

11.1 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 лежат продольные оси валов;

- расположением подшипниковых бобышек в корпусе (крышке) редуктора:
  - корпусные детали с внешним расположением бобышек (рис. 11.1.1а);
  - корпусные детали с внутренним расположением бобышек (рис. 11.1.1б).

Определенное влияние на конструкцию корпусных деталей имеет тип используемых крышек подшипниковых узлов:

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

Накладные крышки используются во всех видах редукторов.

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

Виды используемых крышек подшипниковых узлов представлены на рис. 11.1.2.

2. ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРОВ:

- Межосевое расстояние или диаметр основания конуса на наружном диаметре  $a_w$ , мм;
- Диаметры  $R_e$ , мм;
- начальных окружностей  $d_{w1}, d_{w2} (d_{e1}, d_{e2})$ , мм;
- вершин зубьев  $d_{a1}, d_{a2} (d_{ae1}, d_{ae2})$ , мм.
- Ширина зубчатых колес  $b_1, b_2$ , мм.
- Наружные диаметры подшипников (после выбора подшипников)  $D$ , мм.
- Внутренние размеры корпуса (из компоновки редуктора)  $L_{вн}, V_{вн}$ , мм.

3. ВЫБИРАЮТСЯ:

- А. Форма корпуса редуктора (рис. 11.1.1).
- Б. Основные размеры редуктора, мм:
  - Б.1. Толщина стенки корпуса редуктора  $\delta$  ( $\delta \geq 8$  мм) (5.1 п. 3.1).
  - Б.2. Толщина стенки крышки  $\delta_{кр} = (0,8 \div 0,9)\delta$  ( $\delta_{кр} \geq 8$  мм).
  - Б.3. Рекомендуемые диаметры болтов, соединяющих:
    - Б.3.1. редуктор с рамой (фундаментных)  $d_1 = 2,0\delta$  (рис. 11.6.1а,в, рис. 11.6.2а,в);
    - Б.3.2. корпус с крышкой у бобышек подшипников  $d_2 = 1,5\delta$  (рис. 11.6.1е, рис. 11.6.3а,в);
    - Б.3.3. корпус с крышкой по периметру соединения  $d_3 = 1,0\delta$  (рис. 11.6.1у, рис. 11.6.3д,ж);
    - Б.3.4. корпус со смотровой крышкой  $d_4$  (табл. 12.1.2);
    - Б.3.5. крышку подшипникового узла с корпусом  $d_5$  (табл. 11.1.1).
  - Б.4. Число болтов
    - Б.4.1. диаметром  $d_1$ ,  $Z_1 = (L_{нар} + V_{нар}) / (200 + 300)$ ;  $Z_1 \geq 4$  (число целое, четное);

где  $L_{нар}, V_{нар}$  - размеры лап редуктора, мм (11.3, 11.4, 11.5).

- Б.4.2. диаметром  $d_2$   $Z_2$  - два болта на каждый подшипник;
- Б.4.3. диаметром  $d_3$   $Z_3$  - выбирается так, чтобы расстояние  $L$  между болтами  $L = (12 \div 15)d_3$ ;
- Б.4.4. диаметром  $d_4$   $Z_4$  (табл. 12.1.2);
- Б.4.5. диаметром  $d_5$   $Z_5$  (табл. 11.1.1).

Б.5. Размеры болтовых соединений и мест расположения болтов (11.7).

Б.6. Ширина фланцев редуктора:

- Б.6.1. фундаментного  $S_1$  (рис. 11.6.1а,в),  $S_1 = \delta + x + k_1$ ;
  - Б.6.2. корпуса и крышки (у подшипников)  $S_2$  (рис. 11.6.1е),  $S_2 = \delta + x + k_2$ ;
  - Б.6.3. корпуса и крышки (по периметру)  $S_3$  (рис. 11.6.1у),  $S_3 = \delta + x + k_3$ .
- Зависимость  $K = f(d)$  (табл. 11.7.3),  $X$  (табл. 11.2.2).

Б.7. Толщина фланцев редуктора

- Б.7.1. фундаментного  $\delta_{фл1} = 2,3\delta$ ;
- Б.7.2. корпуса (соединение с крышкой)  $\delta_{фл2} = 1,5\delta$ ;
- Б.7.3. крышки (соединение с корпусом)  $\delta_{фл3} = 1,35\delta_{кр}$ .

Б.8. Размеры крышек подшипника (рис. 11.1.2, табл. 11.1.1).

Б.9. Размеры конических штифтов (2 шт.) (рис. 11.6.1м).

Б.10. Высота осей редуктора  $h$ , мм (табл. 11.8.3).

Б.11. Размеры литых переходов  $X, Y$  и  $R$ , мм (табл. 11.2.2).

Б.12. Литейные уклоны - 3°, литейные радиусы  $R$  3÷5 мм (11.2 п.3).

Б.13. Оснащение редуктора (12.1).

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

Крышки подшипниковых узлов:

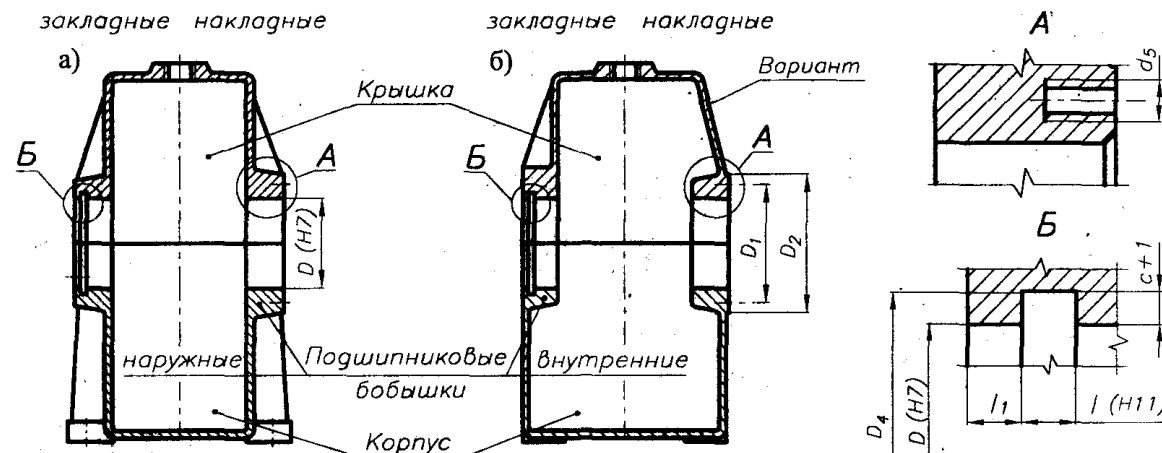


Рис. 11.1.1 - Поперечные сечения по подшипниковым узлам цилиндрического редуктора, выполненного с расположением подшипниковых бобышек: а) наружным; б) внутренним

## 1. СТАЛИ (табл. 16.2.1)

- 1.1. Сталь углеродистая обыкновенного качества ГОСТ 380-88  
 Марки: *Cm0, Cm1, Cm2, Cm3, Cm4, Cm5, Cm6, Cm1кн, Cm1нс, Cm1сн,...*
- 1.2. Сталь углеродистая качественная конструкционная ГОСТ 1050-88  
 Марки: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 55, 60
- 1.3. Сталь легированная конструкционная ГОСТ 4543-71  
 Марки: - стали хромистые  
 15X, 15XA, 20X, 30X, 35X, 38XA, 40X, 45X, 50X  
 - стали марганцовистые  
 15Г, 20Г, 25Г, 30Г, 30Г2, 35Г, 35Г2, 40Г, 40Г2, 50Г, 50Г2  
 - стали хромомарганцовистые  
 18ХГ, 18ХГТ, 20ХГР, 25ХГТ, 30ХГТ, 25ХГМ, 38ХГМ  
 - стали хромоникелевые  
 12ХН, 20ХН, 40ХН, 45ХН, 50ХН, 12ХН2, 30ХН3А  
 - стали хромокремнемарганцовистые  
 20ХГСА, 25ХГСА, 30ХГС, 30ХГСА, 35ХГСА, 30ХГСН2А  
 - стали хромоалюминиевые  
 38ХМЮА, 38Х2МЮА  
 - стали хромомолибденовые и хромомолибденованадиевые  
 15ХМ, 20ХМ, 30ХМ, 30ХМА, 30Х3МФ, 40ХМФА

## 2. СТАЛЬНОЕ ЛИТЬЕ (табл. 16.2.1) ГОСТ 977-88

- 2.1. Стали конструкционные нелегированные  
 Марки: 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л
- 2.2. Стали конструкционные легированные  
 Марки: 20ЛЛ, 35ЛЛ, 30ЛСЛ, 40ЛЛ, 20ХМЛ, 35ХМЛ, 35ХГСЛ

## 3. ЧУГУНЫ

- 3.1. Чугун с пластифицированным графитом для отливок.  
 Марки: СЧ10, СЧ15, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35 ГОСТ 1412-85
- 3.2. Чугун антифрикционный для отливок. ГОСТ 1585-85  
 Марки: АЧС-1, АЧС-2, АЧС-3, ..., АЧК-2, АЧК-2, ... АЧВ-1, АЧВ-2
- 3.3. Чугун с шаровидным графитом для отливок. ГОСТ 7293-85  
 Марки: ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100

## 4. СПЛАВЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

- 4.1. Бронзы безоловянные литейные ГОСТ 493-79  
 Марки: БрА9Ж3Л, БрА10ЖЗМц2, БрА11Ж6Н6
- 4.2. Бронзы оловянные литейные ГОСТ 613-79  
 Марки: БрО10Ф1, БрО10Ц2, БрО8Ц4
- 4.3. Баббиты оловянные и свинцовые ГОСТ 1320-74  
 Марки: Б88, Б83, Б83С, Б16, БН, БС6
- 4.4. Сплавы алюминиевые антифрикционные ГОСТ 14113-78  
 Марки: А03-7, А09-2, АН-2,5, АСМ, АМСТ
- 4.5. Сплавы цинковые антифрикционные ГОСТ 21437-75  
 Марки: ЦАМ9-1,5Л, ЦАМ9-1,5, ЦАМ10-5Л, ЦАМ10-5

## 16.2 КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Табл. 16.2.1 - Механические характеристики некоторых сталей

Марка стали	Термо-обработ.	$\sigma_b$	$\sigma_T$	$[\sigma]_p$	$\sigma_{-1к}$	$\sigma_{0к}$	$T_{-1к}$	$T_{0к}$	Твердость в состоянии после термообработки		
									поставки НВ	сердцевина НВ	поверхн НВ
Ст0		280:570	165:195	100:110	170	300	100	200	120		
Ст3		340:520	185:235	120:150	180	300	110	220	140		
Ст4		400:580	215:275	140:165	240	420	130	280	160		
Ст5		460:670	255:295	150:180	280	480	150	320	180		
Ст6		550:770	295:335	165:200	320	530	190	380	200		
Ст7		650:870	325:365	180:220							
20	Н У	min 410 490:640	245 295	140:160	200	360	120	240	156	156	
25	Н У	min 450 490:640	275 305	155:185	200	370	130	250	170	170	
30	Н У	min 490 540:690	295 335	165:200	240	390	140	280	179	179	
35	Н У	min 530 580:730	315 365	175:210	250	420	150	300	187	187 228:269	
40	Н У	min 570 620:760	335 390	190:220	260	440	160	320	217	217 192:228	
45	Н У	min 600 660:800	355 410	200:240	280	480	170	340	241	241 241:285	
55	Н У	min 650 740:880	380 460	210:250	300	500	200	400	255	255 228:320	
60	Н У	min 690 780 930	400 490	220:260	300	500	200	400	255	255	
40X, 40XH	У	>980	>780	270:370	600	800	320	650	217	240:285	
45X	У	>1030	>830	300:400	610	800	280	660	229	230:280	
50X	У	>1080	>930	330:430	620	800	330	680	229	240:290	
45XH	У,3	>1030	>830	300:400	450	660	240	500	207	207:255 (48:54) HRC	
35XM 40XH2MA	У,3	>980	>780	270:380	500	700	260	550	241	270:300 (45:53) HRC	
20X 25XГМ	Ц+3	>780	>640	310:350	340	560	210	400	179	197	56:61
18ХГТ		>980	>830						217	270:300	56:63
12ХН3А		>950	>700						217	250	56:63
20ХН2МА		>1300	>1100						269	350	56:63
20ХН4А		>1300	>1100						269	350	56:63
18ХН4ВА	>1050	>800	269	360	58:63						
38ХМЮА	А	>980	>830						229	300:350	(850: 900) HRC
20Л 30Л 40Л 50Л		400:550 450:600 480:630 550:700	200 230 270 340	70:90 85:105 95:125 120:155	130 150 180 230	200 260 320 400	90 100 120 150	140 160 200 260			
35ХМЛ 35ХНМЛ 40ХЛ	Н Н Н	>750 >750 >650	>550 >550 >490							180	

Примечание. Условное обозначение видов термообработки: Н - нормализация, У - улучшение, З - закалка, Ц - цементация, А - азотирование.

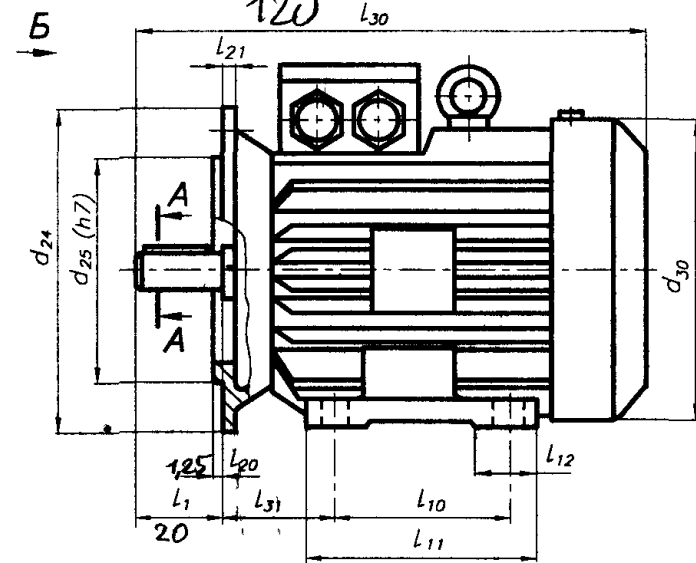
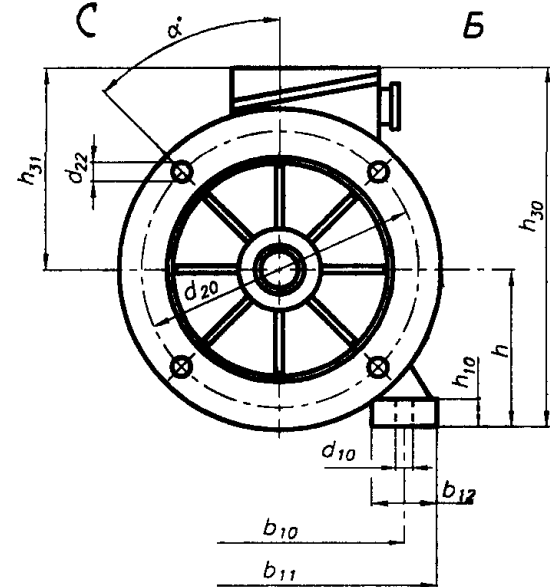
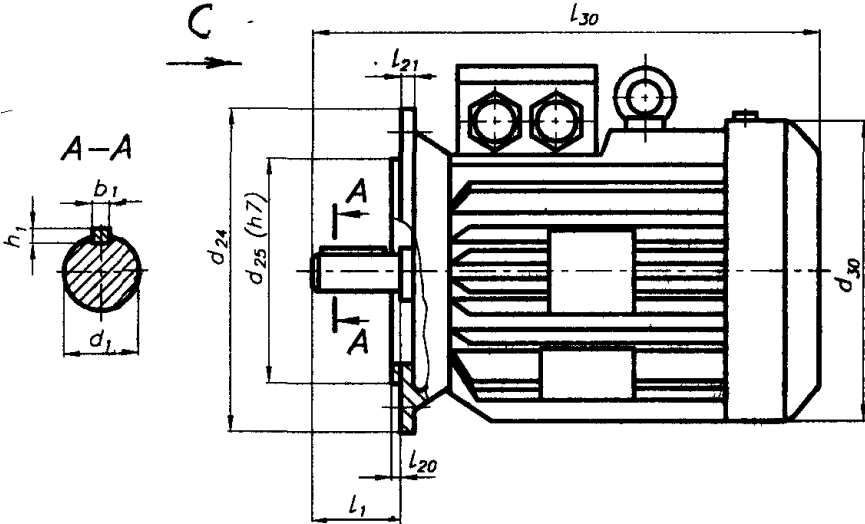


Рис. 16.7.2. Размеры фланцевых асинхронных электродвигателей (тип IM 2081)

Рис. 16.7.3. Размеры асинхронных электродвигателей с комбинированным креплением (тип IM 3081)

Параметры асинхронных электродвигателей - табл. 16.7.1.

Табл. 16.7.2. Габаритные и установочные размеры асинхронных электродвигателей, мм

Тип	h	Лопы							Фланец							Вал			Габариты							
		b <sub>10</sub>	b <sub>11</sub>	b <sub>12</sub>	l <sub>10</sub>	l <sub>11</sub>	l <sub>12</sub>	d <sub>10</sub>	h <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>25</sub>	d <sub>24</sub>	d <sub>22</sub>	К-во	α	l <sub>20</sub>	l <sub>21</sub>	d <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>31</sub>	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	d <sub>30</sub>	h <sub>30</sub>	h <sub>31</sub>	l <sub>30</sub>
71A	71 <sup>0</sup> <sub>-0,5</sub>	112			90			7	9	165	130	200	12	4	45°	3,5	10	19	40	45	6	6	170	175	105	285
80A	80 <sup>0</sup> <sub>-0,5</sub>	125	154	32	100	131	45	10	10	165	130	200	12	4	45°	3,5	10	22	50	50	6	6	186	190	115	300
80B																										320
90L	90 <sup>0</sup> <sub>-0,5</sub>	140	170	40	125	156	48	10	11	215	180	250	15	4	45°	4	12	24	50	56	8	7	208	215	125	350
100S	100 <sup>0</sup> <sub>-0,5</sub>	140	170	40	125	156	48	12	12	215	180	250	15	4	45°	4	14	28	60	63	8	7	235	240	140	362
100L		160	200	45	140	169	60																			392
112M	112 <sup>0</sup> <sub>-0,5</sub>	190	230	54	140	172	56	12	12	265	230	300	15	4	45°	4	16	32	80	70	10	8	260	276	164	452
132S	132 <sup>0</sup> <sub>-0,5</sub>	216	278	56	140	180	63	12	13	300	250	350	19	4	45°	5	18	38	80	89	10	8	302	310	178	480
132M		216	278	56	178	218	79																			530
160S	160 <sup>0</sup> <sub>-0,5</sub>	216	278	56	178	218	79	15	18	300	250	350	19	4	45°	5	18	42	110	108	12	8	358	370	210	624
160M		254	300	60	210	248	65											48			14	9				
180S	180 <sup>0</sup> <sub>-0,5</sub>	279	330	75	210	256	65	15	20	350	300	400	19	4	45°	5	18	48	110	121	14	9	410	400	220	682
180M		279	330	75	241	320	80											55			16	10				702
200M	200 <sup>0</sup> <sub>-0,5</sub>	318	400	80	305	380	100	19	25	400	350	450	19	8	22°30'	5	20	55	110	133	16	10	450	485	285	760
200L		318	400	80	305	380	100											60	140		18	11				790

## 16.7. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ АСИНХРОННЫЕ

Структура обозначения типоразмера двигателей:

- 4 - порядковый номер серии;
- A - электродвигатели асинхронный;
- A - станина и щиты двигателя алюминиевые (отсутствие знака означает, что станина и щиты чугунные или стальные);
- 2-х или 3-х значное число - высота оси вращения;
- M - модернизированный;
- A, B - длина сердечника статора;
- L, S, M - установочный размер по длине станины;
- 2, 4, 6, 8 - число полюсов;
- УЗ - климатическое исполнение.

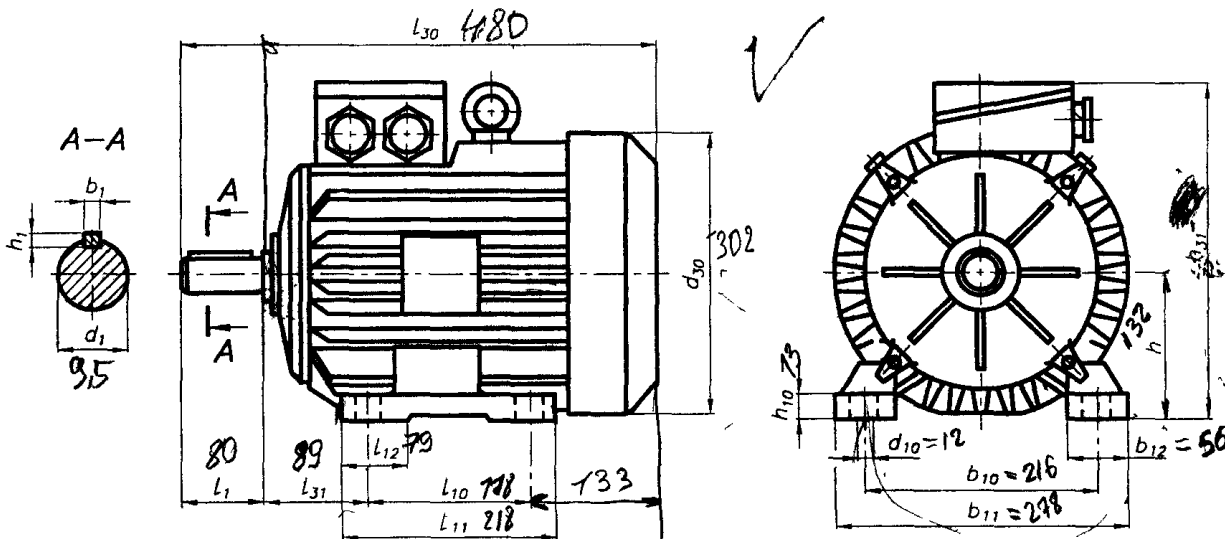


Рис. 16.7.1. Размеры асинхронных электродвигателей на лапах (исполнение IM 1081)

Машины электрические асинхронные мощностью от 1 до 400 кВт. Двигатели. Общие технические требования - ГОСТ 28330-89.

Машины электрические вращающиеся. Ряды номинальных мощностей, напряжений и частот - ГОСТ 12139-84.

Машины электрические вращающиеся от 56 до 400-го габарита. Установочно-присоединительные размеры - ГОСТ 18709-73.

Машины электрические вращающиеся. Обозначения буквенные установочно-присоединительных и габаритных размеров - ГОСТ 4541-70.

Машины электрические вращающиеся. Условные обозначения конструктивных исполнений по способу монтажа - ГОСТ 2479-79.

Машины электрические. Высоты оси вращения - ГОСТ 13267-73.

Габаритные и установочные размеры электродвигателей (табл. 16.7.2).

Размеры электродвигателей фланцевого и комбинированного исполнений (рис. 16.7.2).

Табл. 16.7.1. Параметры асинхронных электродвигателей

Тип электродвигателя	P <sub>эд</sub> кВт	n <sub>эд</sub> мин <sup>-1</sup>	T <sub>max</sub> T <sub>ном</sub>	J кг·м <sup>2</sup>	Масса кг	Тип электродвигателя	P <sub>эд</sub> кВт	n <sub>эд</sub> мин <sup>-1</sup>	T <sub>max</sub> T <sub>ном</sub>	J кг·м <sup>2</sup>	Масса кг
4A71A2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	1,1	2840	2,0	0,004	12,0	4A80B6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	1,1	930	1,9	0,624	15,6
4A80A2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	1,5	2835	2,0	0,061	14,0	4A90L6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	1,5	945	1,9	0,952	24,0
4A80B2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	2,2	2865	2,0	0,091	16,0	4A100L6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	2,2	960	1,9	1,42	33,0
4A90L2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	3,0	2905	2,0	0,139	25,0	4A112MA6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	3,0	950	1,9	2,17	54,0
4A100S2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	4,0	2865	2,0	0,139	34,0	4A112MB6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	4,0	950	1,9	2,17	66,0
4A100L2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	5,5	2910	2,0	0,210	60,0	4A132S6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	5,5	950	1,9	3,27	72,0
4A112M2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	7,5	2920	2,0	0,318	71,0	4A132M6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	7,5	960	1,8	4,95	100
4A132M2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	11,0	2930	2,0	0,318	100	4A160S6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	11,0	960	1,8	7,56	125
4A160S2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	15,0	2920	2,0	0,485	115	4A160M6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	15,0	975	1,8	7,56	170
4A160M2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	18,5	2930	1,9	0,725	130	4A180M6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	18,5	960	1,8	11,3	205
4A180S2Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	22,0	2920	1,9	0,725	165	4A200M6Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	22,0	975	1,8	11,3	240
...						...					
4A80A4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	1,1	1420	2,0	0,226	14,0	4A90LB8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	1,10	705	1,8	1,28	26,3
4A80B4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	1,5	1415	2,0	0,345	17,2	4A100L8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	1,50	720	1,8	1,95	31,0
4A90L4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	2,2	1425	2,0	0,516	25,0	4A112MA8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	2,20	710	1,8	2,92	53,0
4A100S4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	3,0	1415	2,0	0,788	26,0	4A112MB8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	3,00	710	1,8	4,46	65,0
4A100L4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	4,0	1435	2,0	0,788	34,0	4A132S8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	4,00	705	1,8	4,46	85,0
4A112M4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	5,5	1450	2,0	1,19	62,0	4A132M8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	5,50	710	1,8	6,71	95,0
4A132S4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	7,5	1450	2,0	1,80	73,0	4A160S8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	7,50	705	1,7	10,2	115
4A132M4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	11,0	1460	2,0	1,80	105	4A160M8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	11,0	730	1,7	15,5	165
4A160S4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	15,0	1460	2,0	2,74	125	4A180M8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	15,0	725	1,7	15,5	205
4A160M4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	18,5	1470	1,9	4,10	165	4A200M8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	18,5	720	1,7	23,2	255
4A180S4Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	22,0	1465	1,9	4,10	175	4A200L8Y3 (констр. исп. IM 1081, 2081, 3081)	22,0	725	1,7	23,2	295
...						...					

### 10.3.4 КОНСТРУКЦИИ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС [4], [8], [22], [42], [46]

#### 1. ВАЛ-ШЕСТЕРНИ

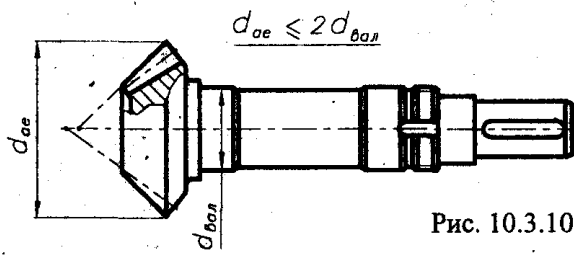
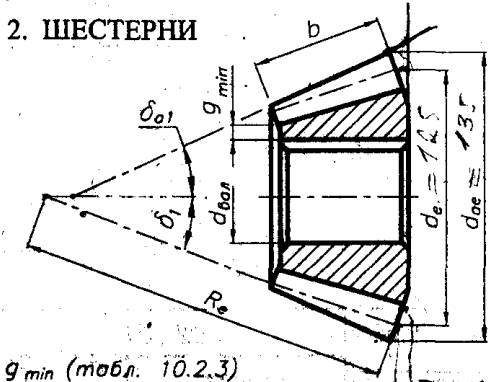


Рис. 10.3.10

#### 2. ШЕСТЕРНИ



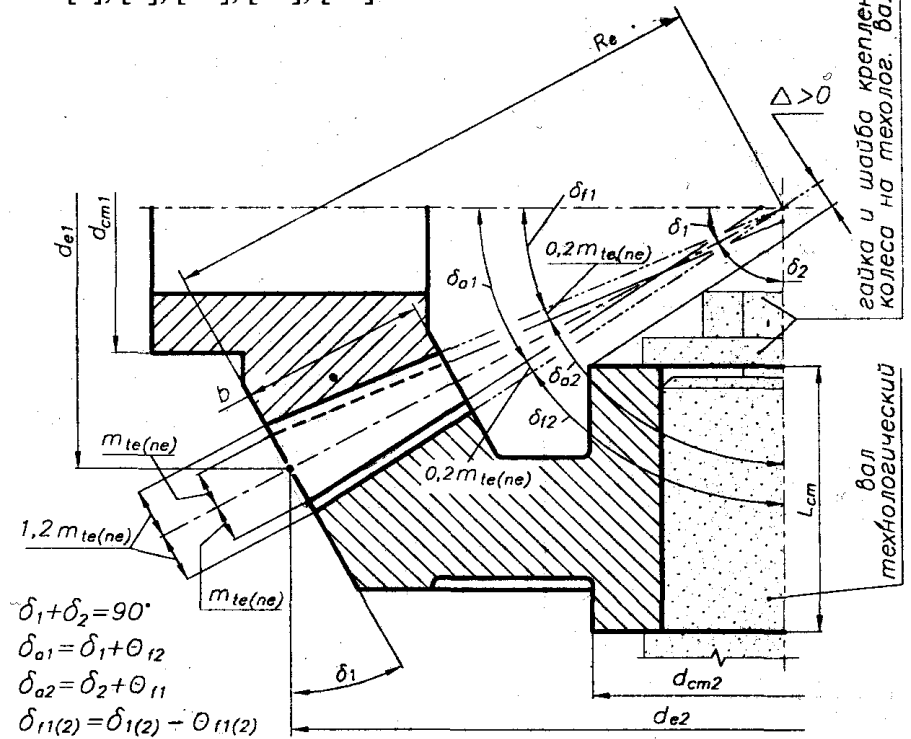
$g_{min}$  (табл. 10.2.3)

Рис. 10.3.11

#### ЗАДАННЫЕ ПАРАМЕТРЫ:

- $d_e$  — наружный делительный диаметр;
- $d_{oe}$  — наружный диаметр вершин зубьев;
- $b$  — ширина венца;
- $m_{te(ne)}$  — наружный (нормальный) модуль;
- $\delta$  — 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;
- $L_{cm} = (1,4 \div 1,8)d_{вал}$  — длина ступицы.

При конструировании конических колес необходимо выполнить условие  $\Delta > 0$  для нарезания зубьев (рис. 10.3.6б, г, 10.3.7б, г, 10.3.8б, г, 10.3.9б, 10.3.16).



$$\begin{aligned} \delta_1 + \delta_2 &= 90^\circ \\ \delta_{a1} &= \delta_1 + \theta_{12} \\ \delta_{a2} &= \delta_2 + \theta_{11} \\ \delta_{1(2)} &= \delta_{1(2)} - \theta_{11(2)} \end{aligned}$$

Рис. 10.3.16 - Зубчатые колеса с осевой формой зуба I и постоянным радиальным зазором по ширине зубчатого колеса

#### КОЛЕСА КОВАННЫЕ

#### 4. КОЛЕСА ШТАМПОВАННЫЕ

#### 5. КОЛЕСА ЛИТЫЕ

$d_{oe} \leq 500 \text{ мм}$

$d_{oe} \geq 300 \text{ мм}$

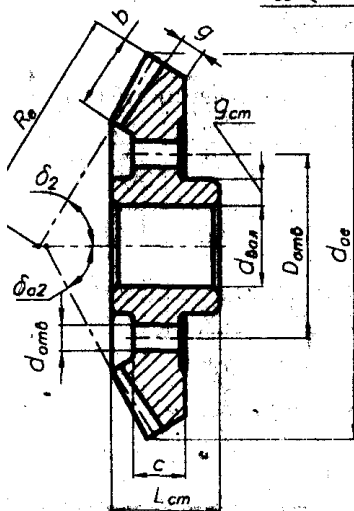


Рис. 10.3.12

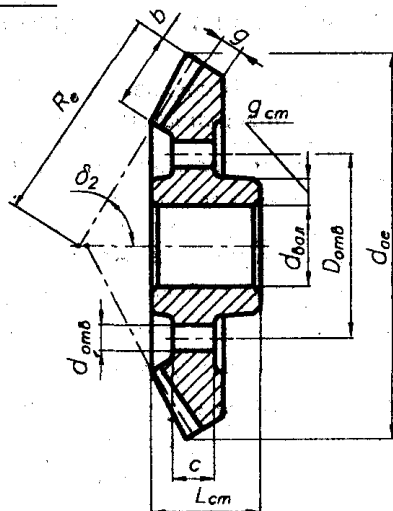


Рис. 10.3.13

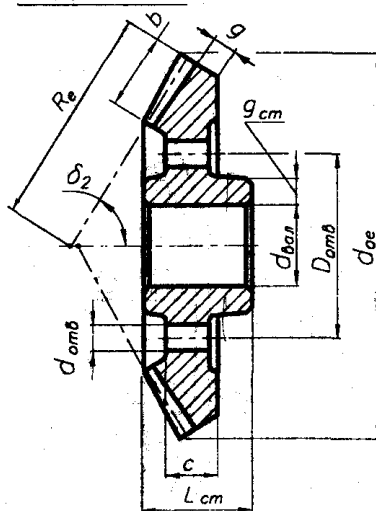
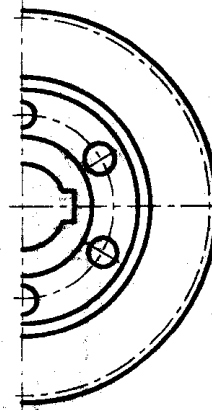


Рис. 10.3.14

$D_{omb}, d_{omb}$  — выбираются конструктивно

#### 6. КОЛЕСА СБОРНЫЕ



$\varnothing H7/h8$

Рис. 10.3.15

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

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

## 10.2.2 КОНСТРУКЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС [4], [8], [9], [10], [11], [17], [22], [28], [42], [43]

### ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРЫ:

$d_o$  — диаметр вершин зубьев,  
 $b$  — ширина венца,  
 $m$  — модуль,  
 — материал зубчатого колеса,  
 $d_{вал}$  — диаметр вала

### ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ:

$d_{ст} = d_{вал} + 2g_{ст}$  — диаметр ступицы,  
 $L_{ст} = (1,4 + 1,3) d_{вал}$  — длина ступицы,  
 ( $L_{ст} \geq b$ );  
 $g = (2,4 - 4)m$  — толщина венца,  
 ( $g \geq 8$  мм),  
 $c$  — толщина диска,  
 $n = 0,5m$  — фаски венца на диаметре вершин,  
 $D_{отв} = 0,5(d_o - 4,5m - 2g + d_{ст})$  — диаметр расположения отверстий,  
 $d_{отв} = (0,35 - 0,4)(d_o - 4,5m - 2g - d_{ст})$  — диаметр отверстий  
 $D_{отв}, d_{отв}$  — округляют до целых чисел

### 1. ВАЛ-ШЕСТЕРНИ

$$d_o < 2d_{вал}$$

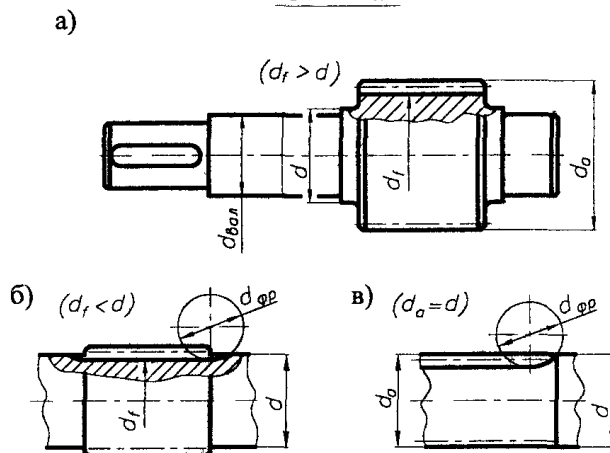


Рис. 10.2.6

### 2. КОЛЕСА КОВАННЫЕ

$$d_o \approx 2d_{вал}$$

$$d_o \leq 200 \text{ мм}$$

$$150 < d_o \leq 500 \text{ мм}$$

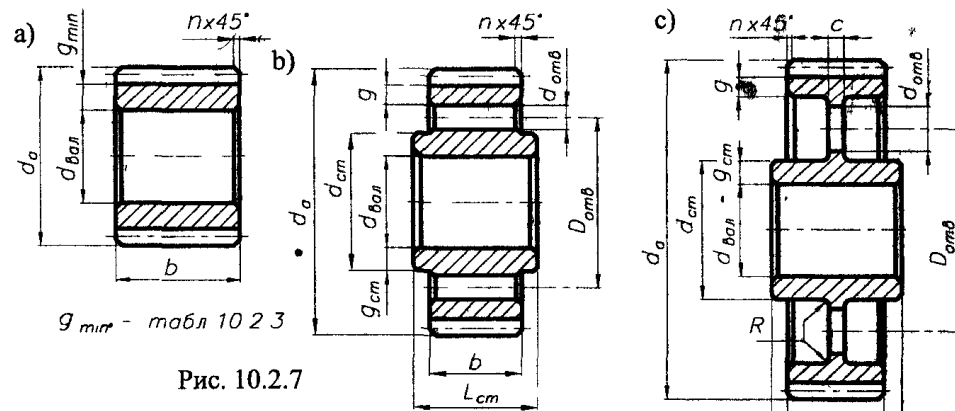


Рис. 10.2.7

Табл. 10.2.3 [9]

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

$g = (2,0 - 3,0)m \geq 10$  мм,  
 $c = (0,15 - 0,3)b \geq 10$  мм;  
 $g_{ст} = (0,25 - 0,3)d_{вал}$ ,  
 $R = 5$  мм

### 3. КОЛЕСА ШТАМПОВАННЫЕ

$$200 < d_o \leq 500 \text{ мм}$$

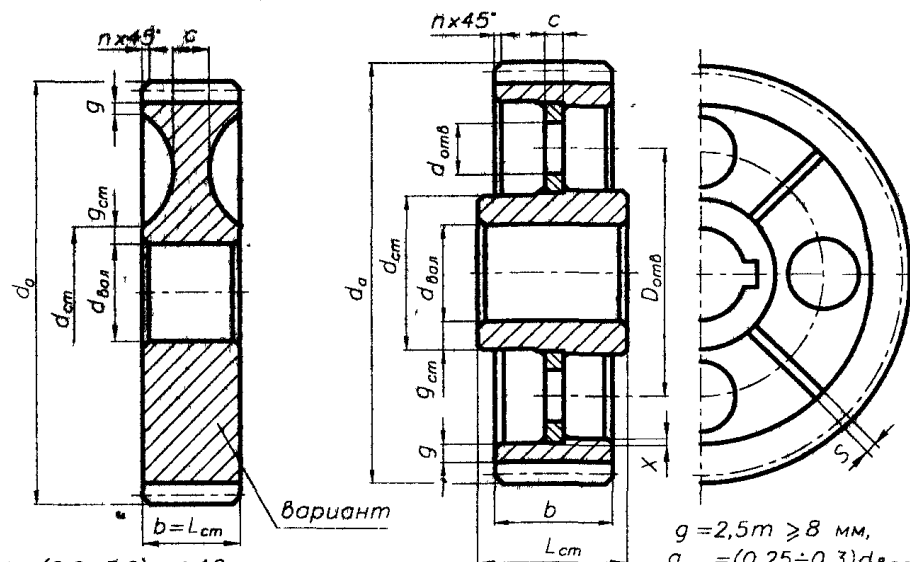


Рис. 10.2.8

### 4. КОЛЕСА СВАРНЫЕ

$g = 2,5m \geq 8$  мм,  
 $g_{ст} = (0,25 - 0,3)d_{вал}$ ,  
 $c = (0,1 - 0,15)b \geq 8$  мм,  $X = 5$  мм,  $S = 0,8c$

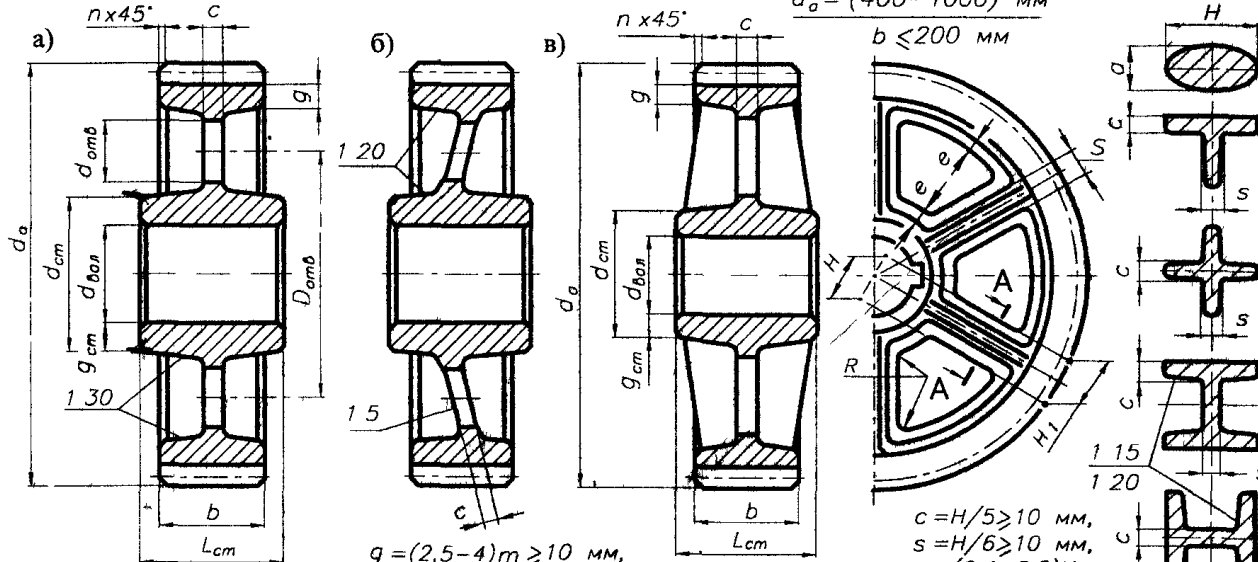
Рис. 10.2.9

### 5. КОЛЕСА ЛИТЫЕ

$$d_o \leq 400 \text{ мм}$$

$$d_o \leq 600 \text{ мм}$$

$$d_o = (400 - 1000) \text{ мм}$$



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

Рис. 10.2.10

$e = 0,8g$ ,  
 $H = 0,8d_{вал}$ ;  
 $H_1 = 0,8H$

$c = H/5 \geq 10$  мм,  
 $s = H/6 \geq 10$  мм,  
 $Q = (0,4 - 0,5)H$ ,  
 $R \geq 10$  мм

9. Основной диаметр червяка	$d_{b1} = m Z_1 / \operatorname{tg} \gamma_b$	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	$h_{o1} = h_o^* m$	6,3 мм
12. Диаметр вершин витков червяка	$d_{o1} = d_1 + 2h_{o1}$	75,60 мм
13. Наибольший диаметр червячного колеса	$d_{o2} = d_2 + 2(h_o + x)m$	269,60 мм
14. Радиус кривизны переходной кривой червяка	$d_{ом2} \leq d_{o2} + 6m / (Z_1 + 2)$	279 мм
15. Длина нарезной части червяка	$\rho_{f1} = \rho_f m$ $b_1$ (табл. 4.2.20)	1,9 мм 100 мм
16. Ширина венца червячного колеса	$b_2$ (табл. 4.2.21)	Принимаем 125 мм 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	$\bar{S}_{o1}$ (10.1.4.1 п. 1)	9,71 мм
4. Высота до хорды витка	$\bar{h}_{o1}$ (10.1.4.1 п. 2)	6,314 мм
5. Диаметр роликов	$D > 1,67 m$	10,5 мм
6. Размер червяка по роликам	$M = d_1 - (p_1 - s^* m) \cos \gamma / \operatorname{tg} \alpha + D(1 / \sin \alpha + 1)$	Принимаем 10,95 мм 79,51 мм

10.4.3 КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯКОВ И ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС [4], [16], [42], [43]

ИСХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ:

- $a_w$  – межосевое расстояние;
- $d_{o1}$  – диаметр вершин зубьев червяка;
- $d_{o2}$  – диаметр вершин зубьев червячного колеса;
- $b_1$  – длина нарезной части червяка;
- $b_2$  – ширина червячного колеса;
- $m$  – модуль;
- $d_{вал}$  – диаметр вала.

ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ:

- $d_{см} = d_{вал} + 2g_{см};$
- $L_{см} = (1,4 \div 1,8) d_{вал};$
- $g_{см} = (0,35 \div 0,40) d_{вал}$  – ст. литье;
- $g_{см} = (0,40 \div 0,45) d_{вал}$  – чугун;
- $2\varphi = (100 \div 110)^\circ;$
- $c = (0,2 \div 0,3) b_2;$
- $d_{винт} = (0,6 \div 0,7) g;$
- $L_{винт} = (2,0 \div 3,0) d_{винт};$
- $D_{омв} = 0,5(d_{o2} - 4,4m - 4g + d_{см});$
- $d_{омв} = 0,25(d_{o2} - 4,4m - 4g - d_{см});$
- $D_{омв}, d_{омв}$  – округляются до целых чисел;
- $h = (0,15 \div 0,2) b_2;$
- $t = 0,1 b_2.$

2. КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС

а)  $a_w = 150 \div 200$  мм

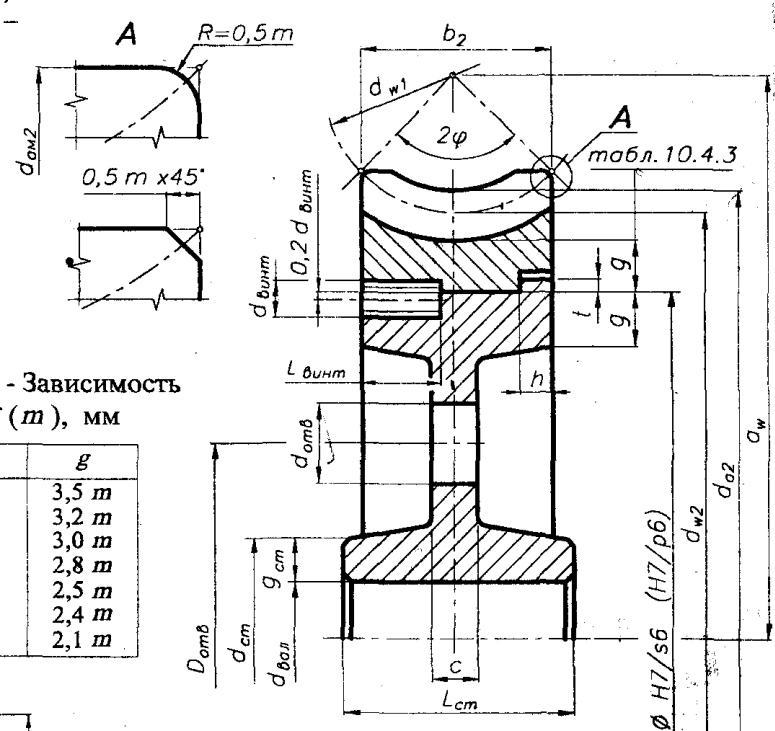


Табл. 10.4.3 - Зависимость  $g = f(m)$ , мм

m	g
1,5	3,5 m
2,0	3,2 m
2,5	3,0 m
3,0	2,8 m
4,0	2,5 m
5,0	2,4 m
≥ 6,0	2,1 m

1. КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯКОВ

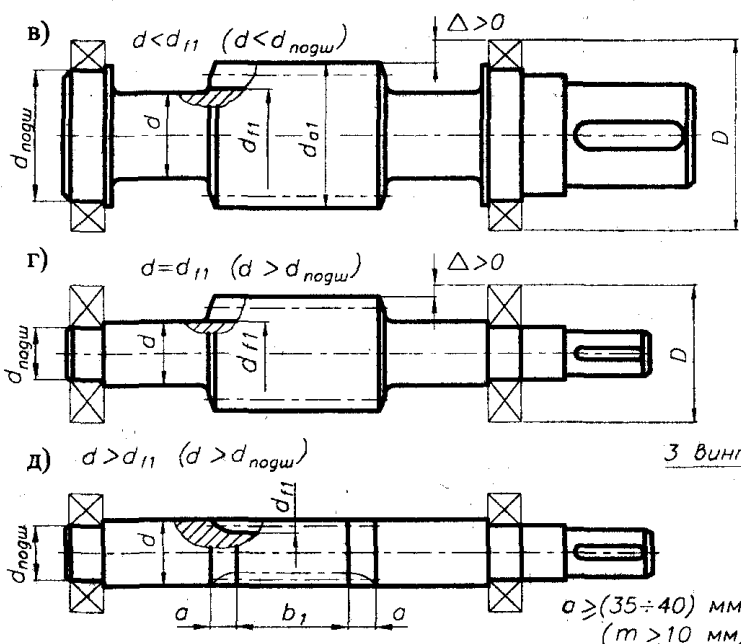
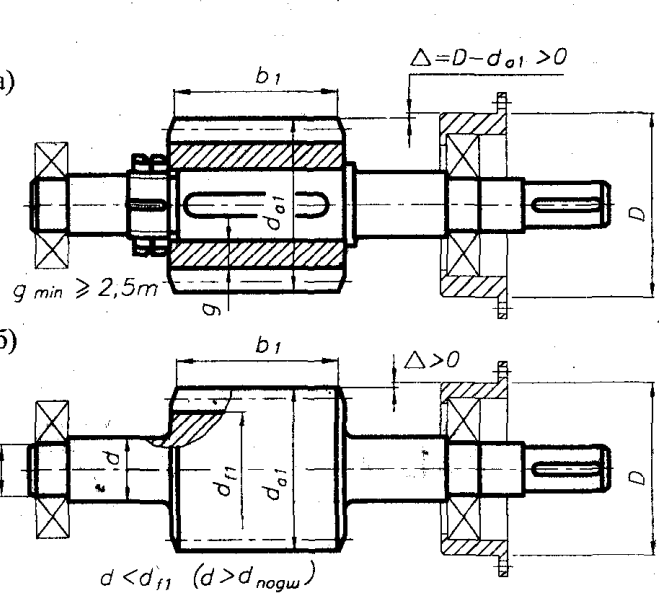


Рис. 10.4.3 - Конструкции червяков

б)  $a_w = 80 \div 150$  мм      в)  $a_w = 200 \div 600$  мм

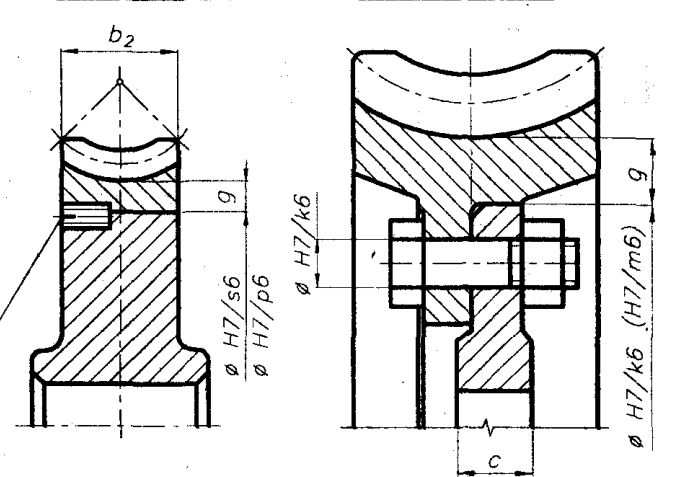


Рис. 10.4.4 - Конструкции червячных колес

# КОНСТРУИРОВАНИЕ КРЫШЕК ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Наружный диаметр цилиндрической части крышки (равный наружному диаметру подшипника).

## 1. ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ:

Для накладных крышек:

- 1.1. Диаметр болтов  $d_5$  крепления крышки к корпусу и их количество  $Z_5$   
 $d_5, Z_5 = f(D)$  (табл. 11.1.1).
- 1.2. Диаметр их установки  $D_1 = D + 2,5 d_5$ , мм.
- 1.3. Наружный диаметр фланца  $D_2 = D_1 + 2,0 d_5$ , мм.
- 1.4. Диаметр отверстий  $d_{отв}$  в крышке под болты  $d_5$  (табл. 11.7.1), мм.
- 1.5. Толщина фланца крышки  $h_1 = d_5$ , мм.
- 1.6. Толщина крышки  $\delta_2 = f(D)$  (табл. 11.1.1), мм.
- 1.7. Толщина цилиндрической части крышки  $\delta_3 = (0,9 \div 1,0) h_1$ , мм.
- 1.8. Толщина цилиндрической части  $H$  крышки, контактирующая с подшипником (рис. 7.9.16), мм.
- 1.9. Длина цилиндрической части крышки  $L$  — конструктивно, мм.
- 1.10. Размеры подточек (6.5.3 п.4), мм.
- 1.11. Длина цилиндрической части  $b_1 = (1,2 \div 2,0) b$ , мм.
- 1.12. Размеры места под уплотнение (8.1.1), мм.

Для закладных крышек:

- 1.13. Ширина кольца  $l$  (табл. 11.1.1), ( $l_1 \geq l$ ), мм.
- 1.14. Высота кольца  $c = 0,5 l$ , мм.

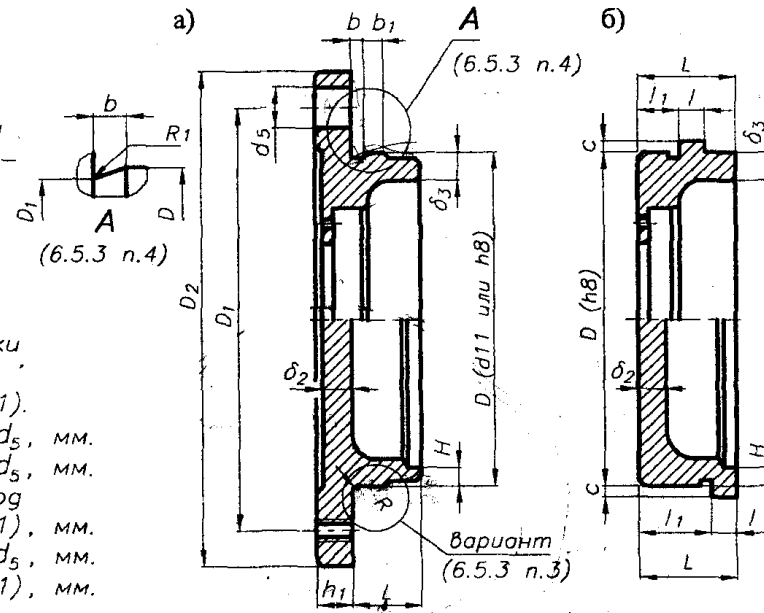


Рис. 11.10.1 - Крышки подшипниковых узлов:  
а) накладная (привертная); б) закладная (врезная)

## 3. ПОЛЯ ДОПУСКОВ И ПОСАДКИ

Для накладных крышек:

- поле допуска диаметра  $D$  — обычно —  $d11$ ;
- в случае установки в крышке уплотнения —  $h8$ .

Для закладных крышек:

- поле допуска диаметра  $D$  —  $h8$ ;
- поле допуска кольца —  $d11$ .

Поле допуска в месте установки уплотнения (8.1.1 п. 2) —  $H9$ .

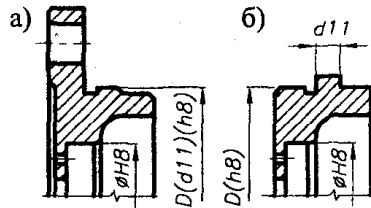


Рис. 11.10.3 - Посадки крышек: а) накладных; б) закладных

## 2. ВАРИАНТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ НАКЛАДНЫХ КРЫШЕК

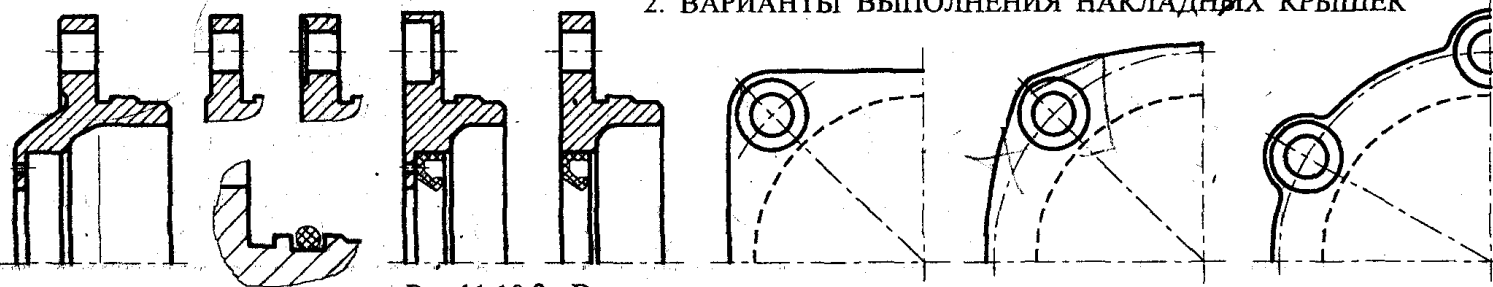


Рис. 11.10.2 - Варианты выполнения накладных крышек

## 4. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ

- 4.1. Поверхность диаметра  $D$ :  
для  $D \leq 80$  —  $2,5/\sqrt{}$ ;  
для  $D > 80$  —  $5/\sqrt{}$ .
- 4.2. Опорная поверхность фланца —  $2,5/\sqrt{}$ .
- 4.3. Торцевая поверхность цилиндрической части крышки, контактирующая с подшипником —  $1,25/\sqrt{}$ .
- 4.4. Поверхности установки уплотнения (8.1.1 п.3).

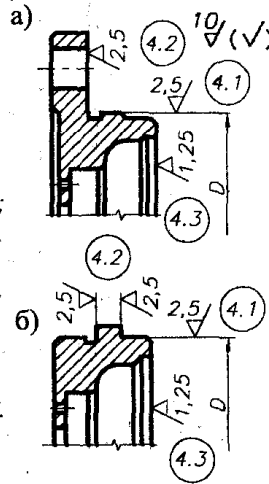


Рис. 11.10.4 - Шероховатость поверхностей

## 5. ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ

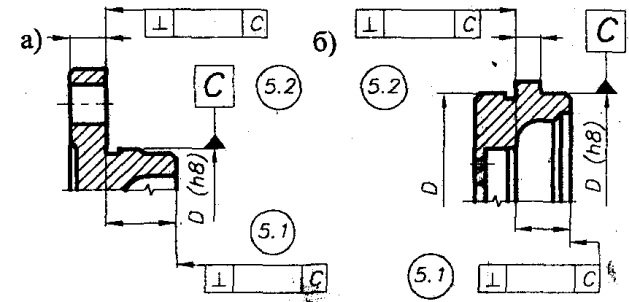
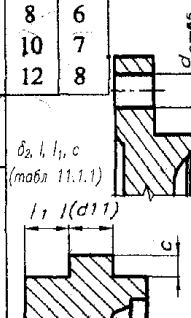


Рис. 11.10.5 - Допуски формы и расположения

Табл. 11.1.Г - Основные размеры крышек подшипников, мм

	$D'$	$d_5$ болт	$Z_5$ число болтов	$h_1$	$\delta_2$
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	$\begin{cases} l = 6 \div 8 & (D \leq 100) \\ l = 8 \div 10 & (D > 100) \end{cases}$				
	$l_1 \geq l$				
	$c = 0,5 l$				
	$D_4 = 1,25 D + 10$				





# 12 РЕДУКТОРЫ [3], [6], [8], [10], [17], [25], [26], [28], [31-34], [42]

## 12.1 ОСНАЩЕНИЕ РЕДУКТОРОВ

### 1. РЫМ-БОЛТЫ

ГОСТ 4751-73

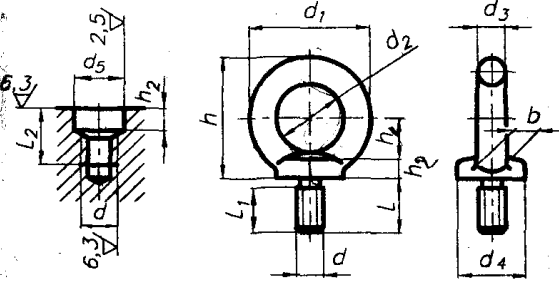


Рис. 12.1.1- Рым-болты

Табл. 12.1.1 - Размеры рым-болтов, мм

d	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	...
d <sub>1</sub>	36	45	54	63	72	90	108	126	144	162	
d <sub>2</sub>	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	
d <sub>3</sub>	8	10	12	14	16	20	24	28	32	38	
d <sub>4</sub>	20	25	30	36	40	50	63	75	85	95	
h	12	16	18	20	24	29	37	43	50	52	
h <sub>1</sub>	6	8	10	12	14	16	18	22	25	30	
b	10	12	14	16	19	24	28	32	38	42	
L	18	21	25	32	38	45	55	63	72	82	
L <sub>1</sub>	12	15	19	25	29	35	44	51	58	68	
d <sub>5</sub>	13	15	17	22	28	32	38	45	52	60	
h <sub>2</sub>	5	6	6	7	9	10	11	12	14	17	
L <sub>2</sub>	19	22	26	33	39	47	57	65	74	84	
L <sub>2</sub> min											
Q <sub>1</sub>	120	200	300	550	850	1250	2000	3000	4000	5000	
Q <sub>2</sub>	80	125	175	250	325	500	700	1000	1300	1650	
Q <sub>3</sub>	40	65	90	125	150	250	350	500	650	800	

ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ рым-болта с резьбой M12:

Рым-болт M12 ГОСТ 4751-73

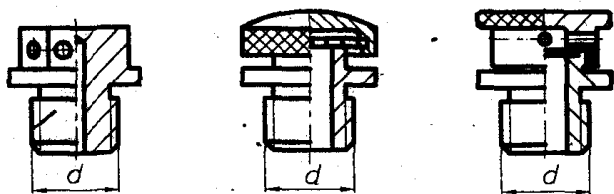
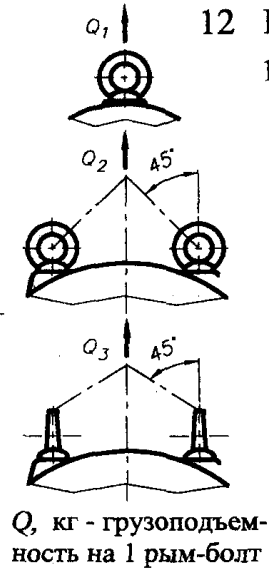


Рис. 12.1.4 - Типы отдушин

### 2. КРЫШКИ СМОТРОВЫХ ЛЮКОВ



Q, кг - грузоподъемность на 1 рым-болт

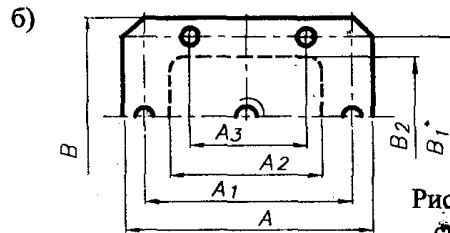
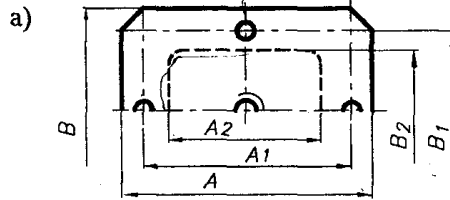
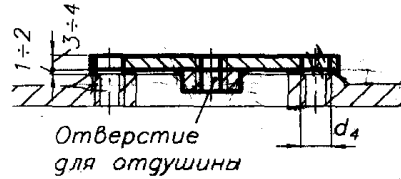


Рис. 12.1.2 - Крышки смотровых люков

Табл. 12.1.2 - Ориентировочные размеры крышек смотровых люков, мм

A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	d <sub>4</sub>	Z <sub>4</sub>
150	125	100	-	125	100	75	M6x25	4
200	175	150	-	150	125	100	M6x25	4
260	230	200	130	210	180	150	M8x25	6

### 3. ПРОУШИНЫ

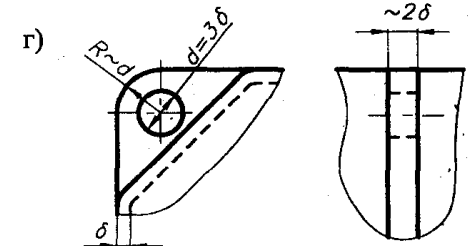
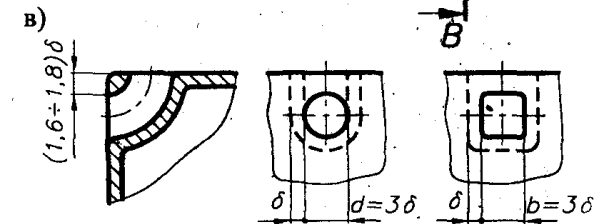
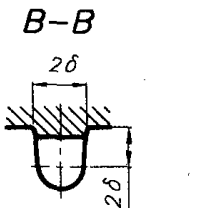
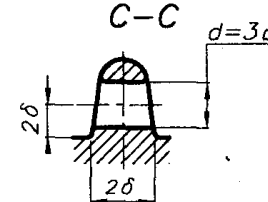
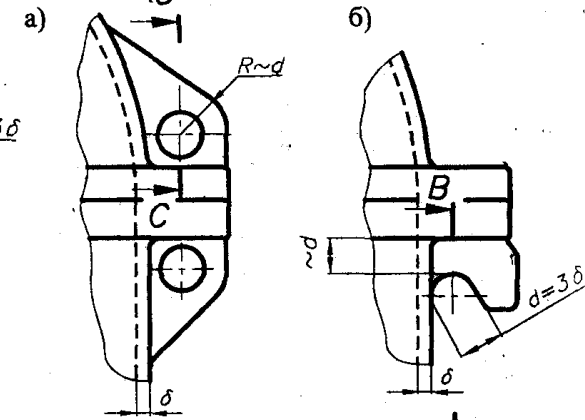


Рис. 12.1.3 - Виды проушин

Табл. 12.1.3 - Размеры ручки-обдушины, мм

d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	H	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	e	k
M6	2,5	10	6	15	10	4	21	15	5	2	2
M8	3,0	12	8	20	12	6	28	20	5	2	3
M10	4,0	16	10	25	14	8	36	25	7	3	4
M12	5,0	20	12	32	18	10	46	30	8	4	5
M14	6,0	22	14	35	22	12	52	35	10	5	6

### 4. ОТДУШИНЫ

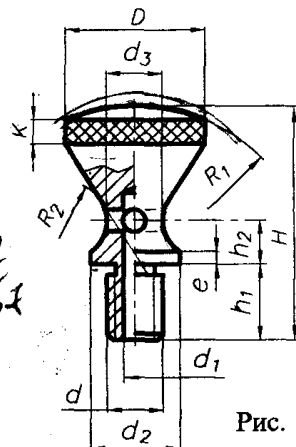


Рис. 12.1.5 - Ручка смотрового люка-отдушина

175/2  
16  
6 2/5

# 5 КОМПОНОВКА РЕДУКТОРОВ [4], [16], [42]

## 5.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Компоновка редуктора выполняется после завершения прочностных расчетов зубчатых передач на ММ-бумаге карандашом в масштабе 1:1 (1:2).

Компоновка редуктора выполняется для:

- размещения внутри редуктора зубчатых колес всех ступеней так, чтобы получить минимальные внутренние размеры редуктора ( $B_{вн}$  и  $L_{вн}$ );
- проверки, не накладываются ли валы (зубчатые колеса) одной ступени редуктора на валы (зубчатые колеса) другой ступени;
- определения расстояния между опорами валов  $L$  и длин консольных участков;
- определения точек приложения сил, нагружающих валы.

### 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- 1.1. Размеры зубчатых цилиндрических, конических и червячных передач (4.2.1 или 4.2.2 и рис. 4.2.1; 4.2.4 и рис. 4.2.4; 4.2.7 и рис. 4.2.6).
- 1.2. Диаметры валов  $d_{вал}$  после их предварительного определения (табл. 1.2.4).

### 2. ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ:

- 2.1.  $L_{ст} \approx D_{ст} \approx (1,6 \div 1,8) d_{вал}$  - длина и диаметр ступицы.
- 2.2. Выбираются из каталога подшипников качения или из 7.10.3-7.10.11 (без расчета) габаритные размеры  $[D, B (T)]$  соответствующих подшипников качения средней серии с внутренним диаметром  $d = d_{вал}$  (рис. 5.1.1).

### 3. РАЗМЕРЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМПОНОВКИ

- 3.1.  $\delta$  - толщина стенки редуктора (по литейным требованиям  $\delta_{min} = 8,0$  мм).
  - 3.1.1 - для редукторов цилиндрических:
    - одноступенчатых -  $\delta = (0,025 \sigma_{wцил I} + 1)$  мм;
    - двухступенчатых -  $\delta = (0,025 \sigma_{wцил II} + 3)$  мм.
  - 3.1.2 - для конических редукторов:
    - одноступенчатых -  $\delta = (0,05 R_e + 1)$  мм;
    - коническо-цилиндрических -  $\delta = (0,025 \sigma_{wцил II} + 3)$  мм.
  - 3.1.3 - для редукторов червячных:
    - одноступенчатых -  $\delta = (0,04 \sigma_{wчерв} + 2)$  мм;
    - червячно-цилиндрических -  $\delta = (0,04 \sigma_{wчерв} + 3)$  мм;
    - (большая величина)  $\delta = (0,025 \sigma_{wцил II} + 3)$  мм.
- 3.2. Расстояние от внутренней поверхности стенки редуктора:
  - до боковой поверхности вращающейся части -  $c_1 = (1,0 \div 1,2) \delta$  мм;
  - до боковой поверхности подшипника качения -  $c_1 = (3 \div 5)$  мм.

3.3. Расстояние  $b$  в осевом направлении между вращающимися частями, смонтированными на:

на одном валу -  $c_2 = (0 \div 5) 2,46$  мм;  
 на разных валах -  $c_3 = (0,5 \div 1,0) \delta 2,6$  мм.

3.4. Радиальный зазор между зубчатым колесом одной ступени и валом другой ступени ( $min$ ) -  $c_4 = (1,2 \div 1,5) \delta$  мм.

3.5. Радиальный зазор от поверхности вершин зубьев: до внутренней поверхности стенки редуктора -  $c_5 = 1,2 \delta$  мм;

до внутренней нижней поверхности стенки корпуса (величину  $c_6$  определяет также объем масляной ванны 11.3÷11.5, 12.13) -  $c_6 = (5 \div 10) m$  мм.

3.6. Расстояние от боковых поверхностей элементов, вращающихся вместе с валом, до неподвижных наружных частей редуктора -  $c_7 = (5 \div 8)$  мм.

3.7. Ширина фланцев  $S$ , соединяемых болтом диаметром  $d_{болт} = 1,5 \delta$ ,  $k = f(d_{болт})$  (табл. 5.1.1) -  $S = k + \delta + 6$  мм.

3.8. Толщина фланца боковой крышки (табл. 11.1.1) -  $h_1 = f(D)$  мм.

3.9. Высота головки болта -  $h = 0,8 h_1$  мм.

3.10. Толщина фланца втулки -  $h_2 = h_1$  мм.

3.11. Толщина стакана (табл. 11.11.1) -  $h_3 = f(D)$  мм.

3.12. Длина цилиндрической части крышки (выбирается конструктивно) -  $h_{4min} = 5$  мм.

3.13. Расстояние между боковыми поверхностями подшипников, монтируемых парами -  $h_5 = (0 \div 5)$  мм.

3.14. Другие неуказанные параметры корпуса редуктора - (11.1, 11.3÷11.5).

После определения ориентировочных размеров следует выполнить компоновку редуктора в соответствии с 5.2-5.7.

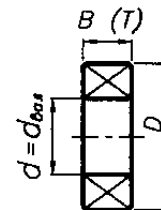


Рис. 5.1.1 - Габаритные размеры подшипника качения

Табл. 5.1.1 - Зависимость  $k = f(d_{болт})$

$d_{болт}$	$k$
ММ	
M8	24
M10	28
M12	33
M16	40
M20	48
M24	55

# 11.7 УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

## 11.7.1 РАЗМЕРЫ ОПОРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОД КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ. ГОСТ 11284-75, ГОСТ 12876-67 ДИАМЕТРЫ ОТВЕРСТИЙ ПОД БОЛТЫ

Табл. 11.7.1 - Размеры зенковок и отверстий под болты, мм

ГОСТ 11284-75

	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
$D_3$	13,5	18	22	26	33	40	48	61	71	80	95
$D_4$	18	24	28	30	38	45	52	65	80	90	100
$D_6$	-	-	-	16	20	24	28	36	43	48	56
$d_{отв}$	1*	6,6	9,0	11	14	18	22	26	33	39	45
	2*	7,0	10	12	15	19	24	28	35	42	48

Примечание. Размеры представлены для нормальных головок болтов и нормальных гаек.

1\* - для соединений нормальной точности.

2\* - для соединений грубой сборки.

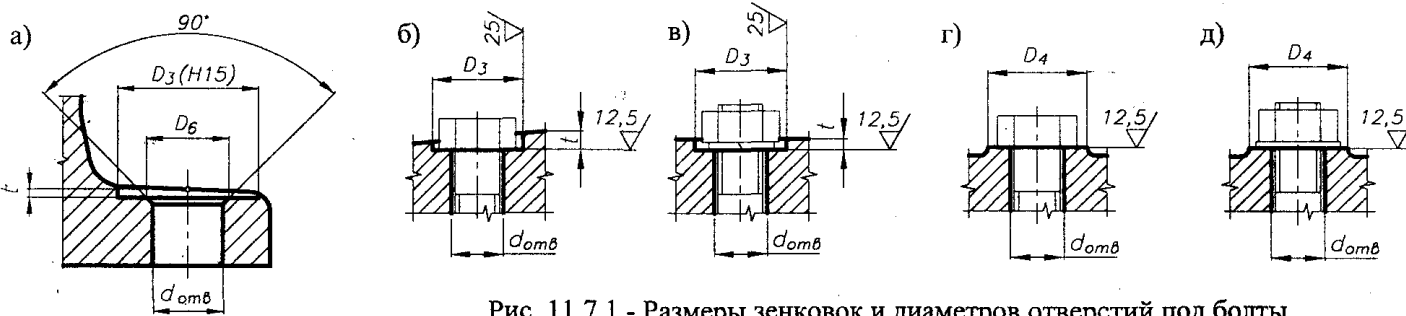


Рис. 11.7.1 - Размеры зенковок и диаметров отверстий под болты

$t_{max} = 1/3$  высоты головки болта (высоты гайки)

## 11.7.3 РАЗМЕРЫ МЕСТ ПОД ГАЕЧНЫЕ КЛЮЧИ ГОСТ 13682-80

Табл. 11.7.3 - Размеры мест под гаечные ключи, мм

ГОСТ 13682-80

$d$	Болт		Винт		$M$	$A_{min}$	$B$	$B_1$	$R$	$D'$
	$K$	$C$	$K$	$C$						
M6	20	11	15	8	11	20	28	36	18	22
M8	24	13	19	10	14	26	34	45	23	26
M10	28	15	23	12	17	32	38	50	25	28
M12	32	17	27	14	19	36	45	58	28	32
M16	40	22	35	17	25	48	60	78	38	40
M20	48	26	43	22	30	58	75	98	48	48
M24	56	30	51	26	36	68	85	110	55	60
M30	68	37	-	-	45	90	105	140	68	70
M36	80	43	-	-	52	105	120	160	80	85
M42	92	49	-	-	60	120	145	185	92	98
M48	104	55	-	-	70	140	170	210	105	110

Примечание. Размеры представлены для нормальных головок болтов и нормальных гаек

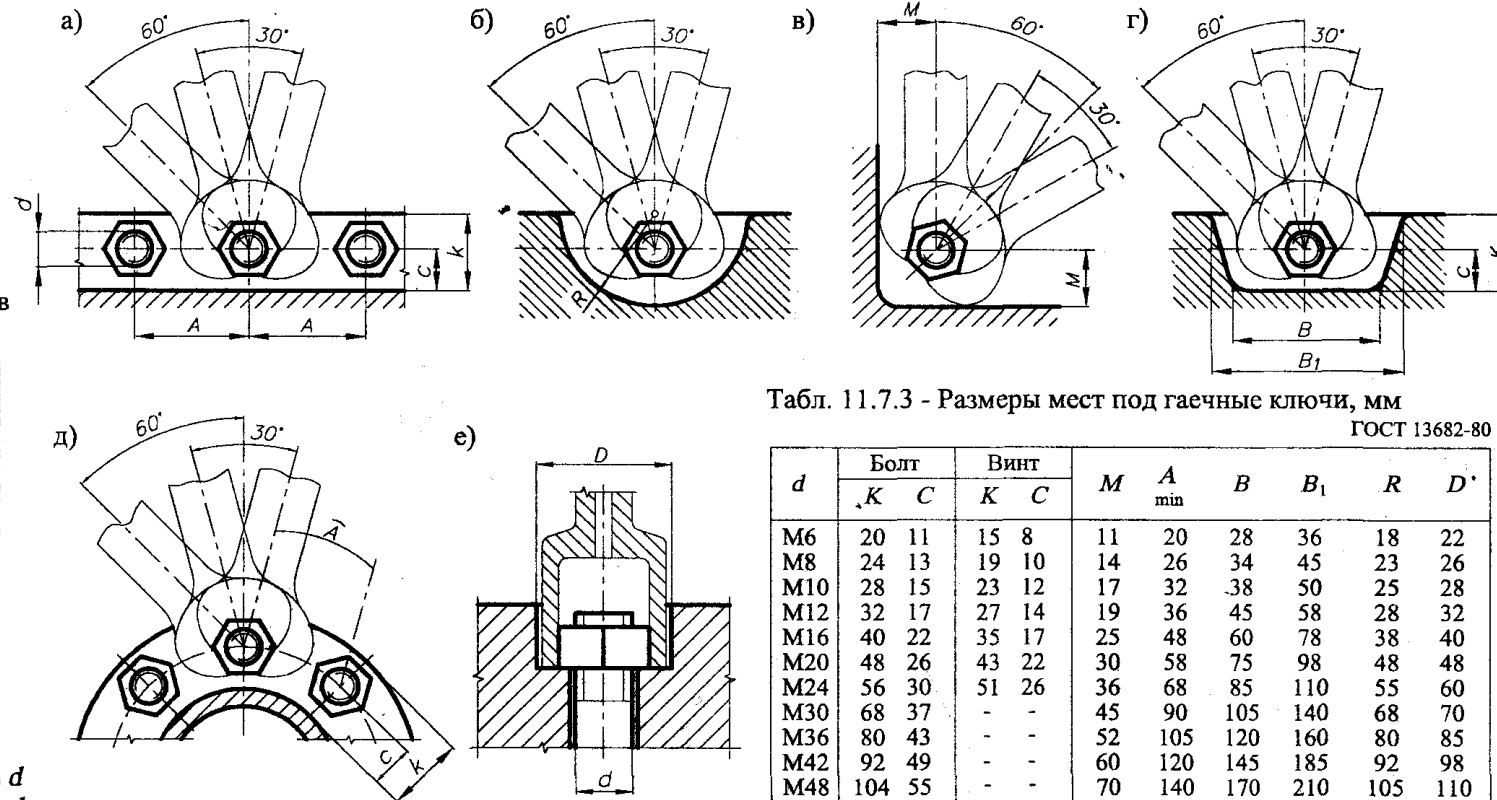


Рис. 11.7.3 - Размеры под гаечные ключи для различных форм фланцев

## 11.7.2 РАЗМЕРЫ ФЛАНЦЕВ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ. ГЛУБИНА СВЕРЛЕНИЯ. ГЛУБИНА НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

Табл. 11.7.2 - Размеры элементов резьбовых соединений, мм

$d$	Размер $e$			$e_1$ min
	уменьшен.	норм.	увеличен.	
M6	4,0	6,0	10	-
M8	4,0	8,0	12	-
M10	4,0	9,0	13	3
M12	5,0	11	16	4
M16	5,0	11	16	4
M20	6,0	12	18	5
M24	7,0	15	22	6
M30	8,0	17	25	7
M36	9,0	19	28	-
M42	11	23	33	-
M48	12	26	37	-

$L_1$  - глубина резьбы  
 - для стальных изделий  $L_1 \approx 1,0 d$   
 - для изделий из чугуна  $L_1 \approx 1,5 d$   
 - для изделий из алюминия  $L_1 \approx 2,0 d$

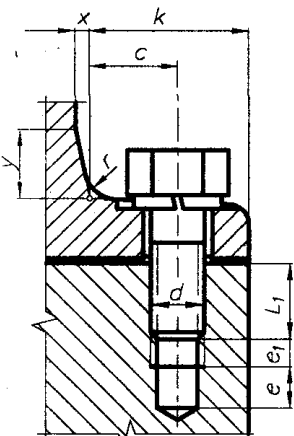


Рис. 11.7.2 - Размеры литых фланцев и элементов резьбовых соединений

Табл. 9.1.2 - Размеры призматических шпонок и сечений пазов, их предельные отклонения, мм

Вал		Шпонка				Шпоночный паз										
d		b (h9)	h (h9)	L (h14)	Радиус за- кругления r или фаска s x 45° min   max		b	Ширина					Глубина		Радиус за- кругления r <sub>1</sub> или фаска s <sub>1</sub> x 45° min   max	
								Соединение свободное		Соединение нормальное		Соединен. плотное	Вал t <sub>1</sub>	Втулка t <sub>2</sub>		
Св.	до						Вал (H9)	Втулка (D10)	Вал (N9)	Втулка (Js9)	Вал и втулка (P9)					
6	8	2	2	6÷20	0,16	0,25	2	-0,025	+0,060	-0,004	±0,012	-0,006	1,2	1,0	0,08	0,16
8	10	3	3	6÷36			3	0	+0,020	-0,029		-0,031	1,8	1,4		
10	12	4	4 (h9)	8÷45	0,25	0,40	4	+0,030	+0,078	0	±0,015	-0,012	2,5 <sup>+0,1</sup>	1,8 <sup>+0,1</sup>	0,16	0,25
12	17	5	5	10÷56			5									
17	22	6	6	14÷70			6	0	+0,030			3,5	2,8			
22	30	8	7	18÷90			8	+0,036	+0,098	0	±0,018	-0,015	4,0	3,3		
30	38	10	8	22÷110	0,4	0,6	10	0	+0,040	-0,036		-0,051	5,0	3,3	0,25	0,40
38	44	12	8	28÷140			12						5,0	3,3		
44	50	14	9	36÷160			14	+0,043	+0,120	0	±0,021	-0,018	5,5	3,8		
50	58	16	10	45÷180			16	0	+0,050	-0,043		-0,061	6,0	4,3		
58	65	18	11	50÷200			18						7,0 <sup>+0,2</sup>	4,4 <sup>+0,2</sup>		
65	75	20	12	56÷220			20						7,5 <sup>0</sup>	4,9 <sup>0</sup>		
75	85	22	14	63÷250	0,6	0,8	22	+0,052	+0,149	0	±0,026	-0,022	9,0	5,4	0,4	0,6
85	95	25	14	70÷280			25	0	+0,065	-0,052		-0,074	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	32						11	7,4	0,7	1,0		
130	150	36	20	100÷400	36						12	8,4				
150	170	40	22	100÷400	40	+0,062	+0,180	0	±0,031	-0,026	13	9,4				
170	200	45	25	110÷450	45	0	+0,080	-0,062		-0,088	15	10,4				
200	230	50	28	125÷500	50						17 <sup>+0,3</sup>	11,4 <sup>+0,3</sup>	1,2	1,6		
230	260	56	32	140÷500	56	+0,074	+0,220	0	±0,037	-0,032	20 <sup>0</sup>	12,4 <sup>0</sup>				
260	290	63	32	160÷500	63	0	+0,100	-0,074		-0,106	20	12,4				