

1.3 ЦИЛИНДРИЧНИ ЕВОЛВЕНТНИ ЗУПЧАНИЦИ

Зупчани преносници су механички преносници помоћу којих се кретање, односно обртни момент преноси са једног вратила на друго и трансформише непосредним додиривањем зубаца.

Основне карактеристике зупчаних преносника су: велика сигурност у раду и сталност преносног односа. Ови преносници су малих габарита и имају широк дијапазон промене оптерећења и брзине, а уз то и висок степен искоришћења. Имају дуг век уз адекватно одржавање. И поред високе тачности израде шум се јавља при раду овог преносника.

Подручје примене зупчаних преносника снаге:

Врста преносника	Мах. снага (kW)	Преносни однос једног пара	Мах. обимна брзина (°/min)	Мах. број обртаја (°/min)	Степен искоришћења	Запреминска снага (dm ³ /kW)	Маса / снага (kg/kW)
Зупчани преносници	Цилиндрични	3000	1÷8	50	120000	0,91÷0,99	0,3÷0,6
	Планетни	2000	3÷13	50	100000	0,98	0,2÷0,4
	Конусни	500	1÷5	40	50000	0,95÷0,98	0,4÷0,7
	Хипоидни	300	4÷8	30	20000	0,95	0,5÷0,8
	Пужни	120	5÷80	25	40000	0,5÷0,95	0,2÷0,5
	Цилиндрично - хиперболички	8	1÷5	20	20000	0,95	1,0÷2,5

Препоруке за избор преносног односа

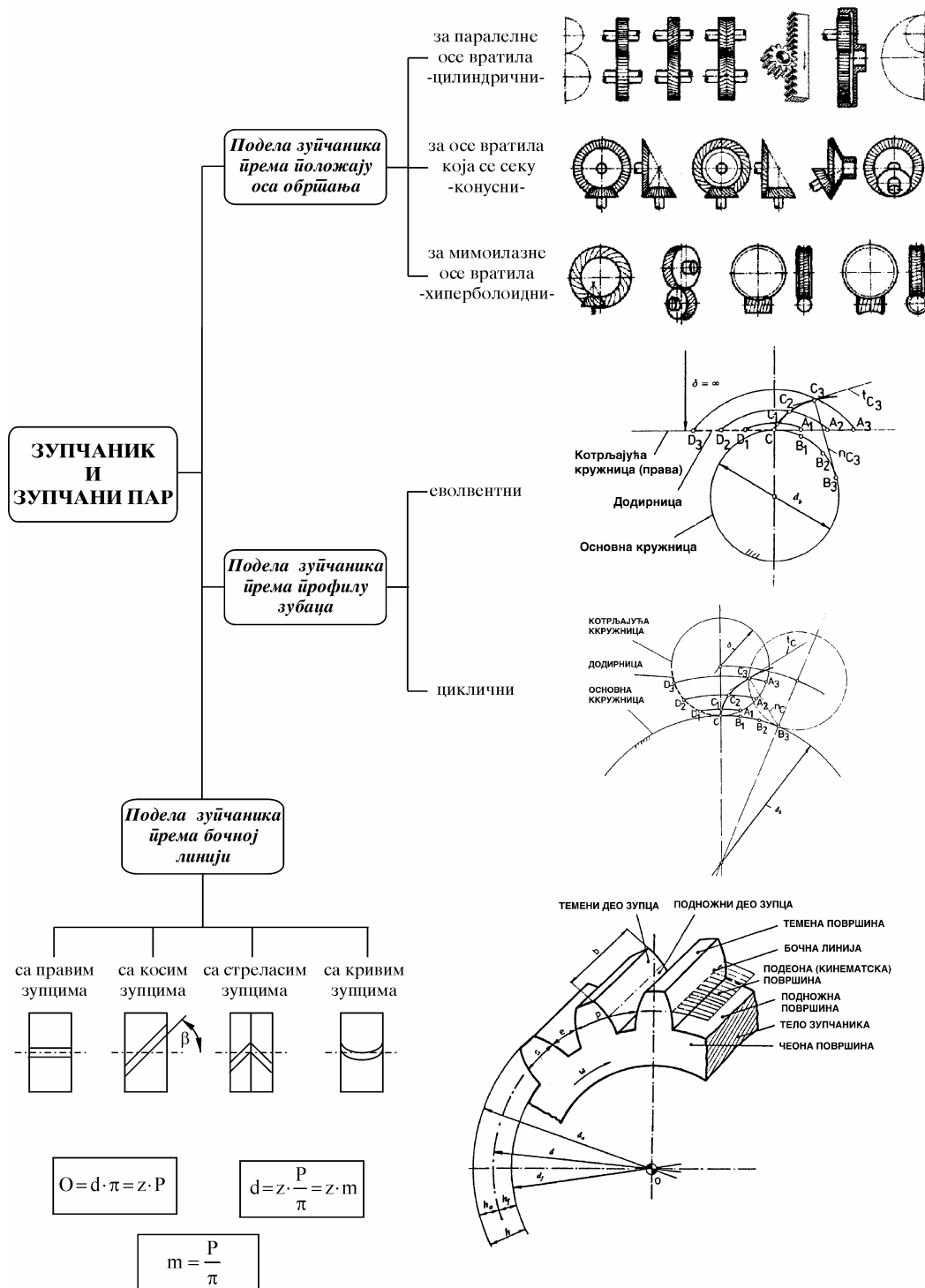
Врста редуктора	Једноступени	Двоступени	Троступени
Редуктор са паралелним вратилима	$u \leq 9$	$u = 8 \div 50$	$u = 40 \div 250$
Редуктор са вратилима која се секу	$u = 2 \div 5,5$	$u = 6 \div 40$	$u = 25 \div 250$
Пужни редуктор	$u = 5 \div 70$	$u = 50 \div 8000$	
Пужни редуктор, комбинован		$u = 35 \div 350$	
Планетни редуктор	$u = 5 \div 20$	$u = 20 \div 100$	

Стандардне вредности преносних односа

Редуктор	Стандардне вредности преносних односа																			
једноступени	1,25	1,4	1,5	1,8	2	2,24	2,5	2,8	3,15	3,55	4	4,5	5	5,6	6,3	7,1	8	9	10	
двоступени	8	9	10		11,2	12,5	14	15	18	20	22,4	25	28	31,5	35,5	40	50			
троступени	40	45	50	55	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355

Стандардни модул m у (mm)													
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0,05		0,16		0,5		1		3		10		32	
	0,055		0,18		0,55		1,125		3,5		11		36
0,06		0,20		0,6		1,25		4		12		40	
	0,07		0,22		0,65		1,375		4,5		14		45
0,08		0,25		0,7		1,5		5		16		50	
	0,09		0,28		0,75		1,75		5,5		18		55
0,10		0,3		0,8		2		6		20		60	
	0,11		0,35		0,85		2,25		7		22		70
0,12		0,4		0,9		2,4		8		25			
	0,14		0,45		0,95		2,75		9		28		

Зупчаник је машински елемент који се састоји од тела и озубљеног венца.
Погонски зубчаник и гоњени зубчаник чине зубчани пар и истог су модула.

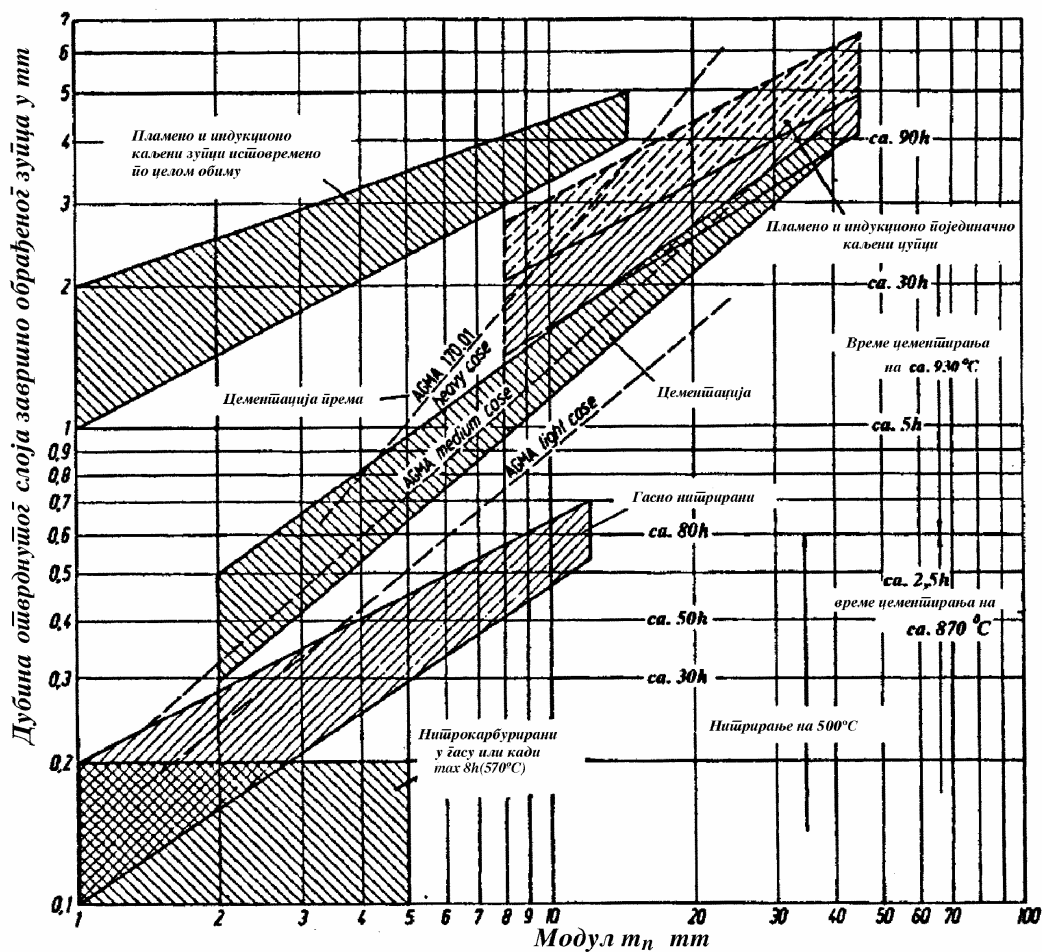


Материјал за израду зупчаних парова

За израду зупчаника примењује се велики број различитих материјала, почев од сивог лива, преко обичних конструкционих челика, побољшаних челика па све до легираних челика за цементацију и нитрирање. Примењују се такође и нечелични материјали, као што су титан и алуминијумске легуре, као и разне врсте пластичних маса. Због техничких и економских разлога највећу примену имају челични материјали.

Користе се и такве комбинације да мали зупчаник буде израђен од челика, а велики од сивог лива, челичног лива или нодуларног лива. Код преносника већих снага тело и венац великог зупчаника израђују се од различитих материјала, нпр тело зупчаника је од челичног лива, а венац је израђен од квалитетног челика.

Дебљине отворнутих слојева бокова зуба зависе од термичке обраде и од величине модула m_n .



Карактеристике издржљивости материјала за израду зупчаника

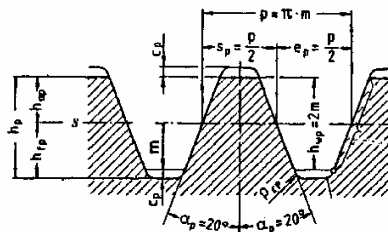
Ред. број	Материјал	Ознака		Термичка обрада (структура)	Тврдоћа		Динамичка издржљивост ^a		Статичка чврстоћа подножја
		JUS	DIN		језгра daN/mm^2	бокова daN/mm^2	бокова σ_{Hlim} N/mm^2	подножја σ_{Flim} N/mm^2	
1	Сиви лив	SL 200	GG 20	(лам.графит)	180 HB		300	40	190
2		SL 250	GG 25	(лам.графит)	220 HB		360	55	245
3		SL 350	GG 35	(лам.графит)	230 HB		375	70	350
4	Нодуларни лив	NL400-12	GGG 40	(феритни)	180 HB		370	185	700
5		NL 600-3	GGG 60	(фер., перл.)	250 HB		490	215	840
6		NL 800-2	GGG 80	(перлитни)	275 HB		600	225	1100
7		NL 1000	GGG 100	-	330 HB		640	235	1300
8	Црни темпер лив	CTe135-10	GTS 35	(феритни)	150 HB		320	165	780
9		CTe165-02	GTS 65	(перлитни)	220 HB		460	205	980
10	Челични лив	ČL.0501	GS 52.1	-	160 HB		320	140	460
11		ČL.0601	GS 60.1	-	180 HB		380	160	510
12	Обични конструкциони челици	Č.0460	St 42	-	125 HB		290	150	440
13		Č.0545	St 50	-	160 HB		370	160	560
14		Č.0645	St 60	-	190 HB		430	175	650
15		Č.0745	St 70	-	210 HB		460	205	710
16	Челици за побољшање ⁶	Č.1531	Ck 45	нормализован	190 HV-10		530	205	740
17		Č.1731	Ck 60	нормализован	200 HV-10		530	220	880
18		Č.4131	37 Cr 4	побољшан	250 HV-10		530	245	930
19		Č.4731	34 CrMo 4	побољшан	270 HV-10		530	260	1000
20		Č.4732	42 CrMo 4	побољшан	300 HV-10		600	285	1080
21		Č.5431	34CrNiMo6	побољшан	310 HV-10		630	305	1200
22		Č.5432	30CrNiMo8	побољшан	320 HV-10		630	315	1300
23	Челици за побољшање пламено или индукц. каљењем	Č.1531	Ck 45	нормализован	190 HV-10	560 HV-10	1030	270(140)*	1000(740)*
24		Č.4731	34 CrMo 4	побољшан	270 HV-10	590 HV-10	1070	430(175)*	1200(1000)*
25		Č.4732	42 CrMo 4	побољшан	280 HV-10	610 HV-10	1170	360(190)*	1300(1080)*
26		Č.5431	34CrNiMo6	побољшан	250 HV-10	590 HV-10	1270	380(210)*	1500(1200)*
27	Челици за поб. нитрирањем	Č.4732	42 CrMo 4	гаснонитрид.	180 HV-10	550 HV-10	1070	385	1000
28	Челици за цем. претходно поб.	Č.4320	16 MnCr 5	гаснонитрид.	280 HV-10	550 HV-10	1110	405	1050
29	Челици за нитрид. пртходно поб.	Č.4737	31CrMoV 9	гаснонитрид.	320 HV-10	700 HV-10	1230	420	1170
30		-	14CrMoV6.9	гаснонитрид.	360 HV-10	770 HV-10	1270	430	1250
31	Челици за поб. и површинско отвр. нитрокар.	Č.1530	C 45	нормализован	220 HV-10	420 HV-10	710	310	680
32		Č.4320	16 MnCr 5	нормализован	230 HV-10	560 HV-10	770	325	710
33		Č.4730	42 CrMo 4	побољшан	280 HV-10	610 HV-10	830	340	750
34	Челици за поб. карбонитрид.	Č.4130	34 Cr 4	побољшан	450 HV-10	650 HV-10	1350	450	1400
35	Челици за цементацију	Č.1220	C 15	цем. и каљ.	270HV-10	720HV-10	1460	220	880
36		Č.4320	16 MnCr 5	цем. и каљ.	270HV-10	720HV-10	1470	430	1370
37		Č.4321	20 MnCr 5	цем. и каљ.	280HV-10	720HV-10	1470	445	1470
38		Č.4721	20 MoCr 4	цем. и каљ.	270HV-10	720HV-10	1470	385	1275
39		Č.5420	15 CrNi 6	цем. и каљ.	310HV-10	730HV-10	1490	460	1570
40		Č.4520	17CrNiMo6	цем. и каљ.	400HV-10	740HV-10	1510	500	1670
41		Č.5421	18 CrNi 8	цем. и каљ.	400HV-10	740HV-10	1490	480	1670
42	Нечелични материјали	Титан	Ti 6 Al 4	-	-	-	660	170	-
43		Al легура	AlZnCu0.5	-	-	-	240	115	600
44		Синт. метал	Fe+1,5%Cu+0.4%C	-	-	-	400	250	950

^a Вредности се односе за вероватноћу разарања $P_R=0.1$ ⁶ Вредности добијене са тврдоћом малог зупчаника за 20-30 HV већом од тврдоће великог зупчаника од истог материјала

Вредности у заградама односе се на зупце са некалјеним подножјем

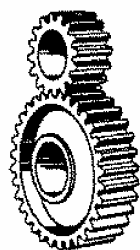
Групу цилиндричних зупчаних парова чине зупчаници за паралелне осе, као и зупчаници који претварају обртно кретање у транслаторно кретање и обрнуто.

Кинематске површине цилиндричних зупчастих парова су цилиндри, а у специјалном случају су цилиндар и раван. Ове се површине котрљају једна по другој без клизања.



Зупци са праволинијским профилем су усвојени као основни профил зупчаника и користе се као алат за израду зупчаника

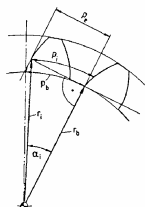
стандардни профил зупчаника



карактеристичке
профила алата

Облик профила алата	α_s	h_s/m_s	h_{ad}/m_s	ρ_{ad}/m_s
	20°	1	1.25	0.25
	20°	1	1.25	0.30
	20°	1	1.25	0.375
	20°	1	1.35	0.30
	20°	1.2	1.50	0.30
	20°	1	1.40	0.40 (prot.)
	22.5°	1	1.25	0.40
	25°	1	1.25	0.318

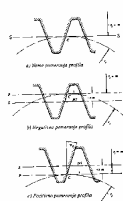
основни корак
профила



нормално растојање два истоимена суседна профила је корак профила на основном кругу, основни корак профила p_b

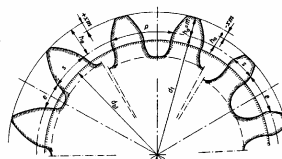
ЦИЛИНДРИЧНИ
ЕВОЛВЕНТНИ
ЗУПЧАНИЦИ
СА ПРАВИМ
ЗУПЦИМА

померање профила
алата



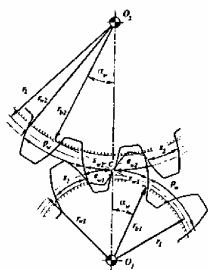
средња линија профила алата дели праволинијски део профила на два једнака дела. На основу средње линије профила одређује се положај алата.

облик зубаца у зависности од померања профила



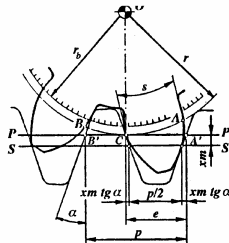
померањем профила мењају се сви пречници зупчаника а не мења се пречник подеонг и основног круга.

угао додирнице



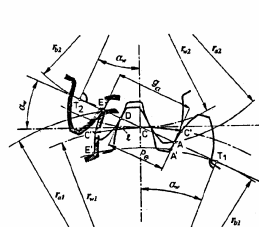
угао додирнице зависи од коефицијента померања профила

лучна дебелина зупца



лучна дебелина зупца на подеонм кругу једнака је ширини међузубља

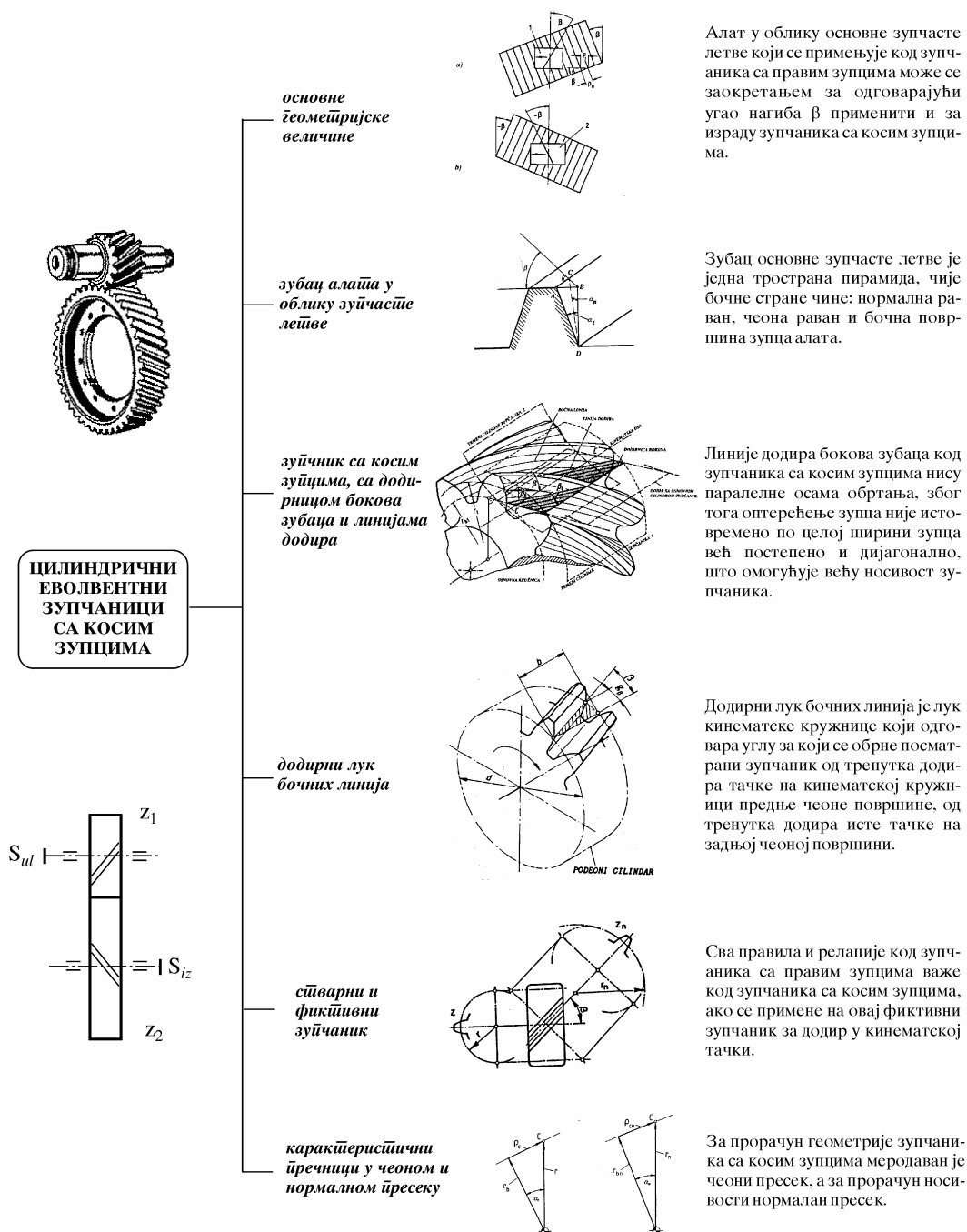
степен сирезања



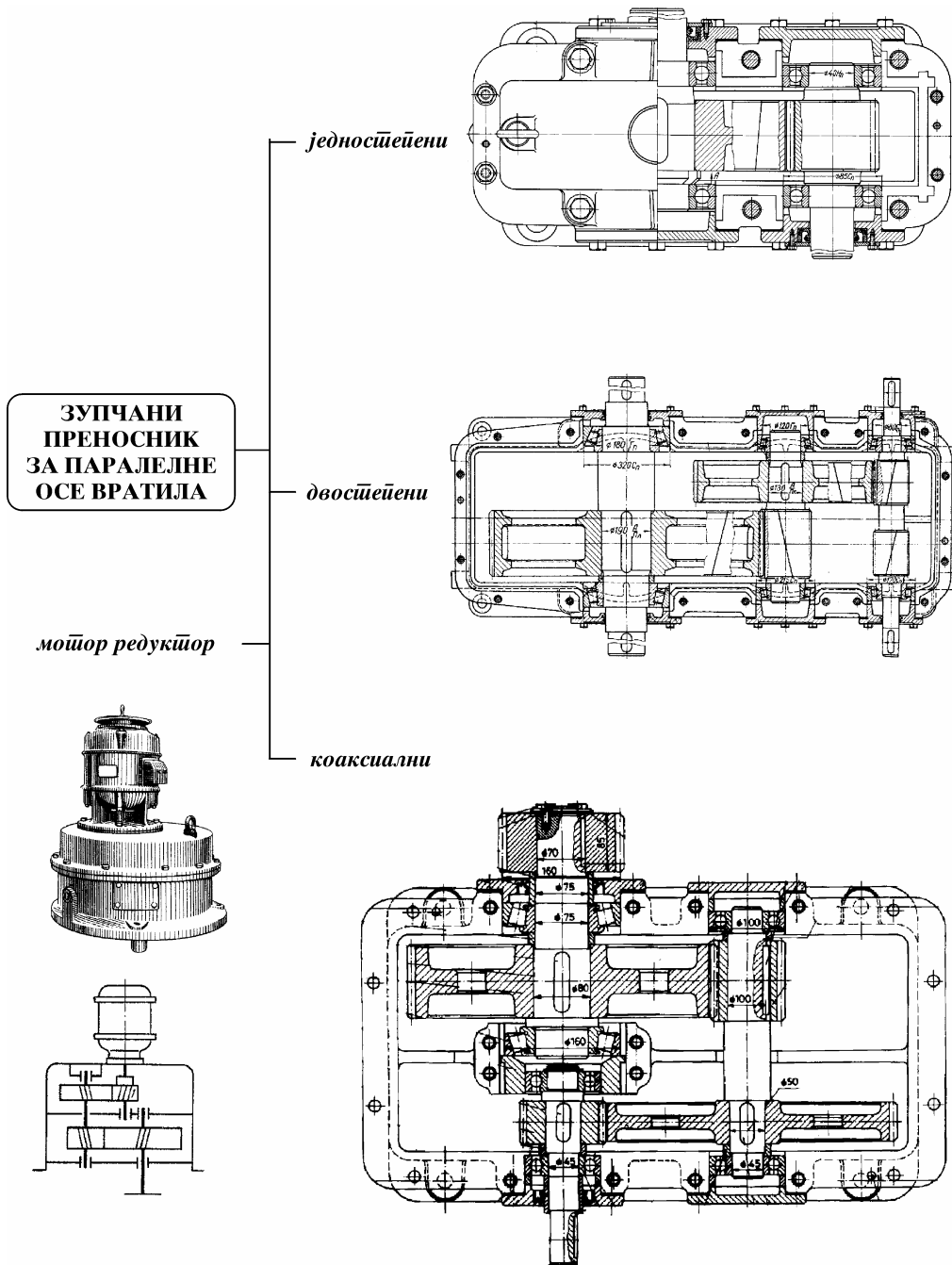
степен сирезања профила може се одредити као однос активне дужине додирнице и спрежног корака

Код зупчаника са косим зупцима линије додира бокова зубаца постављене су косо у односу на бок зупца. Однос између подеоних корака у чеоном и нормалном пресеку је $\cos\beta$.

$$\frac{P_n}{P_t} = \frac{m_n \cdot \pi}{m_E \cdot \pi} = \frac{m_n}{m_t} = \cos\beta.$$



Зупчани пар сміштен у ку́нїште је зупчани преносник снаге односно редуктор.



Табела 1.3 ЦИЛИНДРИЧНИ ЕВОЛВЕНТНИ ЗУПЧАНИЦИ

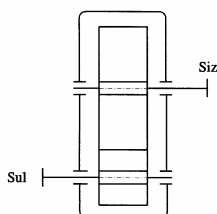
Ознака	Јединица мере	Назив и вредности
d_1	(mm)	пречник подеоног круга малог зупчаника $d_1 = 850 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_A \cdot S_{Hmin}}{\Psi_{bd} \cdot \sigma_{Hlim}^2} \cdot \frac{u+1}{u}}$ $d = m_t \cdot z = z \cdot m_n / \cos \beta$
T_1	(Nm)	обртни момент малог зупчаника $T_1 = 9549 \cdot P_1 / n_1$
u	-	преносни однос $u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1}$
P	(kW)	снага на зупчанику
n	(min ⁻¹)	учестаност обртања зупчаника
K_A	-	фактор радних услова
Ψ_{bd}	-	однос ширине зупчаника и подеоног круга погонског зупчаника $\Psi_{bd} = b / d_1$
b	(mm)	ширина зупчаника
σ_{Hlim}	(N/mm ²)	трајна динамичка издржљивост бокова зубаца
S_{Hmin}	-	минимални степен сигурности против разарања бокова зубаца $S_{Hmin} = 1,2 \div 1,5$
z_1	(kom)	број зубаца малог зупчаника $z_1 = 20 \div 25$ за $v > 5$ (m/s) $z_1 = 18 \div 20$ за $v = 1,5$ (m/s) $z_1 = 15 \div 20$ за $v < 1$ (m/s)
m	(mm)	модул зупчаника $m = p / \pi$; $m = d_1 / z_1$; индекс: n- нормални пресек; t- чеони пресек; $m_t = d_1 / z_1 = m_n / \cos \beta$; m_n - JUS M.C1.015
β	(°)	угао нагиба бочне линије зупца: $\cos \beta = p_n / p_t = m_n / m_t$ $\beta = 10^\circ \div 15^\circ$ -за први пар, $\beta = 8^\circ \div 12^\circ$ -за други пар
α_i	(°)	угао нагиба основне зупчасте летве: $\operatorname{tg} \alpha_i = \operatorname{tg} \alpha_n / \cos \beta$ $\cos \alpha_i = d_b / d$
a_d	(mm)	нулто осно растојање $a_d = (d_1 + d_2) / 2 = m_t (z_1 + z_2) / 2 = m_n (z_1 + z_2) / (2 \cos \beta)$
a	(mm)	осно растојање $a = a_d \cdot \cos \alpha_t / \cos \alpha_{wt} = m_n (z_1 + z_2) \cos \alpha_t / (2 \cos \beta \cdot \cos \alpha_{wt})$
α_{wt}	(°)	угао додирнице $\cos \alpha_{wt} = d_b / d_w = m_t (z_1 + z_2) \cos \alpha_t / (2a) = a_d \cdot \cos \alpha_t / a$ $\operatorname{inv} \alpha_t = \operatorname{inv} \alpha_{wt} + 2(x_1 + x_2) \operatorname{tg} \alpha_n / (z_1 + z_2)$
$x_1 + x_2$	(°)	Збир коефицијената померања профила $x_1 + x_2 = (\operatorname{inv} \alpha_{wt} - \operatorname{inv} \alpha_t) (z_1 + z_2) / (2 + \operatorname{tg} \alpha_n)$ $x_1 + x_2 = 1$ -ниска носивост; $x_1 + x_2 = -0,2$ -висок степен спрезања; $x_1 + x_2 = 0,3$ -уједначено озубљење

Табела 1.3 Наставак табеле

Ознака	Јединица мере	Назив и вредности
θ_i		еволвента функција ($\text{inv}\alpha$); $\theta_i = \text{tg}\alpha_i - \alpha_i$
d_w	(mm)	пречници кинематских кругова $d_{w1} = 2a / (z_1 + z_2) = 2a / (u + 1) = d_1 \cos \alpha_i / \cos \alpha_{wt}$ $d_{w2} = u \cdot d_{w1}$
d_b	(mm)	пречник основног круга $d_b = d \cdot \cos \alpha_i$; $d_{db} = d \cos \alpha$
d	(mm)	пречник подеоног круга $d = m_t \cdot z = z \cdot m_n / \cos \beta$
d_a	(mm)	пречници темених кругова $d_{a1} = 2a - d_{f2} - 2c$; $d_{a2} = 2a - d_{f1} - 2c$;
d_f	(mm)	пречници подножних кругова $d_{f1} = d_1 - 2h_{f1} = d_1 + 2x_1m_n - 2h_{fp}$; $d_{f2} = d_1 - 2h_{f2} = d_2 + 2x_2m_n - 2h_{fp}$
p_t	(mm)	подеони корак $p_t = m_t \cdot \pi = m_n \cdot \pi / \cos \beta$; $p_n = m_n \pi = P_t \pi / \cos \beta$
$p_{et} = p_{bt}$	(mm)	основни корак на додирници $p_{et} = p_t \cdot \cos \alpha_i$
ϵ_γ	-	степен спрезања бокова $\epsilon_\gamma = \epsilon_\alpha + \epsilon_\beta$
ϵ_1, ϵ_2	-	појединачни степен спрезања $\epsilon_1 = 0,5z_1 \left[\sqrt{(d_{a1}/d_{b1})^2 - 1} - \text{tg}\alpha_{wt} \right] / \pi$ $\epsilon_2 = 0,5z_2 \left[\sqrt{(d_{a2}/d_{b2})^2 - 1} - \text{tg}\alpha_{wt} \right] / \pi$
ϵ_α	-	степен спрезања профила $\epsilon_\alpha = \epsilon_1 + \epsilon_2$ $\epsilon_\alpha = 0,5z_1 \left[\sqrt{(d_{a1}/d_{b1})^2 - 1} + u \sqrt{(d_{a2}/d_{b2})^2 - 1} - \text{tg}\alpha_{wt}(u + 1) \right] / \pi$
ϵ_β	-	степен спрезања бочних линија $\epsilon_\beta = b \cdot \text{tg}\beta / p_t = d \sin \beta / m_n \cdot \pi$
h_p	(mm)	укупна висина зупца $h_p = h_{ap} + h_{fp} = 2m + c_p$
h_{ap}	(mm)	висина теменог дела зупца $h_{ap} = m$
h_{fp}	(mm)	висина подножног дела зупца $h_{fp} = m + c_p$
c_p	(mm)	темени зазор $c_p = (0,1 \div 0,3)m$
ρ_{a0}	(mm)	полупречник заобљења између бокова зупца и подножја зупца $\rho_{a0} = c_p / (1 - \sin \alpha_0)$
W	(mm)	мера преко зубаца $W = (z_w - 1) \cdot p_e + s_b$
z_w	(kom)	мерни број зубаца
s_b	(mm)	лучна дебљина зупца на основном кругу
Исти изрази важе и за унутрашње зупчасте парове при чему се број зубаца z_2 узима са негативним предзнаком.		

РАЧУНСКИ ПРИМЕРИ

Задатак 1.3.1 Једноступени зупчани преносник састоји се од цилиндричног зупчаног пара $z_1 - z_2$ са правим зупцима степена искоришћења $\eta_z = 0,98$ и преносног односа $u_{1,2} = 3,15$.



Одредити:

1. Потребну снагу погонске машине ако је $n_{ul} = 1450(\text{min}^{-1})$, обртни моменат на излазној спојници $T_{iz} = 70(\text{Nm})$, степен искоришћења свих лежаја $\eta_l = 0,99$ а спојница $\eta_s = 0,97$.

2. Геометријске величине зупчаног пара и осно растојање, ако је $z_1 = 30, \alpha_n = 20^\circ$. Материјал за израду зупчаника Č1530 за побољшање. Карактер промене обртног момента радне машине је равномеран.

Решење:**1. Снага погонске машине**

Из преносног односа зупчаног пара

$$u = \frac{z_2}{z_1},$$

израчунава се број зуба гоњеног зупчаника

$$z_2 = u \cdot z_1 = 3,15 \cdot 30 = 94,5.$$

Усваја се $z_2 = 95$.

Стварни преносни однос је

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{95}{30} = 3,167.$$

Обртни момент на погонском зупчанику

$$T_1 = 9549 \frac{P_1}{n_1},$$

где су: $P_1 = P_{ul}$ - снага на погонском зупчанику,

$n_1 = n_{ul} = 1450(\text{min}^{-1})$ - учестаност

обртања погонског зупчаника

$n_2 = n_{iz}$ - учестаност обртања гоњеног зупчаника

Из једначине за степен искоришћења зупчаног пара

$$\eta = \frac{P_2}{P_1},$$

израчунава се снага погонске машине

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta},$$

где су: P_2 - снага на гоњеном зупчанику

$$P_2 = \frac{T_2 \cdot n_2}{9549} = \frac{70 \cdot 457,85}{9549},$$

$$P_2 = 3,356(\text{kW}),$$

$n_2 = n_{ul}$ - учестаност обртања гоњеног зупчаника

$$n_2 = n_1 / u = 1450 / 3,167,$$

$$n_2 = 457,85(\text{min}^{-1}),$$

η - укупан степен искоришћења,

P_2 - снага на гоњеном зупчанику.

Снага погонске машине има вредност:

$$P_1 = \frac{P_{iz}}{\eta_z \cdot \eta_l \cdot \eta_s} = \frac{3,356}{0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,97} = 3,566(\text{kW}).$$

2. Геометријске величине зупчаног пара

Пречник погонског зупчаника:

$$d_1 = 850 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_A \cdot S_{Hmin}^2}{\psi_{bd} \cdot \sigma_{Hlim}^2} \cdot \frac{u+1}{u}},$$

где су: $K_A = 1$ - фактор радних услова

T_1 - обртни момент на погонском зупчанику

$\psi_{bd} = 1,4$ - однос ширине према пречнику зупчаника за симетричан положај зупчаника између ослонаца вратила

$\sigma_{Hlim} = 710(N/mm^2)$ -трајна динамичка издржљивост бокова зубаца

$S_{Hmin} = 1,5$ -минимални степен сигурности против разарања бокова зубаца ,

па је:

$$d_1 = 850 \cdot \sqrt[3]{\frac{23,486 \cdot 1,0 \cdot 1,5^2}{1,4 \cdot 710^2} \cdot \frac{3,167 + 1}{3,167}},$$

$$d_1 = 39,258(mm).$$

Модул зупчаника има вредност:

$$m = \frac{d_1}{z_1} = \frac{39,258}{30} = 1,308(mm).$$

Усваја се $m = 1,5(mm)$.

Пречници подеоних кругова су:

$$d_1 = m \cdot z_1 = 1,5 \cdot 30 = 45(mm), \text{ и}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 1,5 \cdot 95 = 142,5(mm).$$

Пречници основних кругова:

$$(\alpha_n = \alpha_t = 20^\circ)$$

$$d_{b1} = d_1 \cdot \cos \alpha_t = 45 \cdot \cos 20^\circ = 42,286(mm), \text{ и}$$

$$d_{b2} = d_2 \cdot \cos \alpha_t = 142,5 \cdot \cos 20^\circ = 133,906(mm).$$

Осно растојање:

$$a = m \cdot \frac{z_2 + z_1}{2} = 1,5 \cdot \frac{95 + 30}{2} = 93,75(mm).$$

Пречници подножних кругова:

$$d_{f1} = d_1 - 2h_{f1} = d_1 + 2x_1m - 2h_{fp},$$

где су: h_f -висина ноге зупца:

$$h_{fp} = K_p \cdot m = 1,2 \cdot 1,5 = 1,8$$

$$(K_p = 1,2; 1,25; 1,3; 1,4...)$$

x -померање профила

$x_1 = x_2 = 0$ -нулти зупчани пар

$$d_{f1} = d_1 + 2 \cdot 0 \cdot 1,5 - 2 \cdot 1,8 = 45 - 3,6 = 41,4(mm),$$

$$d_{f2} = d_2 + 2 \cdot x_2 \cdot m - 2h_{fp} = 142,5 - 2 \cdot 1,8$$

$$d_{f2} = 138,9(mm).$$

Пречници темених кругова:

$$d_{a1} = 2a - d_{f2} - 2c,$$

$$d_{a1} = 2 \cdot 93,75 - 138,9 - 2 \cdot 0,3 = 48(mm),$$

$$d_{a2} = 2a - d_{f1} - 2c,$$

$$d_{a2} = 2 \cdot 93,75 - 41,4 - 2 \cdot 0,3 = 145,5(mm).$$

Пречници кинематских кругова:

$$d_{w1} = \frac{2a \cdot z_1}{(z_1 + z_2)} = \frac{2 \cdot 93,75 \cdot 30}{(30 + 95)} = 45 (mm) \text{ и}$$

$$d_{w2} = u \cdot d_{w1} = 3,167 \cdot 45 = 142,5(mm).$$

Пречници подеоних и кинематских кружница се поклапају.

Подеони корак

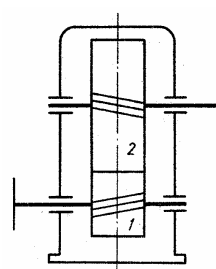
$$P = m \cdot \pi = 1,5 \cdot 3,14 = 4,712(mm).$$

Ширина зупчаника

$$b = \psi_{bd} \cdot d_1 = 1,4 \cdot 45 = 63(mm).$$

Задатак 1.3.2 На основу задатка 3.3.1 нацртати шеме оптерећења погонског и гоњеног вратила преносника. Осе вратила преносника су у хоризонталној равни.

Задатак 1.3.3 Једноступени вертикални



редуктор са цилиндричним еволвентним зупчаницама са правим зупцима:

$$z_1 = 41, z_2 = 58 \text{ и}$$

модулом:

$$m = 4(mm)$$

треба, при истом нултом осном

растојању и при скоро једнаком преносном односу, заменити новим зупчаним паром чији је модул : $m' = 3(mm)$.

Одредити геометријске величине новог зупчаног пара.

Задатак 1.3.4 Нацртати шеме оптерећења вратила преносника на основу задатка 1.3.3.