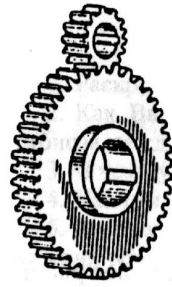
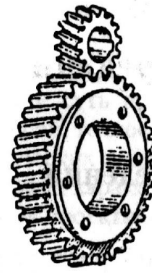


# Виды зубчатых передач



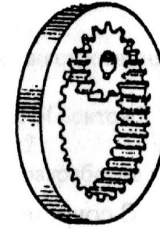
а)



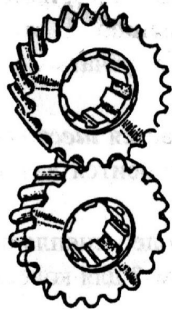
б)



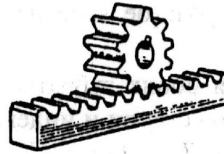
в)



г)



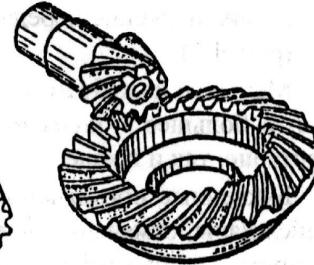
д)



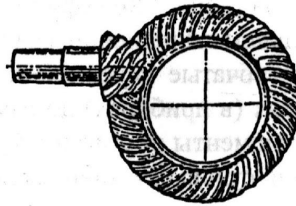
е)



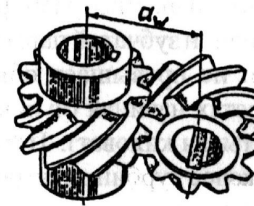
ж)



з)



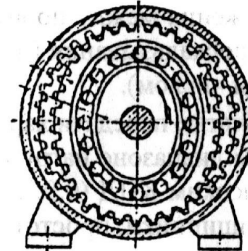
и)



к)



л)



м)

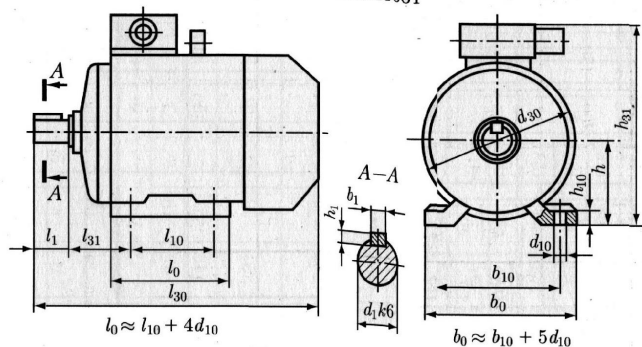
**Технические данные двигателей серии АИР (тип/асинхронная частота вращения, мин<sup>-1</sup>)**

Мощность P, кВт	Синхронная частота, мин <sup>-1</sup>			
	3000	1500	1000	750
0,37	—	—	71A6/915	—
0,55	—	71A4/1357	71B6/915	—
0,75	71A2/2820	71B4/1350	80A6/920	90LA8/705
1,1	71B2/2805	80A4/1395	80B6/920	90LB8/715
1,5	80A2/2850	80B4/1395	90L6/925	100L8/702
2,2	80B2/2850	90L4/1395	100L6/945	112MA8/709
3	90L2/2850	100S4/1410	112MA6/950	112MB8/709
4	100S2/2850	100L4/1410	112MB6/950	132S8/716
5,5	100L2/2850	112M4/1432	132S6/960	132M8/712
7,5	112M2/2895	132S4/1440	132M6/960	160S8/727 <sup>3</sup>
11	132M2/2910	132M4/1447	160S6/970 <sup>4</sup>	160M8/727 <sup>3</sup>
15	160S2/2910 <sup>1</sup>	160S4/1455 <sup>2</sup>	160M6/970 <sup>5</sup>	180M8/731
18,5	160M2/2910 <sup>1</sup>	160M4/1455 <sup>2</sup>	180M6/980 <sup>3</sup>	—
22	180S2/2919 <sup>1</sup>	180S4/1462 <sup>3</sup>	—	—
30	180M2/2925 <sup>1</sup>	180M4/1470 <sup>1</sup>	—	—

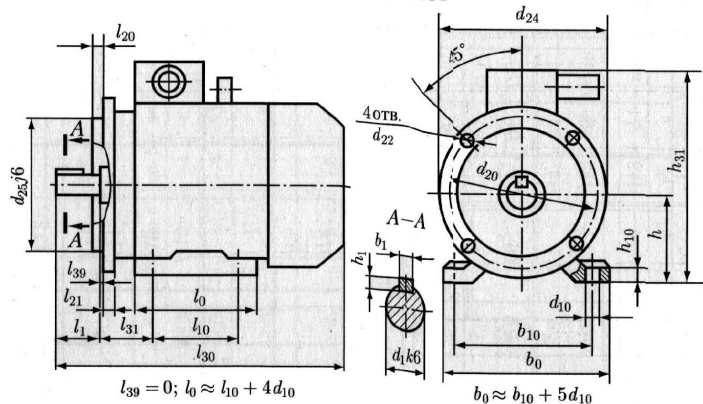
**Примечания:** 1. Отношение максимального вращающего момента к номинальному  $T_{\max}/T = 2,2$ ; для отмеченных знаками: <sup>1</sup> —  $T_{\max}/T = 2,7$ ; <sup>2</sup> —  $T_{\max}/T = 2,9$ ; <sup>3</sup> —  $T_{\max}/T = 2,4$ ; <sup>4</sup> —  $T_{\max}/T = 2,5$ ; <sup>5</sup> —  $T_{\max}/T = 2,6$ .

2. Пример обозначения двигателя: «Двигатель АИР100L2 ТУ 16—525.564—84».

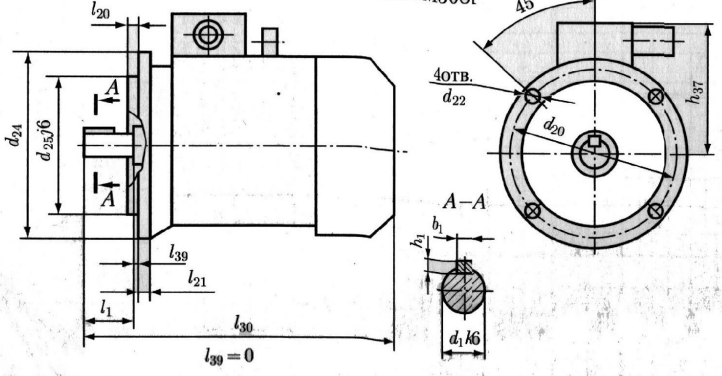
Исполнение IM1081



Исполнение IM2081



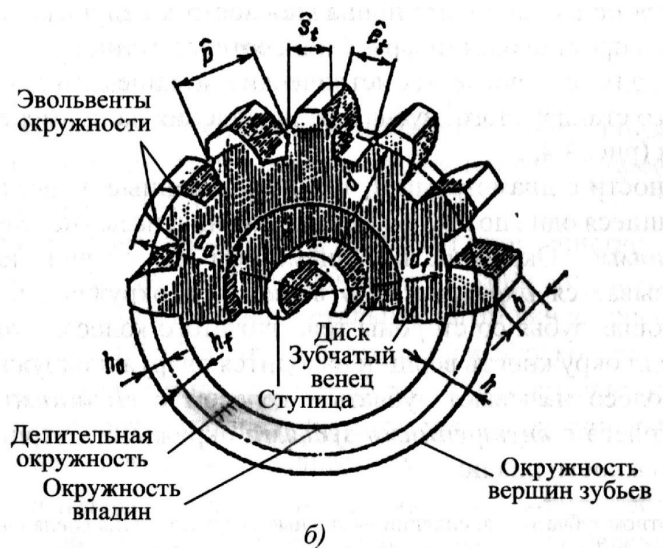
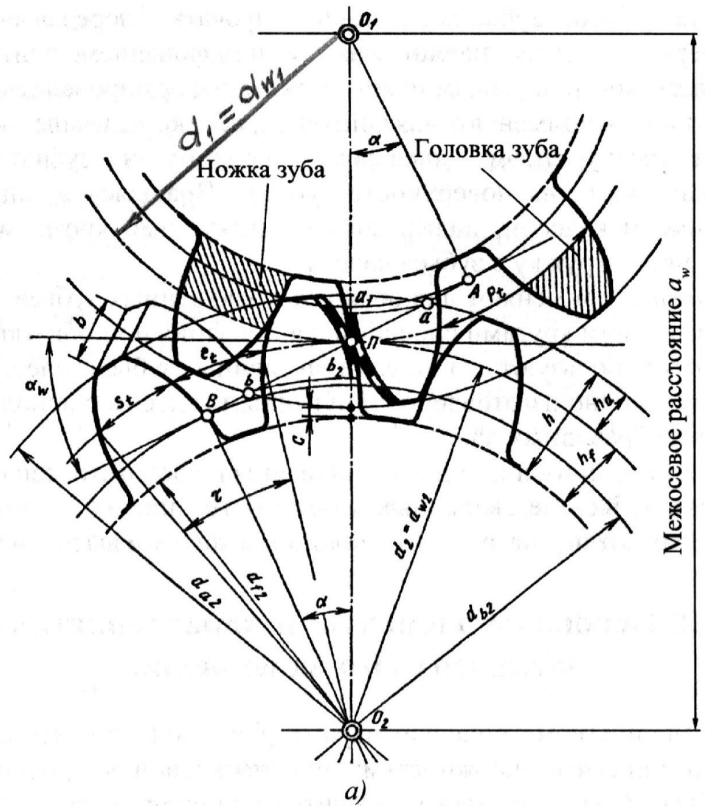
Исполнение IM3081



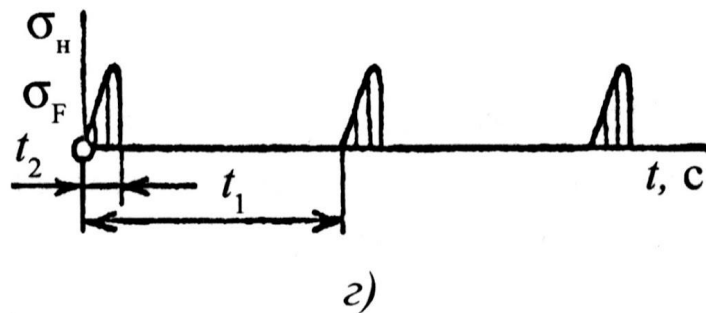
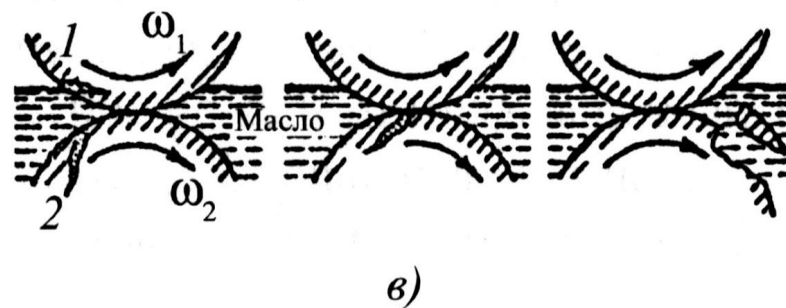
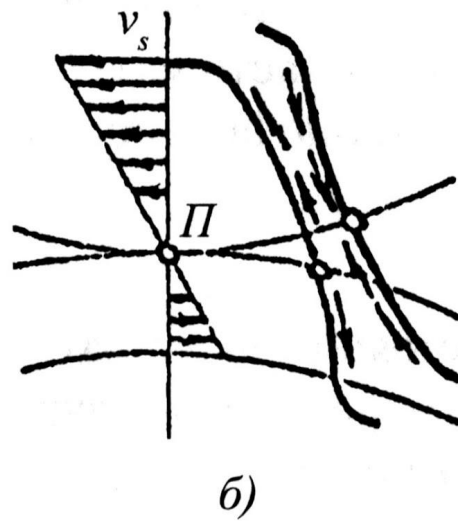
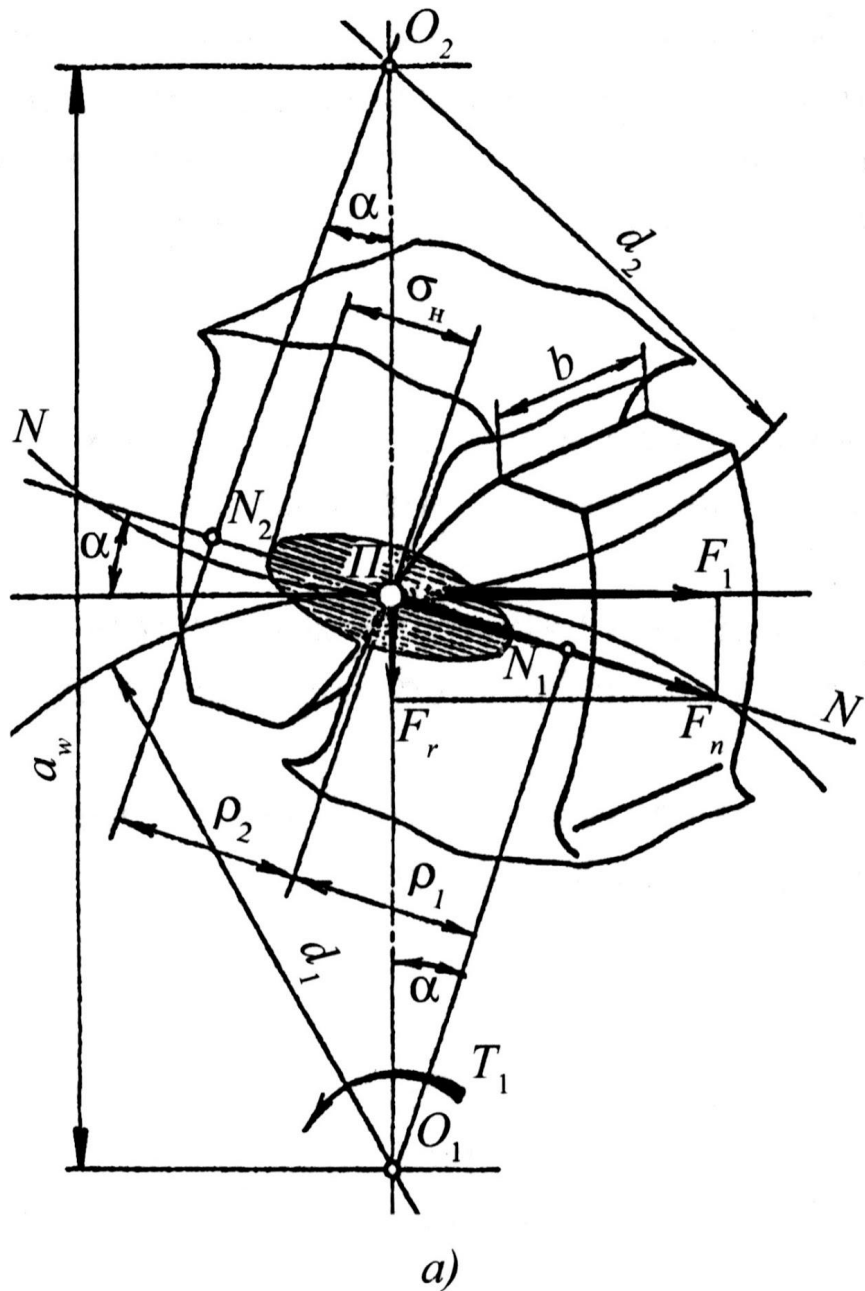
Тип двигателя	Число полюсов	Исполнение																										
		IM1081, IM2081, IM3081			IM1081	IM1081 и IM2081					IM2081 и IM3081					IM3081												
		d <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>30</sub>	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	d <sub>30</sub>	l <sub>10</sub>	l <sub>31</sub>	d <sub>10</sub>	b <sub>10</sub>	h	h <sub>10</sub>	h <sub>31</sub>	l <sub>20</sub>	l <sub>21</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>22</sub>	d <sub>24</sub>	d <sub>25</sub>	h <sub>37</sub>							
71A,B		19	40	273			170	90	45	7	112	71	9	188								117						
80A	2, 4, 6, 8	22	50	297	6	6	190	100	50	10	125	80	10	205	3,5	10	165	12	200	130	125							
321				140							90	11	225															
90L		24	337		210	125					56	160	100	12	247	4	14	215	15	250	180	147						
100S		28	60	360	8	7	240	112	63	12	190	112		285	16	265	300	230	173									
100L				391							216	132	13	325														
112M	2, 4, 6, 8	32		435							246	140	70	89	216	132	13	325							193			
132S	4, 6, 8	38	80	460	10	8	288		89	15	254	160	18	385	5	19	350	250	225									
132M	2, 4, 6, 8			498																14	9	203	121	279	180	20	448	18
160S	2	42		630	12															334	108	15	203	121	279	180	20	448
	4, 6, 8	48		14	9	241																						
160M	2	42		660	12	8	375	121	15	203	121	279	180	20	448	18	350	400	300	260								
	4, 6, 8	48		14	9																							
180S	2	48		630	14	9	375	121	15	203	121	279	180	20	448	18	350	400	300	260								
	4	55		16	10																							
180M	2	48		680	14	9	375	121	15	203	121	279	180	20	448	18	350	400	300	260								
	4, 6, 8	55		16	10																							

**Примечания:** 1. Фланцы изготовляют с отверстиями d<sub>22</sub> гладкими или резьбовыми. Размеры фланца с резьбовыми отверстиями — см. ГОСТ Р 51689—2000. 2. Выступающие концы валов двигателей изготовляют следующих исполнений:

- цилиндрические со шпонкой;
- цилиндрические без шпонки с резьбовым концом;
- цилиндрические со шпонкой с резьбовым концом;
- конические без шпонки с резьбовым концом;
- конические со шпонкой с резьбовым концом;
- конические со шпонкой и внутренней резьбой.

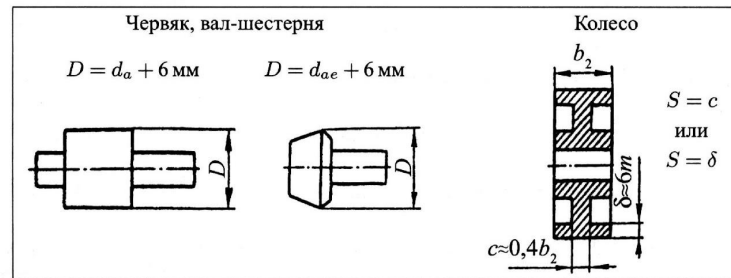


Основные элементы зубчатой пары



**Скольжение и трение в зацеплении**

**Механические характеристики некоторых марок сталей,  
используемых для изготовления зубчатых колес и других деталей машин**

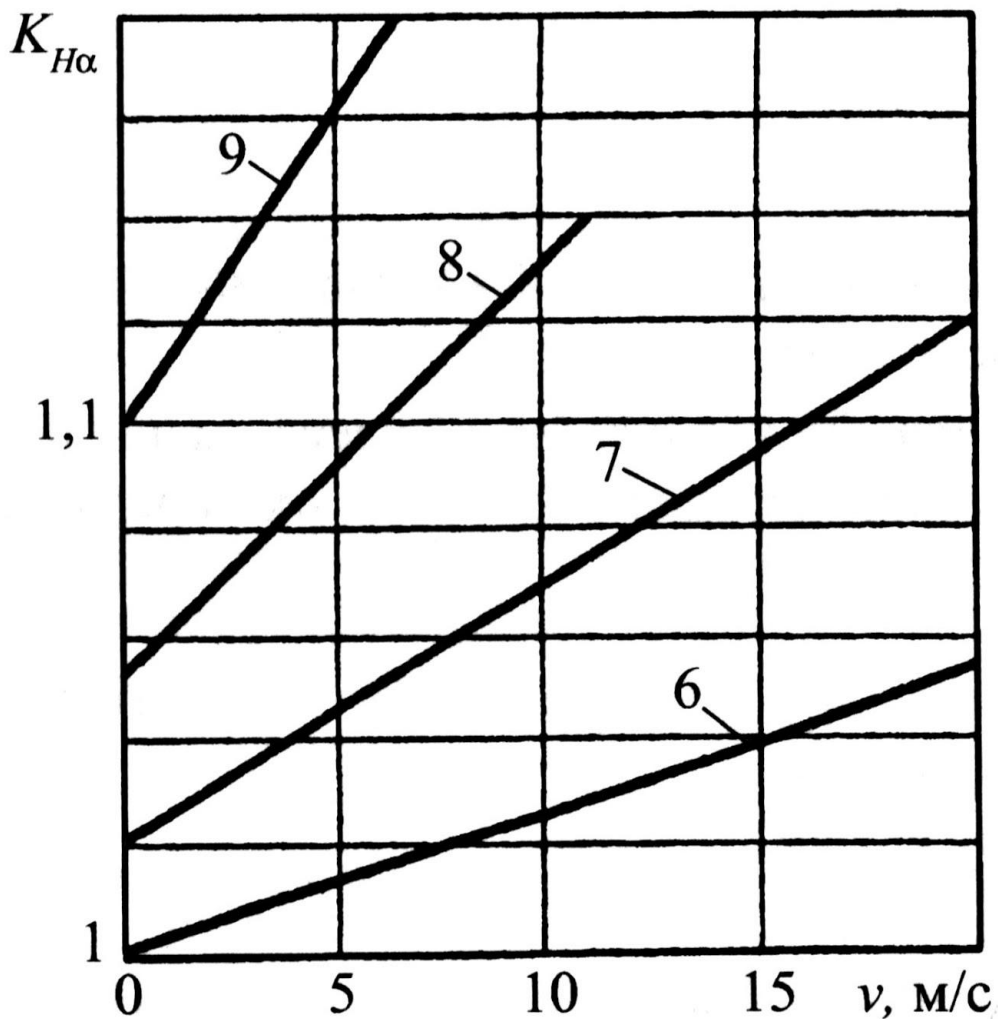


Марка стали	Диаметр $D$ , мм	Ширина $S$ , мм	Твердость		Предел		Термическая обработка
			сердцевины, HB	поверхности, HRC	прочности $\sigma_B$ , МПа	текучности $\sigma_T$ , МПа	
<i>Поковка или штамповка</i>							
35	Любой	Любая	163...192	—	550	270	Нормализация
45	То же	То же	179...207	—	600	320	”
45	125	80	235...262	—	780	540	Улучшение
45	80	50	269...302	—	890	650	”
40X	200	125	235...262	—	790	640	”
40X	125	80	269...302	—	900	750	”
40X	125	80	269...302	45...50	900	750	Улучшение + + закалка при нагреве ТВЧ
35XM	315	200	235...262	—	800	670	Улучшение
35XM	200	125	269...302	—	920	790	”
35XM	200	125	269...302	48...53	920	790	Улучшение + + закалка при нагреве ТВЧ
40XH	315	200	235...262	—	800	630	Улучшение
40XH	200	125	269...302	—	920	750	”
40XH	200	125	269...302	48...53	920	750	Улучшение + + закалка при нагреве ТВЧ
50XH	200	125	269...302	50...56	1100	900	”
20XH2M	200	125	300...400	56...63	1000	800	Улучшение + + цементация + + закалка
18XГТ	200	125	300...400	56...63	1000	800	”
12XH3A	200	125	300...400	56...63	1000	800	Улучшение + + цементация + + закалка
25XГМ	200	125	300...400	56...63	1000	800	То же
40XH2MA	125	80	269...302	50...56	980	780	Улучшение + + азотирование
<i>Отливка</i>							
35Л	Любой	Любая	163...207	—	550	270	Нормализация
45Л	315	200	205...235	—	680	440	Улучшение
50Л	315	200	235...262	—	850	600	”

Примечание. При сплошных дисках колес  $S = b_2$ .

**Значения пределов контактной  $\sigma_{H\text{lim}}$   
и изгибной  $\sigma_{F\text{lim}}$  выносливости зубьев**

Термическая или химико-термическая обработка	Твердость поверхностей	Группа материалов	$\sigma_{H\text{lim}}$ , МПа	$\sigma_{F\text{lim}}$ , МПа
Нормализация, улучшение	$\leq 350\text{HB}$	Углеродистые и легированные стали (45, 40Х, 35ХН)	$2 \cdot \text{HB} + 70$	$1,75 \cdot \text{HB}$
Объемная закалка	38...50HRC		$17 \cdot \text{HRC} + 100$	550
Поверхностная закалка ТВЧ	40...56HRC		$17 \cdot \text{HRC} + 200$	650
Цементация и нитроцементация	56...65HRC	Легированные стали (40ХН, 35ХМ, 18ХГТ, 12ХН3А)	$23 \cdot \text{HRC}$	820
Азотирование	55...75HRC		1050	$12 \cdot \text{HRC} + 90$



**График для определения коэффициента  $K_{H\alpha}$  для косозубых, шевронных и конических передач с круговыми зубьями (цифры 6–9 соответствуют степени точности)**

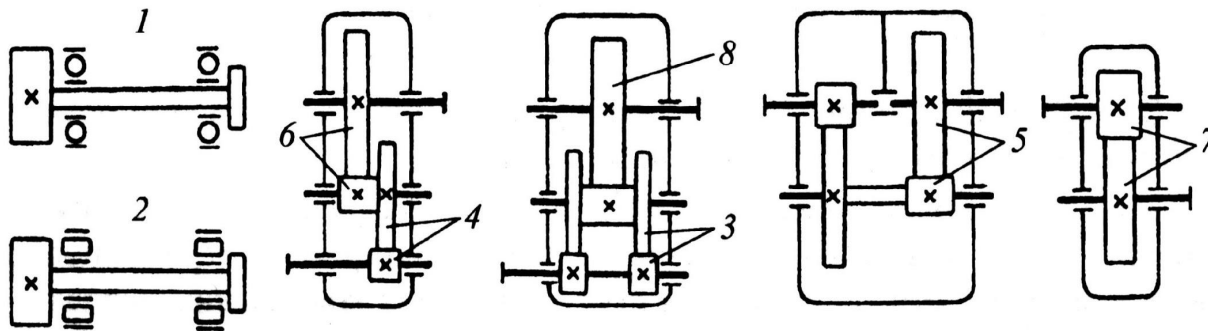
- 6 – косозубая передача;
- 7 – шевронная передача;
- 8 – коническая передача;
- 9 – коническая передача с круговыми зубьями.



## Значения коэффициента $K_{H\beta}^0$

$\psi_{bd}$	Твердость поверхностей зубьев	Схема передачи по рис. 4.10							
		1	2	3	4	5	6	7	8
0,2	$\leq 350$ HB	1,7	1,4	1,3	1,18	1,08	1,05	1,05	1,05
	$> 350$ HB	1,35	1,2	1,15	1,09	1,05	1,05	1,05	1,05
0,4	$\leq 350$ HB	2,4	1,9	1,6	1,36	1,2	1,12	1,08	1,05
	$> 350$ HB	1,7	1,45	1,3	1,18	1,1	1,06	1,05	1,05
0,6	$\leq 350$ HB	3,1	2,4	2,0	1,6	1,34	1,24	1,14	1,06
	$> 350$ HB	2,05	1,7	1,5	1,3	1,17	1,12	1,07	1,05
0,8	$\leq 350$ HB	4,0	3,0	2,4	1,86	1,54	1,4	1,26	1,1
	$> 350$ HB	2,5	2,0	1,7	1,43	1,27	1,2	1,13	1,05
1,0	$\leq 350$ HB	–	3,6	2,8	2,12	1,8	1,6	1,4	1,2
	$> 350$ HB	–	2,3	1,9	1,56	1,4	1,3	1,2	1,1
1,2	$\leq 350$ HB	–	–	3,2	2,44	2,08	1,8	1,6	1,3
	$> 350$ HB	–	–	2,1	1,72	1,54	1,4	1,3	1,15
1,4	$\leq 350$ HB	–	–	–	2,8	2,4	2,0	1,8	1,42
	$> 350$ HB	–	–	–	1,9	1,7	1,52	1,4	1,21
1,6	$\leq 350$ HB	–	–	–	–	2,8	2,4	2,0	1,6
	$> 350$ HB	–	–	–	–	1,9	1,7	1,5	1,3

Примечание. Для цилиндрических передач  $\psi_{bd} = (u + 1)/2$ ; для конических передач  $\psi_{bd} = 0,166\sqrt{u^2 + 1}$  [см. формулы (4.18) и (4.36)].



Схемы для определения коэффициента  $K_{H\beta}^0$

## Значения коэффициента $K_{F\beta}^0$

$\psi_{bd}$	Твердость поверхностей зубьев	Схема передачи по рис. 4.10							
		1	2	3	4	5	6	7	8
0,2	$\leq 350$ HB	1,53	1,31	1,23	1,15	1,07	1,04	1,04	1,04
	$> 350$ HB	1,25	1,16	1,12	1,08	1,04	1,04	1,04	1,04
0,4	$\leq 350$ HB	2,01	1,67	1,46	1,27	1,16	1,09	1,06	1,04
	$> 350$ HB	1,53	1,34	1,23	1,13	1,08	1,05	1,04	1,04
0,6	$\leq 350$ HB	2,47	2,01	1,74	1,46	1,26	1,16	1,08	1,06
	$> 350$ HB	1,75	1,53	1,38	1,23	1,14	1,08	1,06	1,04
0,8	$\leq 350$ HB	3,03	2,41	2,01	1,62	1,41	1,31	1,21	1,08
	$> 350$ HB	2,08	1,74	1,53	1,32	1,21	1,16	1,08	1,04
1,0	$\leq 350$ HB	—	2,8	2,28	1,82	1,6	1,46	1,31	1,16
	$> 350$ HB	—	1,95	1,67	1,42	1,31	1,23	1,16	1,08
1,2	$\leq 350$ HB	—	—	2,54	2,04	1,8	1,6	1,46	1,23
	$> 350$ HB	—	—	1,81	1,53	1,42	1,31	1,23	1,11
1,4	$\leq 350$ HB	—	—	—	2,28	2,01	1,74	1,60	1,31
	$> 350$ HB	—	—	—	1,67	1,53	1,4	1,31	1,16
1,6	$\leq 350$ HB	—	—	—	—	2,23	2,01	1,74	1,46
	$> 350$ HB	—	—	—	—	1,67	1,53	1,38	1,23

Примечание. Значение параметра  $\psi_{bd}$  приведено в табл. 4.3.

## Значения коэффициента $K_{Hv}$

Степень точности	Твердость поверхностей зубьев	$v, \text{ м/с}$					
		1	2	4	6	8	10
6	$\leq 350 \text{ HB}$	$\frac{1,03}{1,01}$	$\frac{1,06}{1,02}$	$\frac{1,12}{1,03}$	$\frac{1,17}{1,04}$	$\frac{1,23}{1,06}$	$\frac{1,28}{1,07}$
		$\frac{1,02}{1,00}$	$\frac{1,04}{1,00}$	$\frac{1,07}{1,02}$	$\frac{1,1}{1,02}$	$\frac{1,15}{1,03}$	$\frac{1,18}{1,04}$
	$> 350 \text{ HB}$	$\frac{1,04}{1,02}$	$\frac{1,07}{1,03}$	$\frac{1,14}{1,05}$	$\frac{1,21}{1,06}$	$\frac{1,20}{1,07}$	$\frac{1,36}{1,08}$
		$\frac{1,03}{1,00}$	$\frac{1,05}{1,01}$	$\frac{1,09}{1,02}$	$\frac{1,14}{1,03}$	$\frac{1,19}{1,03}$	$\frac{1,24}{1,04}$
7	$\leq 350 \text{ HB}$	$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,08}{1,02}$	$\frac{1,16}{1,04}$	$\frac{1,24}{1,06}$	$\frac{1,32}{1,07}$	$\frac{1,4}{1,08}$
		$\frac{1,03}{1,01}$	$\frac{1,06}{1,01}$	$\frac{1,1}{1,02}$	$\frac{1,16}{1,03}$	$\frac{1,22}{1,04}$	$\frac{1,26}{1,05}$
	$> 350 \text{ HB}$	$\frac{1,05}{1,01}$	$\frac{1,1}{1,03}$	$\frac{1,2}{1,05}$	$\frac{1,3}{1,07}$	$\frac{1,4}{1,09}$	$\frac{1,5}{1,12}$
		$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,07}{1,01}$	$\frac{1,13}{1,02}$	$\frac{1,2}{1,03}$	$\frac{1,26}{1,04}$	$\frac{1,32}{1,05}$
8	$\leq 350 \text{ HB}$	$\frac{1,05}{1,01}$	$\frac{1,1}{1,03}$	$\frac{1,2}{1,05}$	$\frac{1,3}{1,07}$	$\frac{1,4}{1,09}$	$\frac{1,5}{1,12}$
		$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,07}{1,01}$	$\frac{1,13}{1,02}$	$\frac{1,2}{1,03}$	$\frac{1,26}{1,04}$	$\frac{1,32}{1,05}$
	$> 350 \text{ HB}$	$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,07}{1,01}$	$\frac{1,13}{1,02}$	$\frac{1,2}{1,03}$	$\frac{1,26}{1,04}$	$\frac{1,32}{1,05}$
		$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,08}{1,02}$	$\frac{1,16}{1,04}$	$\frac{1,24}{1,06}$	$\frac{1,32}{1,07}$	$\frac{1,4}{1,08}$

**Примечание.** В числителе даны значения для прямозубых колес, в знаменателе – для косозубых.

### Значения коэффициента $K_{Fv}$

Степень точности	Твердость поверхностей зубьев	$v$ , м/с						
		1	2	4	6	8	10	
6	$\leq 350$ HB	$\frac{1,06}{1,02}$	$\frac{1,13}{1,05}$	$\frac{1,26}{1,10}$	$\frac{1,40}{1,15}$	$\frac{1,58}{1,20}$	$\frac{1,67}{1,25}$	
		$> 350$ HB	$\frac{1,02}{1,01}$	$\frac{1,04}{1,02}$	$\frac{1,08}{1,03}$	$\frac{1,11}{1,04}$	$\frac{1,14}{1,06}$	$\frac{1,17}{1,07}$
			$\frac{1,08}{1,03}$	$\frac{1,16}{1,06}$	$\frac{1,33}{1,11}$	$\frac{1,50}{1,16}$	$\frac{1,67}{1,22}$	$\frac{1,80}{1,27}$
	7	$\leq 350$ HB	$\frac{1,03}{1,01}$	$\frac{1,05}{1,02}$	$\frac{1,09}{1,03}$	$\frac{1,13}{1,05}$	$\frac{1,17}{1,07}$	$\frac{1,22}{1,08}$
			$\frac{1,03}{1,01}$	$\frac{1,05}{1,02}$	$\frac{1,09}{1,03}$	$\frac{1,13}{1,05}$	$\frac{1,17}{1,07}$	$\frac{1,22}{1,08}$
		$> 350$ HB	$\frac{1,10}{1,03}$	$\frac{1,20}{1,06}$	$\frac{1,38}{1,11}$	$\frac{1,58}{1,17}$	$\frac{1,78}{1,23}$	$\frac{1,96}{1,29}$
$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,06}{1,02}$		$\frac{1,12}{1,03}$	$\frac{1,16}{1,05}$	$\frac{1,21}{1,07}$	$\frac{1,26}{1,08}$		
8	$\leq 350$ HB	$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,06}{1,02}$	$\frac{1,12}{1,03}$	$\frac{1,16}{1,05}$	$\frac{1,21}{1,07}$	$\frac{1,26}{1,08}$	
		$> 350$ HB	$\frac{1,13}{1,04}$	$\frac{1,28}{1,07}$	$\frac{1,50}{1,14}$	$\frac{1,77}{1,21}$	$\frac{1,98}{1,28}$	$\frac{2,25}{1,35}$
			$\frac{1,13}{1,04}$	$\frac{1,28}{1,07}$	$\frac{1,50}{1,14}$	$\frac{1,77}{1,21}$	$\frac{1,98}{1,28}$	$\frac{2,25}{1,35}$
	9	$\leq 350$ HB	$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,07}{1,02}$	$\frac{1,14}{1,04}$	$\frac{1,21}{1,06}$	$\frac{1,28}{1,08}$	$\frac{1,35}{1,09}$
			$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,07}{1,02}$	$\frac{1,14}{1,04}$	$\frac{1,21}{1,06}$	$\frac{1,27}{1,08}$	$\frac{1,34}{1,09}$
		$> 350$ HB	$\frac{1,04}{1,01}$	$\frac{1,07}{1,02}$	$\frac{1,14}{1,04}$	$\frac{1,21}{1,06}$	$\frac{1,27}{1,08}$	$\frac{1,34}{1,09}$

Примечание. В числителе даны значения для прямозубых колес, в знаменателе – для косозубых.

### Рекомендуемые значения $\psi_{ba}$

Расположение зубчатых колес относительно опор (см. рис. 4.10)	Твердость зубьев	$\psi_{ba}$
Симметричное (схемы 7, 8)	Любая	0,315; 0,4; 0,5
Несимметричное (схемы 3–6)	$\leq 350$ HB	0,315; 0,4
	$\geq 40$ HRC	0,25; 0,315
Консольное (схемы 1, 2)	$\leq 350$ HB	0,25
	$\geq 40$ HRC	0,2
Для шевронных передач	Любая	0,4 ... 0,63
Для передач внутреннего зацепления	”	$0,2 \frac{u+1}{u-1}$

## Нормальные линейные размеры (по ГОСТ 6636–69)

Размеры в мм

Ряды*			Дополнительные размеры**	Ряды*			Дополнительные размеры**	Ряды*			Дополнительные размеры**
Ra 10	Ra 20	Ra 40		Ra 10	Ra 20	Ra 40		Ra 10	Ra 20	Ra 40	
5,0	5,0	5,2	5,2	25	25	25	27	125	125	125	118
			5,5			26					130
	5,6	5,6	5,8		28	28	29		140	140	145
		6,0	6,2			30	31		150	150	155
6,3	6,3	6,3	6,5	32	32	32	33	160	160	160	165
			6,7			34	35			170	175
	7,1	7,1	7,3		36	36	37		180	180	185
		7,5	7,8			38	39		190	190	195
8,0	8,0	8,0	8,2	40	40	40	41	200	200	200	205
			8,8			42	44			210	215
	9,0	9,0	9,2		45	45	46		220	220	230
		9,5	9,8			48	49		240	240	
10	10	10	10,2	50	50	50	52	250	250	250	270
			10,8			53	55			260	
	11	11	11,2		56	56	58		280	280	290
		11,5	11,8			60	62		300	300	310
12	12	12	12,5	63	63	63	65	320	320	320	330
			13,5			67	70			340	350
	14	14	14,5		71	71	73		360	360	370
		15	15,5			75	78		380	380	390
16	16	16	16,5	80	80	80	82	400	400	400	410
			17,5			85	88			420	440
	20	18	18,5		90	90	92		450	450	460
		19				95	98		480	480	490
20	20	20	19,5	100	100	100	102	500	500	500	515
			20,5			105	108			530	545
	22	22	21,5		110	110	112		560	560	580
		24	23,0			115	115		600	600	615

\* При выборе размеров предпочтение должно отдаваться рядам с более крупной градацией (ряд Ra 10 следует предпочитать ряду Ra 20 и т.д.).

\*\* Дополнительные размеры, приведенные в таблице, допускается применять лишь в отдельных, технически обоснованных случаях.