

Minimální počet zubů pastorku, který je v záběru s ozubeným hřebenem, aby nedocházelo k interferenci se určí z následující rovnice: [33], str. 729

$$z_{min} = \frac{2 \cdot h_a^*}{\sin^2 \alpha} = \frac{2 \cdot 1}{\sin^2(20^\circ)} = 17,1 = 17$$

Zvolený počet zubů pastorku:

$$z_1 = 26$$

Zvolená účinná šířka ozubení:

$$b_w = 1,5 \text{ mm}$$

1.1.2 Rozměry základního profilu ozubení

Rovnice pro výpočet rozměru ozubeného převodu převzato z [33], tab. 13-1 str. 741 (výběr z normy ČSN 01 4607).

Výška hlavy zubu:

$$h_a = m_n = 1,5 \text{ mm}$$

Výška paty zubu:

$$h_f = 1,25 \cdot m_n = 1,25 \cdot 1,5 = 1,875 \text{ mm}$$

Výška zubu:

$$h = h_a + h_f = 1,5 + 1,875 = 3,375 \text{ mm}$$

Hlavová vůle:

$$c_n = 0,25 \cdot m_n = 0,25 \cdot 1,5 = 0,375 \text{ mm}$$

Rozteč:

$$p_n = \pi \cdot m_n = \pi \cdot 1,5 = 4,712 \text{ mm}$$

Tloušťka zubu na roztečné kružnici:

$$s_n = 0,5 \cdot p_n = 0,5 \cdot 4,712 = 2,356 \text{ mm}$$

Šířka zubové mezery:

$$e_n = s_n = 2,356 \text{ mm}$$

Poloměr zaoblení přechodové křivky:

$$p_f = 0,38 \cdot m_n = 0,38 \cdot 1,5 = 0,57 \text{ mm}$$

Základní rozteč:

$$p_b = p_n \cdot \cos(\alpha) = 4,712 \cdot \cos(20^\circ) = 4,428 \text{ mm}$$

1.1.3 Rozměry pastorku

Výpočet rozměrů přímých čelních ozubených kol [33], str. 722

Roztečná kružnice pastorku:

$$d_1 = z_1 \cdot m_n = 26 \cdot 1,5 = 39 \text{ mm}$$

Hlavová kružnice pastorku:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot h_a = 39 + 2 \cdot 1,5 = 42 \text{ mm}$$

Patní kružnice pastorku:

$$d_{f1} = d_1 - 2 \cdot h_f = 39 - 2 \cdot 1,875 = 35,25 \text{ mm}$$

Základní kružnice pastorku:

$$d_{b1} = d_1 \cdot \cos(\alpha) = 39 \cdot \cos(20^\circ) = 36,648 \text{ mm}$$

Průměr valivé kružnice pastorku:

$$d_{w1} = d_1 = 39 \text{ mm}$$

1.1.4 Rozměry kola nahrazující hřeben

Pro pevnostní výpočty se ozubený hřeben nahradí ozubeným kolem o vysokém počtu zubů (1000 zubů) [22]

$$z_2 = 1000$$

Roztečná kružnice kola:

$$d_2 = z_2 \cdot m_n = 1000 \cdot 1,5 = 1\,500 \text{ mm}$$

Hlavová kružnice kola:

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot h_a = 1500 + 2 \cdot 1,5 = 1\,503 \text{ mm}$$

Patní kružnice kola:

$$d_{f2} = d_2 - 2 \cdot h_f = 1500 - 2 \cdot 1,875 = 1\,496,25 \text{ mm}$$

Základní kružnice kola:

$$d_{b2} = d_2 \cdot \cos(\alpha) = 1500 \cdot \cos(20^\circ) = 1\,409,54 \text{ mm}$$

Průměr valivé kružnice kola:

$$d_{w2} = d_2 = 1\,500 \text{ mm}$$

1.1.5 Součinitel záběru

Osová vzdálenost:

$$a_w = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2} = \frac{(26 + 1000) \cdot 1,5}{2} = 769,50 \text{ mm}$$

Součinitel záběru profilu v čelní rovině pro vnější ozubení [33], str. 727:

$$\begin{aligned}\varepsilon_\alpha &= \frac{\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} + \sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - 2 \cdot a_w \cdot \sin(\alpha)}{2 \cdot p_b} \\ &= \frac{\sqrt{42^2 - 36,648^2} + \sqrt{1503^2 - 1409,54^2} - 2 \cdot 769,50 \cdot \sin(20^\circ)}{2 \cdot 4,428} = 1,793\end{aligned}$$

Součinitel záběru kroku:

$$\varepsilon_\beta = 0$$

Celkový součinitel záběru:

$$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta = 1,793 + 0 = 1,793$$

1.2 Pevnostní výpočet

1.2.1 Zatížení

Určení zatížení ozubeného soukolí [33], str. 751

Jmenovitý kroutící moment krokového motoru určený z [15]:

$$M = 34,4 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Obvodová síla kola:

$$F_t = \frac{2M}{d_1} = 1,759 \text{ N}$$

Radiální síla kola:

$$F_r = F_t \cdot \tan(\alpha) = 0,64 \text{ N}$$

Normální síla kola:

$$F_n = \frac{F_t}{\cos(\alpha)} = 1,872 \text{ N}$$

1.2.2 Materiálové charakteristiky

Mez únavy v ohybu [25]:

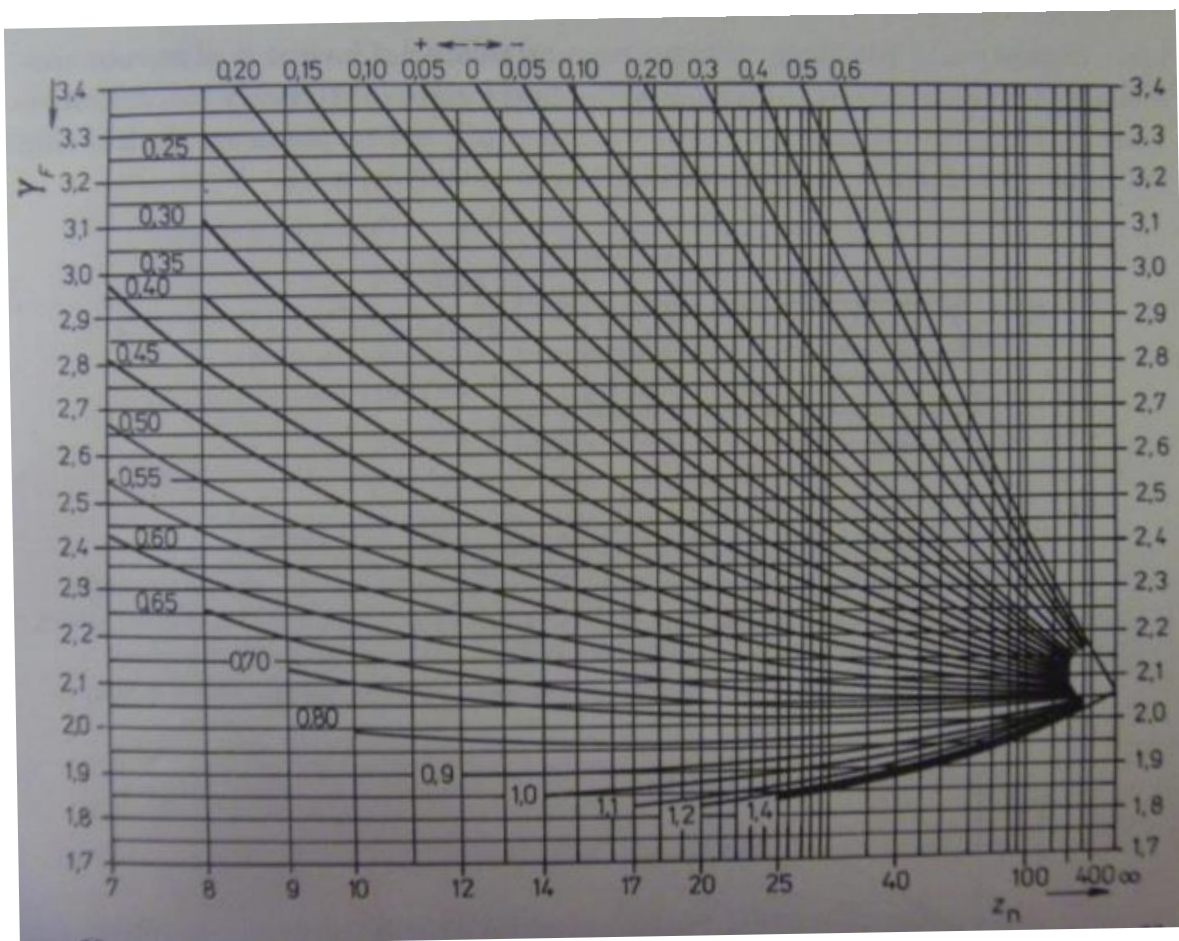
$$\sigma_{FP} = 4,9 \text{ MPa}$$

1.2.3 Kontrola na ohyb v patě zubu

Výpočet ohybového napětí v patě zubu bude vypočten dle ČSN 01 4686. Výpočet je zjednodušený a platí pro čelní ozubená kola s přímým a šikmým ozubením. Výpočet se omezuje na ohybové namáhání v patě zubu. [24]

Součinitel tvaru zubu se odečte z přiloženého grafu viz Obr. 2 [24]

$$Y_F = 2,6$$



Obr. 2 Graf součinitele tvaru zubu [24]

Součinitel vlivu trvání záběru evolventy se spočítá z následující rovnice: [24]

$$Y_\varepsilon = \frac{1}{\varepsilon_\alpha} = \frac{1}{1,793} = 0,558$$

Součinitel sklonu zubu se rovná pro přímé ozubení jedné:

$$Y_{\beta} = 1$$

Ohybové napětí v patě zubu: [24]

$$\sigma_F = \frac{F_t}{m_n \cdot b_w} \cdot Y_F \cdot Y_{\varepsilon} \cdot Y_{\beta} = \frac{1,759}{1,5 \cdot 1,5} \cdot 2,6 \cdot 0,558 \cdot 1 = 1,133 \text{ MPa}$$

Bezpečnost:

$$S_F = \frac{\sigma_{FP}}{\sigma_F} = 4,324$$