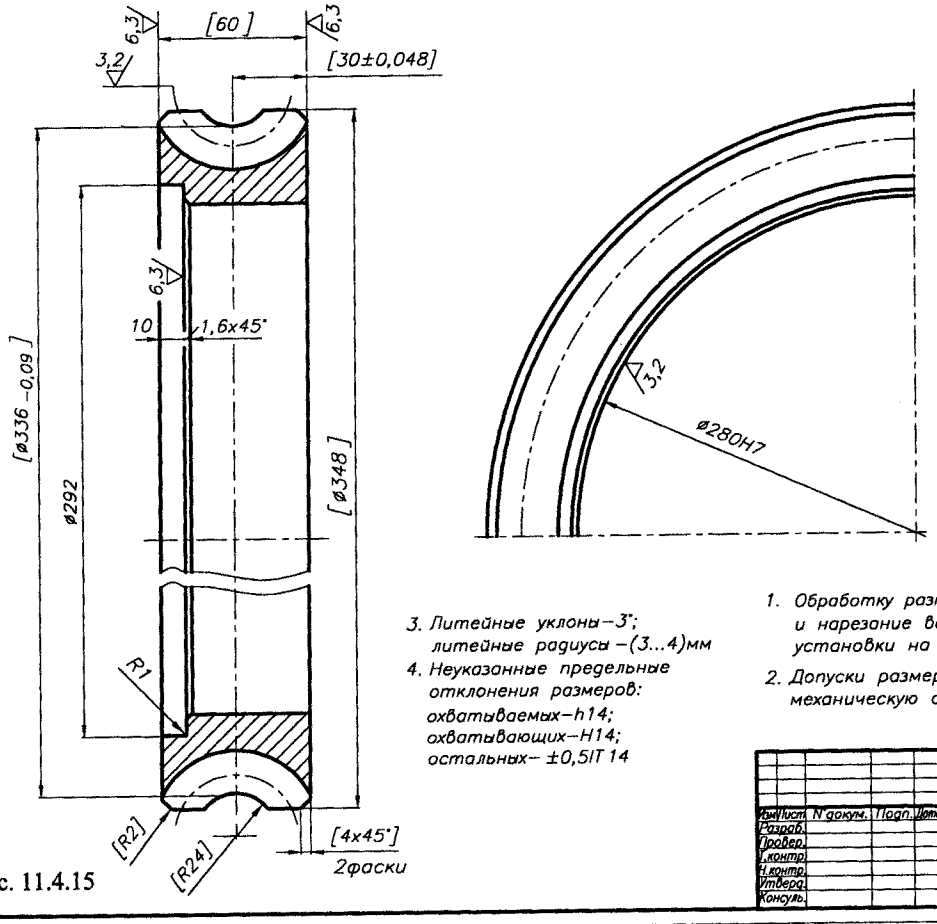
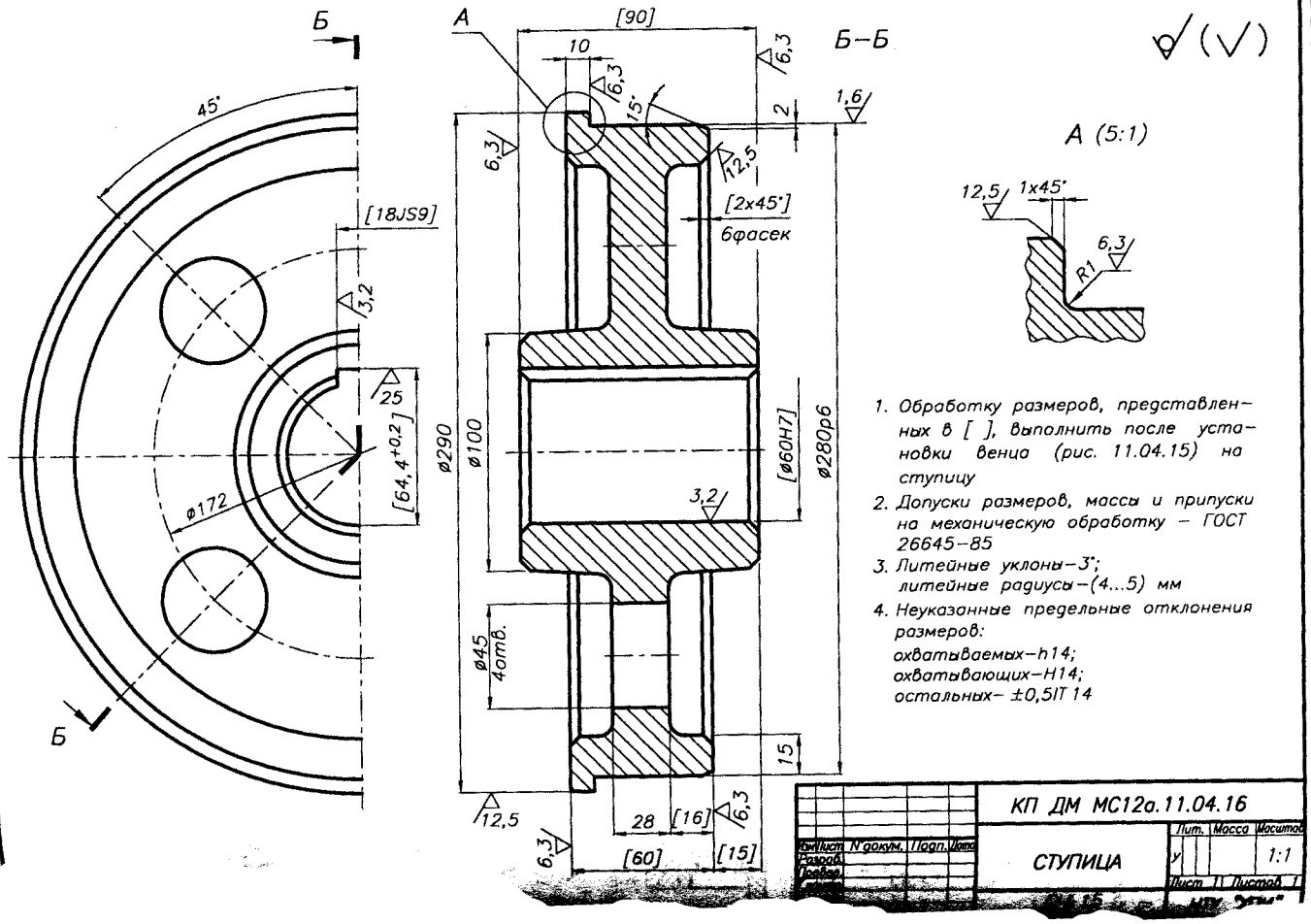


Рис. 11.4.15

3. Литейные уклоны–3°; литейные радиусы –(3...4)мм
4. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых–h14; охватывающих–H14; остальных– ±0,5IT 14

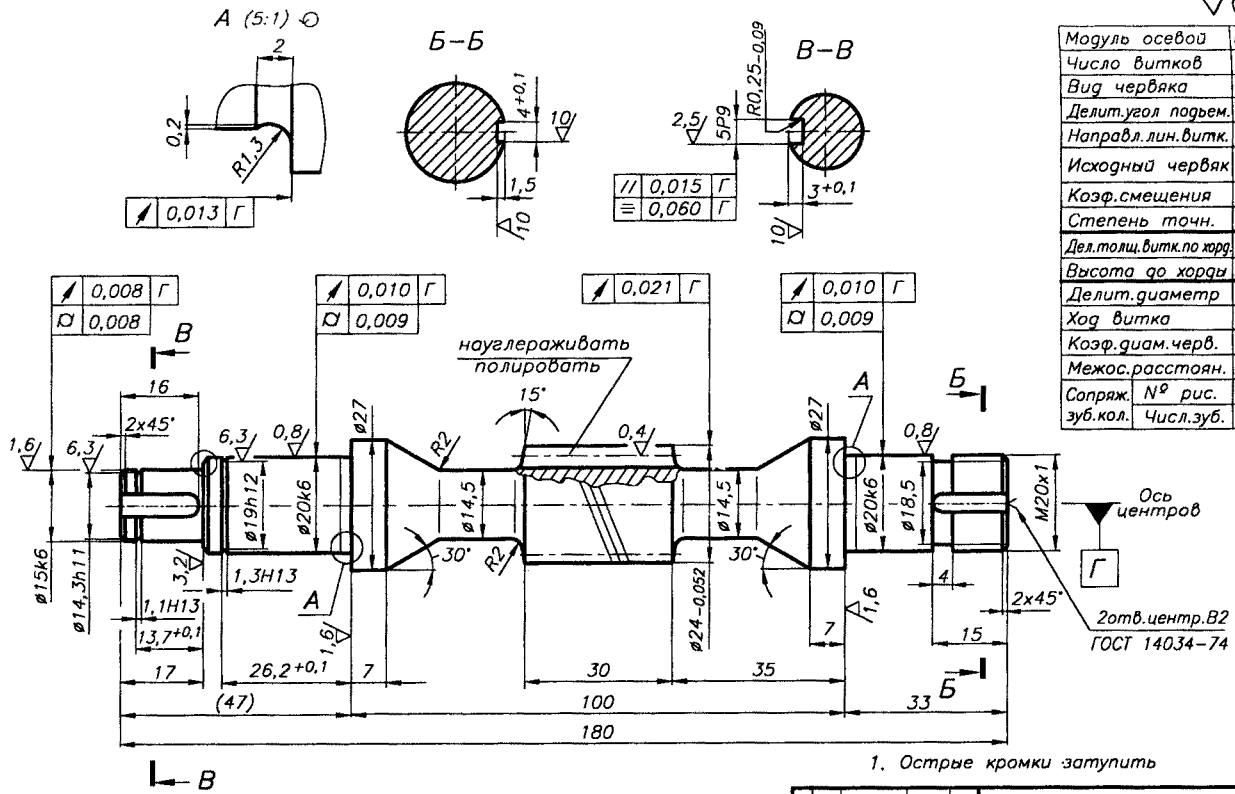
1. Обработку размеров, представленных в [ ], и нарезание венца выполнить после его установки на ступицу (рис. 11.04.16)
2. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку – ГОСТ 26645–85

Изм. Лист	N докум.	Подп.	Дата	КП ДМ МС12а.11.04.15	
Разраб.				ВЕНЕЦ	Лит. / Масса / Масштаб 1:1
Провер.					Лист 1 / Листов 1
Т.контр.				БрО10Ф1 ГОСТ 613–79	БНТУ Кафедра ДМ и ПТМ
Н.контр.					
Утверд.					
Консуль.					



1. Обработку размеров, представленных в [ ], выполнить после установки венца (рис. 11.04.15) на ступицу
2. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку – ГОСТ 26645–85
3. Литейные уклоны–3°; литейные радиусы–(4...5) мм
4. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватываемых–h14; охватывающих–H14; остальных– ±0,5IT 14

Изм. Лист	N докум.	Подп.	Дата	КП ДМ МС12а.11.04.16	
Разраб.				СТУПИЦА	Лит. / Масса / Масштаб 1:1
Провер.					Лист 1 / Листов 1
Т.контр.					
Н.контр.					
Утверд.					



Модуль осевой	m	2
Число витков	z_1	4
Вид червяка	–	ZK1
Делит.угол подъем.	γ	21°48'05"
Направл.лин.витк.	–	правое
Исходный червяк	ГОСТ 19036–81	
Коэф.смещения	x	0
Степень точн.	–	7–C
Дел.толщ.витк.по хорд.	$\bar{S}_{a1}$	$2{,}92^{-0{,}14}_{-0{,}19}$
Высота до хорды	$\bar{h}_{a1}$	1,872
Делит.диаметр	d_1	20
Ход витка	p_{z1}	25,133
Коэф.диам.черв.	q	10
Межос.расстоян.	a_w	50
Сопряж. зуб.кол.	№ рис.	003.007
	Числ.зуб.	z_2	40

1. Острые кромки затупить
2. Науглероживать на глубину 0,3...0,4 мм с последующей термообработкой до твердости 56...60 HRCэ
3. Твердость сердцевины – 35...45 HRCэ
4. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих–H14; охватываемых–h14; прочих–±0,5IT14

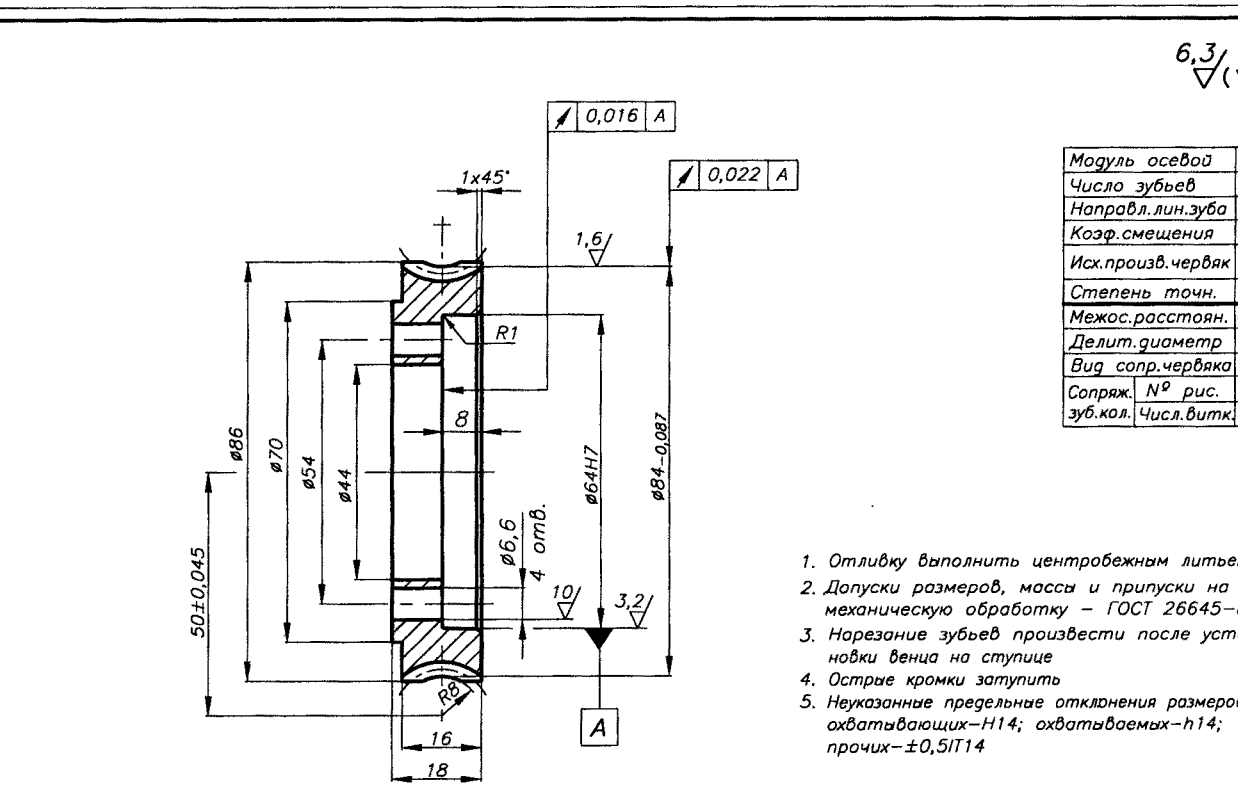
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	КП ДМ МС12а.11.04.17
Разраб.		Венцковский			ЧЕРВЯК
Провер.					
Т.контр.					
Н.контр.					
Утверд.					
Консуль.					

Лит.	Масса	Масштаб
У		2:1
Лист 1	Листов 1	

18ХГТ ГОСТ4543–71

НТУ "ХПИ" Кафедра ДМ и ПМ

Рис. 11.4.17



Модуль осевой	m	2
Число зубьев	z_2	40
Направл.лин.зуба	–	правое
Коэф.смещения	x	0
Исх.произв.червяк	ГОСТ 19036–81	
Степень точн.	–	8–C
Межос.расстоян.	a_w	50
Делит.диаметр	d_2	80
Вид сопр.червяка	–	ZK1
Сопряж. зуб.кол.	№ рис.	003.008
	Числ.витк.	z_1	4

1. Отливку выполнить центробежным литьем
2. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку – ГОСТ 26645–85
3. Нарезание зубьев произвести после установки венца на ступице
4. Острые кромки затупить
5. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих–H14; охватываемых–h14; прочих–±0,5IT14

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	КП ДМ МС12а.11.04.18
Разраб.		Венцковский			ВЕНЕЦ червячного колеса
Провер.					
Т.контр.					
Н.контр.					
Утверд.					
Консуль.					

Лит.	Масса	Масштаб
У		2:1
Лист 1	Листов 1	

БрО10Ф1 ГОСТ 613–79

БНТУ Кафедра ДМ и ПТМ

Рис. 11.4.18

12. КОНСТРУИРОВАНИЕ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ, КРЫШЕК И ДРУГИХ ЧАСТЕЙ РЕДУКТОРОВ [4, 10, 13, 16, 21, 35, 36]

12.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. ФОРМА КОРПУСА

Конструкция корпусных деталей редуктора (корпус, крышка) определяется

- расположением плоскости разъема редуктора. Наиболее распространена конструкция корпусных деталей с разъемом по плоскости, в которой расположены оси валов;
- расположением подшипниковых бобышек в корпусе (крышке) редуктора:
  - корпусные детали с наружным расположением подшипниковых бобышек (рис. 12.1.1а);
  - корпусные детали с внутренним расположением подшипниковых бобышек (рис. 12.1.1б).

Определенное влияние на конструкцию корпусных деталей имеет тип используемых крышек подшипниковых узлов (рис. 12.1.2):

- крышки подшипниковых узлов накладные (привертные);
- крышки подшипниковых узлов закладные (врезные).

Накладные крышки используются во всех видах редукторов.

Закладные крышки используются в цилиндрических, реже в конических и червячных редукторах, что связано с необходимостью регулировки зацепления в таких редукторах.

2. ЗАДАННЫЕ ПАРАМЕТРЫ:

Межосевое расстояние или a_w, мм,
длина образующей конуса на наружном диаметре R_e, мм.
Диаметры
– *начальных окружностей* d_{w1}, d_{w1} (d_{e1}, d_{e2}), мм,
– *вершин зубьев* d_{a1}, d_{a2} (d_{ae1}, d_{ae2}), мм.
Ширина зубчатых колес b_1, b_2 (b), мм.
Наружные диаметры подшипников (после выбора подшипников) D, мм.
Внутренние размеры корпуса (из компоновки редуктора) $L_{вн}$, $B_{вн}$, мм.

3. ВЫБИРАЮТСЯ:

3.1. Форма корпуса редуктора (рис. 12.1.1а или 12.1.1б).

3.2. Основные размеры редуктора, мм:

3.2.1. Толщина стенки корпуса редуктора δ ($\delta \geq 8$ мм) (5.1 п.3.1).

3.2.2. Толщина стенки крышки $\delta_{кр}=(0,8...0,9)\delta$ ($\delta_{кр} \geq 7$ мм).

3.3. Рекомендуемые диаметры болтов, соединяющих:

3.3.1. редуктор с рамой (фундаментных) $d_1=2,0\,\delta$ (рис. 12.6.1а...г, рис. 12.6.2а...г);

3.3.2. корпус с крышкой у бобышек подшипников $d_2=1,5\,\delta$ (рис. 12.6.1е,ж, рис. 12.6.3а...г);

3.3.3. корпус с крышкой по периметру соединения $d_3=1,0\,\delta$ (рис. 12.6.1з,и, рис. 12.6.3д...з);

3.3.4. крышку редуктора со смотровой крышкой d_4 (табл. 13.1.2);

3.3.5. крышку подшипникового узла с корпусом d_5 (табл. 12.1.1).

3.4. Число болтов

3.4.1. диаметром d_1 $z_1=(L_{нар}+B_{нар})/(200...300)$; $z_1 \geq 4$ (число целое, четное);
где $L_{нар}$, $B_{нар}$ *– размеры лап редуктора, мм (12.3, 12.4, 12.5).*

3.4.2. диаметром d_2 z_2 *– два болта на каждый подшипник;*

3.4.3. диаметром d_3 z_3 *– выбирается так, чтобы расстояние L между болтами* $L=(12...15)d_3$;

3.4.4. диаметром d_4 z_4 (табл. 13.1.2);

3.4.5. диаметром d_5 z_5 (табл. 12.1.1).

3.5. Размеры болтовых соединений и мест расположения болтов (12.7).

3.6. Ширина фланцев редуктора:

3.6.1. фундаментного $S_1=\delta+x+k_1$ (рис. 12.6.1а),

3.6.2. корпуса и крышки (у подшиников) $S_2=\delta+x+k_2$ (рис. 12.6.1е),

3.6.3. корпуса и крышки (по периметру) $S_3=\delta+x+k_3$ (рис. 12.6.1з),
Зависимость $k=f(d)$ (табл. 12.7.3), x (табл. 12.2.2).

3.7. Толщина фланцев редуктора

3.7.1. фундаментного $\delta_{фл1}=2,3\,\delta$ (рис. 12.6.1а,в);

3.7.2. корпуса (соединение с крышкой) $\delta_{фл2}=1,5\,\delta$ (рис. 12.6.1з);

3.7.3. крышки (соединение с корпусом) $\delta_{фл3}=1,35\,\delta$ (рис. 12.6.1з).

3.8. Размеры крышек подшипника (рис. 12.1.2, табл. 12.1.1).

3.9. Размеры конических штифтов (2 шт.) (рис. 12.6.1к,л).

(см. след стр.)

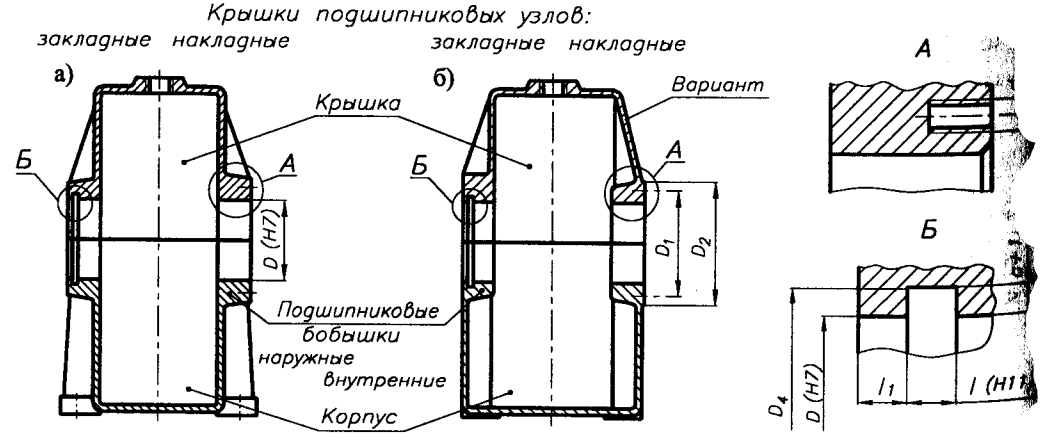


Рис. 12.1.1. Поперечные сечения по подшипниковым узлам цилиндрического редуктора, выполненного с расположением подшипниковых бобышек:
а) наружным; б) внутренним

3.10. Высота осей редуктора h, мм (табл. 12.8.3).
3.11. Размеры литых переходов X, Y и r, мм (табл. 12.2.2, рис. 12.2.2).
3.12. Литейные уклоны – 3°, литейные радиусы R 3...5 мм (12.2 п.1.3).

3.13. Оснащение редуктора (13.1).
Материал корпусных деталей – СЧ15 ГОСТ 1412–85. Иногда используют алюминиевые литые сплавы типа АЛ11 ГОСТ 1583–93 ($a_w \leq 160$ мм).

4. КРЫШКИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

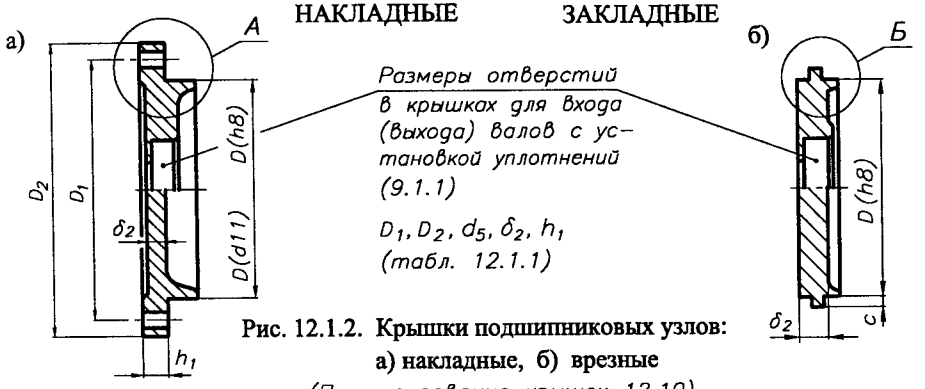
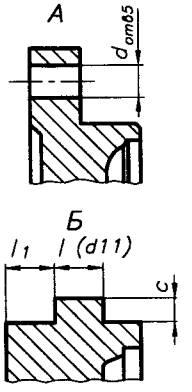


Рис. 12.1.2. Крышки подшипниковых узлов: а) накладные, б) врезные
(Проектирование крышек 12.10)



δ_2, l, l_1, c
(табл 12.1.1)

Табл. 12.1.1. Основные размеры крышек подшипников, мм

	D	d_5 болт	z_5 число болтов	h_1	δ_2
Крышки накладные	От 40 до 62	M6	4	6	5
	От 62 до 95	M8	4	8	6
	От 95 до 145	M10	6	10	7
	От 145 до 220	M12	6	12	8
	$D_1 = D + 2{,}5\,d_5$ $D_2 = D_1 + 2{,}0\,d_5$				
Крышки закладные	$l = 6...8$ ($D \leq 100$) $l = 8...10$ ($D > 100$) $l_1 \geq l$ $c = 0{,}5l$ $D_4 = 1{,}25D + 10$ мм				

12.2. РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНСТРУИРОВАНИЮ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ [13, 24, 36]

1. СОПРЯЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ОТЛИВОК

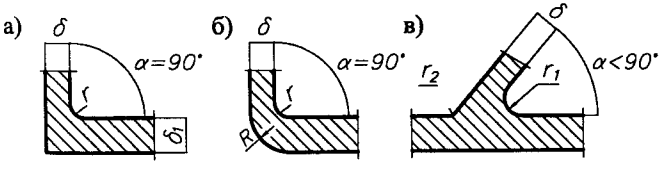


Рис. 12.2.1. Радиусы сопряжений

1.1 Радиусы сопряжений (для $\alpha = 90°$) выбирают (табл. 12.2.1) и округляют до цифр нормальных линейных размеров (17.1).

Табл. 12.2.1. Радиусы сопряжений, мм

$\delta+\delta_1$	<15	16...25	26...39	40...63
r	1,5	2,5	4,0	6,0

$R = r + \delta$

1.2 При ($\alpha < 90°$) (рис. 12.2.1в) $r_1 > r$, $r_2 < r$

1.3 Практически, радиусы сопряжений отливок небольших редукторов принимают $r = 3...5$ мм, и эти величины записывают в технические требования.

1.4 При $\delta < \delta_1$

- если $\delta_1 = (1{,}3...2)\delta$, то размеры x, y, r выбирают из табл. 11.2.2 (рис. 12.2.2);
- если $\delta_1 > 2\delta$, то размеры x, y, r следует увеличить по сравнению с данными табл.12.2.2 в 1,5...2,0 раза;
- если $\delta_1 < 1{,}3\delta$, то размеры x, y, r не обязательны и сопряжение выполняется как при $\delta = \delta_1$.

Табл. 12.2.2

δ	x	y	r
мм			
8...10	2...3	$5x$	3
10...15	3...5		4
15...20	4...5		5

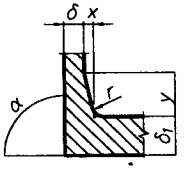


Рис. 12.2.2

* Приведенный габарит H отливок, мм $H = (2l + b + h)/3$, где l - длина, b - ширина, h - высота отливки.

2. МИНИМАЛЬНАЯ ТОЛЩИНА СТЕНОК

Табл. 12.2.3

Материал	δ_{min}, мм		
	Приведенный габарит* H отливок, мм		
	малых $H < 500$	средних $500 < H < 1000$	больших $1000 < H$
Серый чугун	4	8...9	12...15
Стальное литье	5...7	10...12	15...20
Бронзы	3...5	5...8	
Сплавы алюминия	3...5	5...8	

Для отливок корпусных деталей редуктора из серого чугуна минимальная толщина стенок принимается: - для корпуса 8,0 мм, для крышки - 7 мм.

3. ЛИТЕЙНЫЕ УКЛОНЫ

Табл. 12.2.4

Материал	Уклон	Угол	δ, мм
Чугун	1:5	11,5°	< 25
Стальное литье	1:10 (1:20)	5,5°(3°)	> 25
Литые сплавы цветных металлов	1:100	0,5°	

12.3. КОНСТРУКЦИИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ [21, 34, 42]

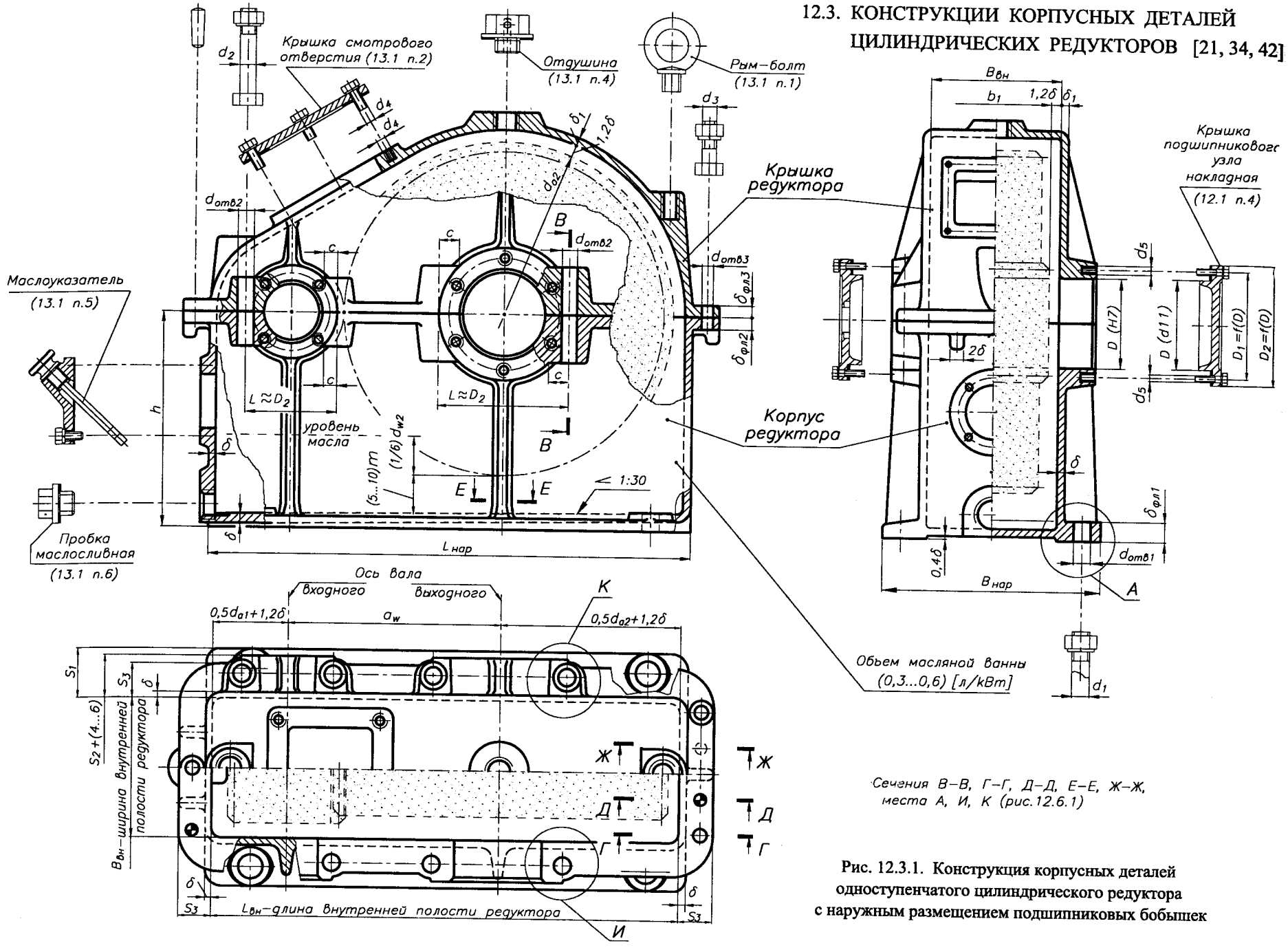


Рис. 12.3.1. Конструкция корпусных деталей одноступенчатого цилиндрического редуктора с наружным размещением подшипниковых бобышек