

Улазни подаци:

Снага коју преносе зупчаници :	$P =$	80	(KW)
Број обртаја погонског зупчаника :	$n_1 =$	700	(min ⁻¹)
Преносни однос :	$i = \frac{n_1}{n_2} =$	2	
Број зубаца погонског зупчаника:	$z_1 =$	25	
Угао нагиба бочне линије зубаца на подеоном кругу:	$\beta =$	5 °	
Смер нагиба бочне линије погонског зупчаника:		десни	
Фактор ширине и пречника зупчаника:	$\varphi = \frac{b}{d_1} =$	0.6	
Коефицијенти помјерања профила:	$x_{t1} =$	0.4	
	$x_{t2} =$	0.2	
Квалитет изреде зупчаника:		IT7	
Фактор спољних динамичких сила:	$K_A =$	1.25	
Материјал зупчаника:		Č.1220	
Материјал вратила:		Č.0545	
Положај зупчаника између лежаја:	симетричан		
Веза вратила и зупчаника:	нормални клин без нагиба JUS.MC2.060		
Потребан радни вјек лежаја:	$L_h =$	30000	h
Нацртати зупчаник:		Погонски	
Остали параметри се усвајају према препорукама.			
Растојање између лежаја:	$L_1 =$	160	mm
	$L_2 = L_1 + 10mm$		

Израда:

1. Пречник подеоне кружнице малог зупчаника

$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{2 \cdot T_1}{\varphi \cdot \sigma_d^2} \cdot \frac{u+1}{u} K_H \cdot Z^2} = 125.090 \text{ mm}$$

Гдје је:

$$T_1 = \frac{P}{\omega_1} = 1.0913482 \text{ KNm} = 1091348.181 \text{ Nmm} \text{ Обртни момент}$$

$$\omega = \frac{n_1 \cdot \pi}{30} = 73.304 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \text{ Угаона брзина}$$

$$\sigma_{H \text{ lim}} = 1480 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ Динамичка издржљивост бокова зубаца према Т 4.5 М.Е II за Č.1220}$$

$$S = 1.4 \text{ до } 2 \text{ Степен сигурности против разарања бокова зубаца}$$

$$S = 1.7 \text{ Усваја се, стр. 132 М.Е.II}$$

$$\sigma_d = \frac{\sigma_{H \text{ lim}}}{S} = 870.588 \frac{N}{mm^2} \quad \text{Дозвољени напон}$$

$u = 2$ Кинематски преносни однос, преносни однос у кинематском полу.

Предпостављамо пречник: $d_1 = 125 \text{ mm}$ па је брзина зупчаника

на подеоној кружности: $v_1 = r_1 \cdot \omega = \frac{d_1}{2} \cdot \omega = 4.581 \frac{m}{s}$ Рачунамо однос:

$$\frac{v \cdot z_1}{100} = 1.145 \text{ па за квалитет израде зупчаника } \Pi 7 \text{ према дијаграму на Сл. 4.47}$$

рачунамо фактор унутрашњих динамичких сила $K_v = K_{v\beta}$ за $\epsilon_\beta > 1$
 $K_v = K_{v\beta} - \epsilon_\beta \cdot (K_{v\beta} - K_{v\alpha})$ за $\epsilon_\beta < 1$

$$K_v = 1.073 \quad \text{јер је } \epsilon_\beta < 1 \quad \text{и} \quad K_{v\beta} = 1.053$$

$$K_{v\alpha} = 1.101$$

Из Т 4.4 фактор расподеле оптерћења, за $\varphi = \frac{b}{d_1} = 0.6$ и оба зупчаника

симетрично постављена између лежаја $K_{H\beta} = 1.035$ Па је:

$$K_H = K_A \cdot K_v \cdot K_{H\beta} = 1.389$$

Утицај еластичности материјала за оба зупчаника од челика $Z_E = 189 \sqrt{\frac{N}{mm^2}}$

Па за цилиндричне зупчанике са косим зупцима са: $x_{t1} + x_{t2} > 0$ имамо:

$$Z = (2,3...2,5) \cdot Z_E \cdot \cos \beta = 442.460 \sqrt{\frac{N}{mm^2}}$$

Модул зупчаника у равни нормалној на бок зупца:

$$m_n = \frac{d_1}{Z_1} \cdot \cos \beta = 4.985 \text{ mm} \quad \text{из Т 4.2 М.Е. II усваја се стандардна врједност:}$$

$$m_n = 5 \text{ mm}$$

Модул у равни нормалној на кинематску осу:

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} = 5.019 \text{ mm}$$

2. Степен сугурности против лома зубаца:

$$S = \frac{[\sigma_F]_M}{\sigma_F} = \frac{y_{\Pi} \cdot \sigma_{F \text{ lim}}}{\sigma_F} = 4.134 \quad S = 1,6...2,4 \quad \text{Стр. 138 М.Е. II}$$

$$y_{\Pi} = 2 \quad \text{стр. 138 М.Е. II}$$

$$\sigma_{F \text{ lim}} = 416 \frac{N}{mm^2} \quad \text{Трајна динамичка издржљивост за једносмјерну промјену напона Т 4.5}$$

Напон у подножју зубаца цилиндричних зупчаника:

$$\sigma_F = y_{Fa} \cdot y_{Sa} \cdot y_\varepsilon \cdot y_\beta \cdot \frac{F_t}{b \cdot m_n} \cdot K_A \cdot K_V \cdot K_{F\beta} = 201.269 \frac{N}{mm^2}$$

Фактор облика зубаца: $y_{Fa} = 2.265$ за: $Z_n = \frac{Z}{\cos^3 \beta} = 25.288$ и $x_{t1} = 0.4$

из Т 4.8 М.Е. II

Фактор концентрације напона Сл. 4.54 М.Е. II $y_{Sa} = 1.985$

Фактор положаја: $y_\varepsilon = 0,25 + \frac{0,75}{\varepsilon_\alpha} = 0.720$

Утицај облика косозубих зупчаника: $y_\beta = 1 - \varepsilon_\beta \cdot \frac{\beta^\circ}{120} = 0.982$

Фактор расподеле оптерћења: $K_{F\beta} = K_{H\beta}^P = 1.030$

$$p = \frac{\left(\frac{b}{h}\right)^2}{1 + \left(\frac{b}{h}\right) + \left(\frac{b}{h}\right)^2} = 0.852$$

Ширина зубаца зупчаника: $b = \varphi \cdot d_1 = 75.28649 \text{ mm}$
 $b = 76 \text{ mm}$

Висина зубаца зупчаника: $h = \frac{d_a}{2} - \frac{d_f}{2} = 11.504 \text{ mm}$
 $h_1 = 11.504 \text{ mm}$
 $h_2 = 11.269 \text{ mm}$

Рачуна се за оба зупчаника и усваја се минималан однос: $\frac{b}{h} = 6.607$

Обимна сила: $F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot T_1}{m_t \cdot z_1} = 17395.124 \text{ N}$

3. Завршни прорачун цилиндричног зупчаног пара

Улазни подаци:

Снага на погонском вратилу: $P = 80 \text{ (KW)}$

Број обртаја погонског и гоњеног вратила: $n_1 = 700 \text{ (min}^{-1}) = 11.667 \text{ (s}^{-1})$

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = 350 \text{ (min}^{-1}) = 5.833 \text{ (s}^{-1})$$

Задани преносни однос: $i = 2$

Радни вјек: $T = 10000$ h
 Мали зупчаник је погонски а велики гоњени
 Ако је број спрезања у радном вјеку n_{Σ}

1. $n_{\Sigma} < N_S$ Имамо статички напрегнуте зупце N_S Граничан статички број циклуса

$$\sigma_{HS} = \sigma_{H \lim} \cdot Z_S \quad Z_S \text{ фактор статичке чврстоће Т 7.187}$$

из Т 4.5 имамо σ_{FS} статичка чврстоћа подножја зубаца

2. $n_{\Sigma} > N_S$ Имамо динамички напрегнуте зупце

3. $n_{\Sigma} < N_D$ Мјеродавна је коначна издржљивост

N_D Број циклуса промјене гдје имамо трајну динамичку чврстоћу

$$\sigma_{HN}^m \cdot n_{\Sigma} = \sigma_{H \lim}^m \cdot N_D$$

$$\sigma_{HN} = \sigma_{H \lim} \cdot \left(\frac{N_D}{n_{\Sigma}} \right)^{\frac{1}{m}} \quad \text{Коначна издржљивост бокова зубаца}$$

$$\sigma_{FN} = \sigma_{F \lim} \cdot \left(\frac{N_D}{n_{\Sigma}} \right)^{\frac{1}{m}} \quad \text{Коначна издржљивост подножја зубаца}$$

4. $n_{\Sigma} > N_D$ Мјеродавна је трајна динамичка издржљивост

$\sigma_{H \lim}, \sigma_{F \lim}$ Трајне динамичке издржљивости бокова и подножја зубаца

У нашем случају:

$$n_{\Sigma} = n_1 \cdot T = 420000000 \text{ obrtaja}$$

Из Т 7.187 за површински отворднут челике имамо:

$$N_D = 50000000 \text{ за издржљивост бокова зубаца}$$

$$N_D = 3000000 \text{ за издржљивост подножја збаца}$$

Закључујемо да је :

$n_{\Sigma} > N_D$ За прорачун је мјеродавна трајна динамичка издржљивост

Из Т 4.5 имамо:

$\sigma_{H \lim}, \sigma_{F \lim}$ Трајне динамичке издржљивости бокова и подножја зубаца

Режим рада извршног органа са умјереним ударима: $K_A = 1.25$

Геометријске мјере и кинематски односи
Основна зупчаница

Угао нагиба профила у нормалном пресеку: $\alpha_n = 20^\circ$

Угао нагиба бочне линије на подеоном кругу: $\beta = 5^\circ$

Угао нагиба профила у главном пресеку: $\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta} = 0.365361$

$\alpha_t = 0.350293 \text{ rad}$

$\alpha_t = 20.07031^\circ$

Бројеви зубаца и њихов однос

$z_1 = 25$ задана врједност $z_2 = z_1 \cdot i = 50$ Усвојено: $z_2 = 50$

Кинематски преносни однос: $u = \frac{z_2}{z_1} = 2$

Број зубаца еквивалентног цилиндричног зупчаника са правим зупцима:

$z_n \approx \frac{z}{\cos^3 \beta}$ па је: $z_{n1} \approx \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = 25.288$

$z_{n2} \approx \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = 50.575$

Модул:

$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} = 5.019 \text{ mm}$

Ширина зупчаника:

$b = \varphi \cdot d_1 = \varphi \cdot m_t \cdot z_1 = 75.286 \text{ mm}$ Усваја се: $b_2 = 76 \text{ mm}$

$b_1 = 80 \text{ mm}$

Помјерање профила је различито од нуле по поставци задатка:

Пречници подеоних кружница:

$d_1 = m_t \cdot z_1 = 125.477 \text{ mm}$ $d_2 = m_t \cdot z_2 = 250.955 \text{ mm}$

Пречници основних кружница:

$d_{b1} = d_1 \cdot \cos \alpha_t = 117.858 \text{ mm}$ $d_{b2} = d_2 \cdot \cos \alpha_t = 235.715 \text{ mm}$

$$r_{b1} = 58.929 \text{ mm}$$

$$r_{b2} = 117.8575 \text{ mm}$$

Нападни угао еволвенте на кинематској кружници и угао додирнице:

$$\text{inv} \alpha_{tw} = \frac{x_{t1} + x_{t2}}{z_1 + z_2} \cdot 2 \cdot \text{tg} \alpha_t + \text{inv} \alpha_t = 0.020913 \text{ rad}$$

$$\text{inv} \alpha_t = \text{tg} \alpha_t - \alpha_t = 0.0150676 \text{ rad}$$

Потребно је одредити угао додирнице на основу еволвентног угла:

Из Т 7.164 бирамо врједност: $k = 2.85$

Па рачунамо прву приближну врједност угла додирнице:

$$\alpha_{tw1} = \sqrt[3]{k \cdot \text{inv} \alpha_{tw}} = 0.3906214 \text{ rad}$$

Рачунамо еволвентни угао поново:

$$\text{inv} \alpha_{tw1} = \text{tg} \alpha_{tw1} - \alpha_{tw1} = 0.021160 \text{ rad}$$

Рачунамо разлику између израчунатог и заданог еволвентног угла додирнице и упоређујемо је са дозвољеном разликом:

$$\delta_1 = \text{inv} \alpha_{tw1} - \text{inv} \alpha_{tw} = 0.000247 \text{ rad}$$

усвајамо: $\delta_{doz} = 10^{-5}$ јер је $\delta_{doz} = 10^{-4}$ или 10^{-5}

Како израчуната разлика није мања од дозвољене, већа је, пробаћемо са првим мањим углом према једначини:

$$\alpha_{tw2} = \alpha_{tw1} - \frac{\delta_1}{\text{tg}^2 \alpha_{tw1}} = 0.3891661 \text{ rad}$$

Рачунамо еволвентни угао:

$$\text{inv} \alpha_{tw2} = \text{tg} \alpha_{tw2} - \alpha_{tw2} = 0.0209144 \text{ rad}$$

Рачунамо разлику:

$$\delta_2 = \text{inv} \alpha_{tw2} - \text{inv} \alpha_{tw} = 1.018\text{E-}06 \text{ rad} < \delta_{doz} = 10^{-5}$$

Дакле угао додирнице је: $\alpha_{tw} = 0.389166 \text{ rad}$

Да је израчуната разлика била мања од дозвољене, пробали бисмо са првим већим углом по једначини:

$$\alpha_{tw2} = \alpha_{tw1} + \frac{\delta_1}{\text{tg}^2 \alpha_{tw1}} \quad \text{И радимо док израчуната разлика не буде мања од дозвољене}$$

Пречници кинематских кружница:

$$d_{w1} = d_1 \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tw}} = 127.382 \text{ mm} \quad r_{w1} = 63.691 \text{ mm}$$

$$d_{w2} = d_2 \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tw}} = 254.765 \text{ mm} \quad r_{w2} = 127.382 \text{ mm}$$

Осно растојање зупчаника:

$$a = r_{w1} + r_{w2} = 191.074 \text{ mm}$$

Коефицијенти помјерања профила у равни нормалној на бокове зубаца:

$$x_{n1} = \frac{x_{t1}}{\cos \beta} = 0.401528$$

$$x_{n2} = \frac{x_{t2}}{\cos \beta} = 0.200764$$

Пречници подножних кружница:

$$d_{f1} = d_1 - 2 \cdot m_n (1 + C_{ao} - x_{n1}) = 116.993 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2 \cdot m_n (1 + C_{ao} - x_{n2}) = 240.463 \text{ mm}$$

Усваја се $C_{ao} = 0.25$

Пречници тјемених кружница:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m_n \cdot (1 + x_{n1}) = 139.493 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m_n \cdot (1 + x_{n2}) = 262.963 \text{ mm}$$

усваја се:

$$\begin{array}{llll} d_{a1} = & 140 & \text{h8 mm} & r_{a1} = & 70 & \text{mm} \\ d_{a2} = & 263 & \text{h8 mm} & r_{a2} = & 131.5 & \text{mm} \end{array}$$

Радони кораци:

$$p_n = \pi \cdot m_n = 15.708 \text{ mm}$$

$$p_t = \pi \cdot m_t = 15.768 \text{ mm}$$

Основни корак:

$$p_{bt} = p_t \cdot \cos \alpha_t = 14.810 \text{ mm}$$

Активна дужина додирнице:

$$g_\alpha = \sqrt{r_{a1}^2 - r_{b1}^2} + \sqrt{r_{a2}^2 - r_{b2}^2} - a \cdot \sin \alpha_{tw} = 23.610 \text{ mm} \quad g_\alpha = 24 \text{ mm}$$

Степен спрезања профила:

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{g_{\alpha}}{p_{bt}} = 1.594$$

Степен спрезања бочних линија:

$$\varepsilon_{\beta} = \frac{b \cdot \sin \beta}{m_n \cdot \pi} = 0.422$$

Укупан степен спрезања:

$$\varepsilon_{\gamma} = \varepsilon_{\alpha} + \varepsilon_{\beta} = 2.016$$

Мјере прекозубаца:

$$w_1 = m_n \cdot \cos \alpha_n \cdot [\pi \cdot (z_{w1} - 0,5) + z_1 \cdot \text{inv} \alpha_t] + 2 \cdot x_{n1} \cdot m_n \cdot \sin \alpha_n = 54.805 \text{ mm}$$

$$w_2 = m_n \cdot \cos \alpha_n \cdot [\pi \cdot (z_{w2} - 0,5) + z_2 \cdot \text{inv} \alpha_t] + 2 \cdot x_{n2} \cdot m_n \cdot \sin \alpha_n = 85.410 \text{ mm}$$

$$z_{w1} = \frac{z_1}{\pi} \cdot \left(\frac{\text{tg} \alpha_{tx1}}{\cos^2 \beta_b} - \text{inv} \alpha_t \right) - \frac{2 \cdot x_{t1} \cdot \text{tg} \alpha_t}{\pi} + 0,5 = 3.93$$

$$z_{w2} = \frac{z_2}{\pi} \cdot \left(\frac{\text{tg} \alpha_{tx2}}{\cos^2 \beta_b} - \text{inv} \alpha_t \right) - \frac{2 \cdot x_{t2} \cdot \text{tg} \alpha_t}{\pi} + 0,5 = 6.45$$

$$\text{tg} \alpha_{tx1} = \frac{1}{\cos \alpha_t} \cdot \sqrt{\sin^2 \alpha_t + 4 \cdot \frac{x_{t1}}{z_1} \cdot \left(1 + \frac{x_{t1}}{z_1} \right)} = 0.455184$$

$$\text{tg} \alpha_{tx2} = \frac{1}{\cos \alpha_t} \cdot \sqrt{\sin^2 \alpha_t + 4 \cdot \frac{x_{t2}}{z_2} \cdot \left(1 + \frac{x_{t2}}{z_2} \right)} = 0.389483$$

Угао нагиба боичне линије на основном кругу:

$$\sin \alpha_t = \frac{\sin \alpha_n}{\cos \beta_b} \Rightarrow \cos \beta_b = \frac{\sin \alpha_n}{\sin \alpha_t} = 0.996641 \quad \beta_b = 0.081991 \text{ rad}$$

$$\beta_b = 4.697764^{\circ}$$

Мјерни број прекозубаца се заокружује на ближи цео број:

$$z_{w1} = 4$$

$$z_{w2} = 6$$

Мјера преко $z_{w1} = 4$ зупца износи $w_1 = 54.805 \text{ mm}$

Мјера преко $z_{w2} = 6$ зубаца износи $w_2 = 85.410 \text{ mm}$

Толеранције зупчаника:

Према ЈУС М.С1.031...36 и одговарајућим ISO стандардима за модул $m_n =$ mm и преносни однос $u =$ и квалитет $IT7$ одређујемо:

Одступања мере прекозубаца из Т 7.175 имамо:

$$A_{w1g} = mm$$

$$A_{w2g} = mm$$

$$A_{w1d} = mm$$

$$A_{w2d} = mm$$

Бочни зазор, за збир помјерања профила различит од нуле $x_1 + x_2 \neq 0$ ачуна:

$$j_n = 2 \cdot A_a \sin \alpha_{tw} \cdot \cos \beta_b - (A_{w1} + A_{w2}) \quad j_{ng} = mm$$

$$j_n = \dots mm \quad j_{nd} = mm$$

Одступања осног растојања из Т 7.176:

$$A_{ag} = mm$$

$$A_{ad} = mm$$

Дозвољена укупна радијална одступања из Т 7.178:

$$F_i'' = mm$$

Дозвољена појединачна радијална одступања из Т 7.179:

$$f_i'' = mm$$

Дозвољена одступања бочних линија зубаца из Т 7.172:

$$T_\beta = mm$$

Дозвољено одступање центричности из Т 7.173:

$$T_r = mm$$

Дозвољено одступање еволвентних профила из Т 7.171:

$$T_{ev} = mm$$

Дозвољена одступања подеоног корака из Т 7.169:

$$A_{t0} = \pm mm$$

Дозвољена одступања основног корака: $A_{t\beta} = A_{t0} \cdot \cos \beta = \pm mm$

МОДЕЛИРАЊЕ ЕВОЛВЕНТЕ МАЛОГ ЗУПЧАНИКА

лучна дебљина зупца на подеоној кружници у главном пресеку:

$$S_t = m_t \cdot (0,5 \cdot \pi + 2 \cdot x \cdot \operatorname{tg} \alpha_t) = 9.351 \text{ mm}$$

угао крајњих тачака лучне дебљине зупца на подеоној кружници у главном пресеку:

$$\alpha_t = \frac{2 \cdot S_t}{d_1} = 0.149 \text{ rad} \quad \alpha_t = 8.540^\circ$$

лучна дебљина зупца на основној кружници у главном пресеку:

$$S_{bt} = d_{b1} \cdot \left(\frac{S_t}{d_1} + \operatorname{inv} \alpha_t \right) = 10.559 \text{ mm}$$

угао крајњих тачака лучне дебљине зупца на основној кружници у главном пресеку:

$$\alpha_{bt} = \frac{2 \cdot S_{bt}}{d_{b1}} = 0.179 \text{ rad} \quad \alpha_{bt} = 10.266^\circ$$

за случај највећег полупречника темене кружнице имамо нулту дебљину зупца:

$$\operatorname{inv} \alpha_{a \max} = \left(\frac{S_t}{d_1} \right) + \operatorname{inv} \alpha_t = 0.089591 \text{ rad}$$

еволвентни угао се одређује:

$$\text{Из Т 7.164 бирамо врједност: } k = 2.6 \quad \alpha_{a \max 1} = \sqrt[3]{k \cdot \operatorname{inv} \alpha_{a \max}} = 0.615289 \text{ rad}$$

$$\operatorname{inv} \alpha_{a \max 1} = \operatorname{tg} \alpha_{a \max 1} - \alpha_{a \max 1} = 0.091532 \text{ rad}$$

$$\text{грешка: } \delta_1 = \operatorname{inv} \alpha_{a \max 1} - \operatorname{inv} \alpha_{a \max} = 0.001940817 \text{ rad}$$

$$\text{дозвољена грешка: } \delta_{doz} = 10^{-5}$$

$$\text{друга приближна вредност: } \alpha_{a \max 2} = \alpha_{a \max 1} - \frac{\delta_1}{\operatorname{tg}^2 \alpha_{a \max 1}} = 0.611404 \text{ rad}$$

$$\operatorname{inv} \alpha_{a \max 2} = \operatorname{tg} \alpha_{a \max 2} - \alpha_{a \max 2} = 0.0896069 \text{ rad}$$

$$\text{грешка: } \delta_2 = \operatorname{inv} \alpha_{a \max 2} - \operatorname{inv} \alpha_{a \max} = 1.5923\text{E-}05 \text{ rad}$$

$$\text{трећа приближна вредност: } \alpha_{a \max 3} = \alpha_{a \max 2} - \frac{\delta_2}{\operatorname{tg}^2 \alpha_{a \max 2}} = 0.611372 \text{ rad}$$

$$\operatorname{inv} \alpha_{a \max 3} = \operatorname{tg} \alpha_{a \max 3} - \alpha_{a \max 3} = 0.089591 \text{ rad}$$

$$\text{грешка: } \delta_3 = \operatorname{inv} \alpha_{a \max 3} - \operatorname{inv} \alpha_{a \max} = 1.098\text{E-}09 \text{ rad}$$

$$\alpha_{a \max} = 0.6113719 \text{ rad}$$

$$r_{a \max 1} = r_1 \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{a \max}} = \frac{d_1}{2} \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{a \max}} = 71.964 \text{ mm}$$

угао за поклапање зупца гоњеног и међузубља погонског зупчаника:

$$\alpha_{pokl1} = \frac{\frac{b_1}{2} \cdot \operatorname{tg} \beta}{\frac{d_1}{2}} = 0.055780 \text{ rad} \quad \alpha_{pokl1} = 3.196^\circ \quad r_{w1} = \frac{d_{w1}}{2} = 63.691 \text{ mm}$$

$$\alpha_{pokl2} = \frac{\frac{b_2}{2} \cdot \operatorname{tg} \beta}{\frac{d_2}{2}} = 0.026495 \text{ rad} \quad \alpha_{pokl2} = 1.518^\circ \quad r_{w2} = \frac{d_{w2}}{2} = 127.382 \text{ mm}$$

Угао половине корака погонског зупчаника:

$$\frac{\alpha_{pt}}{2} = \frac{p_t}{d_1} = 0.1256637 \text{ rad}$$

$$\frac{\alpha_{pt}}{2} = \frac{p_t}{d_1} = 7.2^\circ$$

МОДЕЛИРАЊЕ ЕВОЛВЕНТЕ ВЕЛИКОГ ЗУПЧАНИКА

лучна дебљина зупца на подеоној кружности у главном пресеку:

$$S_t = m_t \cdot (0,5 \cdot \pi + 2 \cdot x \cdot \operatorname{tg} \alpha_t) = 8.617 \text{ mm}$$

угао крајњих тачака лучне дебљине зупца на подеоној кружности у главном пресеку:

$$\alpha_t = \frac{2 \cdot S_t}{d_2} = 0.069 \text{ rad} \quad \alpha_t = 3.935^\circ$$

лучна дебљина зупца на основној кружности у главном пресеку:

$$S_{bt} = d_{b2} \cdot \left(\frac{S_t}{d_2} + \operatorname{inv} \alpha_t \right) = 11.646 \text{ mm}$$

угао крајњих тачака лучне дебљине зупца на основној кружности у главном пресеку:

$$\alpha_{bt} = \frac{2 \cdot S_{bt}}{d_{b2}} = 0.099 \text{ rad} \quad \alpha_{bt} = 5.662^\circ$$

за случај највећег полупречника темене кружности имамо нулту дебљину зупца:

$$\operatorname{inv} \alpha_{a \max} = \left(\frac{S_t}{d_2} \right) + \operatorname{inv} \alpha_t = 0.049406 \text{ rad}$$

еволвентни угао се одређује:

$$\text{Из Т 7.164 бирамо врједност: } k = 2.7 \quad \alpha_{a \max 1} = \sqrt[3]{k \cdot \operatorname{inv} \alpha_{a \max}} = 0.510955 \text{ rad}$$

$$\operatorname{inv} \alpha_{a \max 1} = \operatorname{tg} \alpha_{a \max 1} - \alpha_{a \max 1} = 0.049658 \text{ rad}$$

$$\text{грешка: } \delta_1 = \operatorname{inv} \alpha_{a \max 1} - \operatorname{inv} \alpha_{a \max} = 0.000252 \text{ rad}$$

$$\text{дозвољена грешка: } \delta_{doz} = 10^{-5}$$

$$\text{друга приближна вредност: } \alpha_{a \max 2} = \alpha_{a \max 1} - \frac{\delta_1}{\operatorname{tg}^2 \alpha_{a \max 1}} = 0.510154 \text{ rad}$$

$$\operatorname{inv} \alpha_{a \max 2} = \operatorname{tg} \alpha_{a \max 2} - \alpha_{a \max 2} = 0.0494069 \text{ rad}$$

$$\text{грешка: } \delta_2 = \operatorname{inv} \alpha_{a \max 2} - \operatorname{inv} \alpha_{a \max} = 4.72\text{E-}07 \text{ rad}$$

$$\text{трећа приближна вредност: } \alpha_{a \max 3} = \alpha_{a \max 2} - \frac{\delta_2}{\operatorname{tg}^2 \alpha_{a \max 2}} = 0.510152 \text{ rad}$$

$$\operatorname{inv} \alpha_{a \max 3} = \operatorname{tg} \alpha_{a \max 3} - \alpha_{a \max 3} = 0.049406 \text{ rad}$$

$$\text{грешка: } \delta_3 = \operatorname{inv} \alpha_{a \max 3} - \operatorname{inv} \alpha_{a \max} = 1.67\text{E-}12 \text{ rad}$$

$$\alpha_{a \max} = 0.5101523 \text{ rad}$$

$$r_{a \max 2} = r_2 \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{a \max}} = \frac{d_2}{2} \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{a \max}} = 135.054 \text{ mm}$$

Толеранције гоњеног зупчаника:

Према ЈУС М.С1.031...36 и одговарајућим ISO стандардима за модул $m_n = \quad mm$
и преносни однос $u = \quad$ и квалитет $IT7$ одређујемо:

Одступања мере прекозубаца из Т 7.175 имамо:

$$A_{w1g} = \quad mm$$

$$A_{w2g} = \quad mm$$

$$A_{w1d} = \quad mm$$

$$A_{w2d} = \quad mm$$

Бочни зазор, за збир помјерања профила различит од нуле $x_1 + x_2 \neq 0$ на:

$$j_n = 2 \cdot A_a \sin \alpha_{tw} \cdot \cos \beta_b - (A_{w1} + A_{w2}) \quad j_{ng} = \quad mm$$

$$j_n = \quad \dots \quad mm \quad j_{nd} = \quad mm$$

Одступања осног растојања из Т 7.176:

$$A_{ag} = \quad mm$$

$$A_{ad} = \quad mm$$

Дозвољена укупна радијална одступања из Т 7.178:

$$F_i'' = \quad mm$$

Дозвољена појединачна радијална одступања из Т 7.179:

$$f_i'' = \quad mm$$

Дозвољена одступања бочних линија зубаца из Т 7.172:

$$T_\beta = \quad mm$$

Дозвољено одступање центричности из Т 7.173:

$$T_r = \quad mm$$

Дозвољено одступање еволвентних профила из Т 7.171:

$$T_{ev} = \quad mm$$

Дозвољена одступања подеоног корака из Т 7.169:

$$A_{t0} = \pm \quad mm$$

Дозвољена одступања основног корака: $A_{tB\beta} = A_{t0} \cdot \cos \beta = \pm \quad mm$