

Příloha 1 – Návrh řetězového soukolí

3.2.5 Spojení převodovky a elevátoru

Výpočet dle [13,20].

Výkon na malém řetězovém kole

$$P_1 = P_m \cdot \eta_{12} \cdot \eta_{34}$$

$$P_1 = 4 \cdot 0,98 \cdot 0,98 = 3,84 \text{ kW}$$

Otáčky na malém řetězovém kole

$$n_1 = \frac{n_m}{i_p}$$

$$n_1 = \frac{970}{19,534} = 49,66 \text{ min}^{-1}$$

Převodový poměr i a počet zubů

$$i' = \frac{n_1}{n_b}$$

$$i' = \frac{49,66}{26,192} = 1,9$$

$$z_1' = 29 - 2i'$$

$$z_1' = 29 - 2 \cdot 1,9 = 25,2$$

Volím počet zubů malého řetězového kola $z_1 = 25$.

$$z_2' = i' \cdot z_1$$

$$z_2' = 1,9 \cdot 25 = 47,5$$

Volím počet zubů velkého řetězového kola $z_2 = 47$.

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$

$$i = \frac{47}{25} = 1,88$$

Výsledný převodový poměr i by se neměl od poměru i' lišit o $\pm 3\%$. To zkontrolujeme podmínkou:

$$\left(\frac{i' - i}{i'} \right) \cdot 100 < 3 \%$$

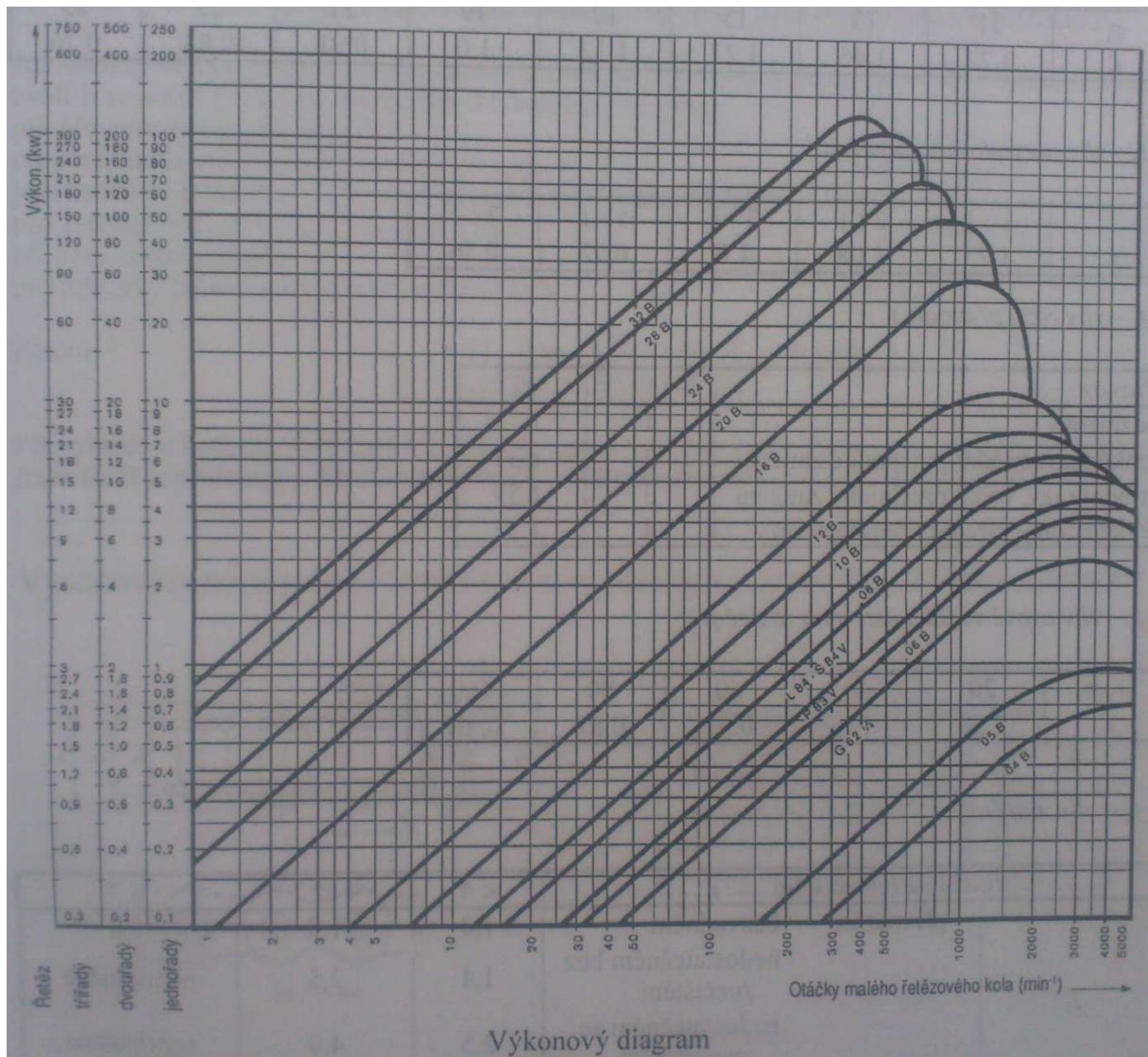
$$\left(\frac{1,9 - 1,88}{1,9} \right) \cdot 100 = 1,05 \% < 3 \%$$

Určení diagramového výkonu a návrh válečkového řetězu

$$P_D = \frac{P_1}{\kappa \cdot \mu}$$

$$P_D = \frac{3,84}{0,92 \cdot 1} = 4,18 \text{ kW}$$

Dle P_D a n_1 volím z diagramu dvouřadý řetěz typu 20B.



Výkonový diagram [13]

Osová vzdálenost a prověrka navrženého řetězu

Volím osovou vzdálenost $a = 20t$

Pro další výpočty se zavádí poměrná osová vzdálenost a_t .

$$a_t = \frac{a}{t}$$

$$a_t = \frac{20t}{t} = 20$$

Kde: t - rozteč řetězu

Je-li $a < 40t$, musíme navržený řetěz prověřit na tzv. „korigovaný tabulkový výkon“ P_D^* .



$$P_D^* = \frac{P_D}{\rho}$$

$$P_D^* = \frac{4,18}{0,85} = 4,92 \text{ kW}$$

Dle P_D a n_1 stále vychází typ řetězu dvouřadý 20B.

$$a_{min} = 0,2 \cdot z_1 \cdot t \cdot (i + 1)$$

$$a_{min} = 0,2 \cdot 25 \cdot 31,75 \cdot (1,88 + 1) = 457,2 \text{ mm}$$

$$a_{max} = 80t$$

$$a_{max} = 80 \cdot 31,75 = 2540 \text{ mm}$$

Kde: a_{min} – minimální osová vzdálenost

a_{max} - maximální osová vzdálenost

Odečtení hodnot pro daný typ řetězu (dvojnásobné hodnoty z důvodu použití dvouřadého řetězu).

- Průmět nosné plochy kloubů - $S = 2 \cdot 295 = 590 \text{ mm}^2$
- Síla na přetržení řetězu - $F_{pt} = 2 \cdot 87300 = 174\,600 \text{ N}$
- Hmotnost 1 m řetězu - $q = 2 \cdot 3,64 = 7,28 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$

Roztečné průměry malého a velkého řetězového kola

$$d_1 = \frac{t}{\frac{\sin \pi}{z_1}}$$

$$d_1 = \frac{31,75}{\frac{\sin \pi}{25}} = 253,325 \text{ mm}$$

$$d_2 = \frac{t}{\frac{\sin \pi}{z_2}}$$

$$d_2 = \frac{31,75}{\frac{\sin \pi}{47}} = 475,352 \text{ mm}$$

Poměrná délka řetězu a úprava osově vzdálenosti

$$L_t = 2 \cdot a_t \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{1}{a_t}$$

$$L_t = 2 \cdot 20 \cdot \frac{25 + 47}{2} + \left(\frac{47 - 25}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{1}{20} = 76,6 \text{ mm}$$

Volím $L_t^* = 77 \text{ mm}$.



$$a^* = \frac{t}{4} \left[\left(L_t^* - \frac{z_1 + z_2}{2} \right) + \sqrt{\left(L_t^* + \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right]$$

$$a^* = \frac{31,75}{4} \left[\left(77 - \frac{25 + 47}{2} \right) + \sqrt{\left(77 + \frac{25 + 47}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{47 - 25}{2\pi} \right)^2} \right] = 1\,218,924 \text{ mm}$$

$$a_M = (0,998 \div 0,996) \cdot a^*$$

$$a_M = (0,998 \div 0,996) \cdot 1\,218,924 = 1\,216,5 \div 1\,214,1 \text{ mm}$$

Obvodová rychlost řetězu

$$v_1 = \frac{z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 10^3}$$

$$v_1 = \frac{25 \cdot 31,75 \cdot 49,66}{60 \cdot 10^3} = 0,657 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_D \doteq 7,3 \sqrt{\frac{z_1}{t}}$$

$$v_D = 7,3 \sqrt{\frac{25}{31,75}} = 6,48 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_1 \leq v_D$$

$$0,657 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \leq 6,48 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Obvodová rychlost je menší než dovolená rychlost a vyhovuje tedy podmínce.

Výsledná síla v tažné větvi

$$F = F_t + F_c = \frac{1\,000 \cdot P_1}{v_1} + q \cdot v_1^2$$

$$F = \frac{1\,000 \cdot 3,84}{0,657} + 7,25 \cdot 0,657^2 = 5\,851 \text{ N}$$

Frekvence rázů

$$f = 4 \cdot \frac{z_1 \cdot n_1}{60 \cdot L_t^*}$$

$$f = 4 \cdot \frac{25 \cdot 49,66}{60 \cdot 77} = 1,075$$

$$f_D \doteq \frac{508}{t}$$

$$f_D = \frac{508}{31,75} = 16$$

$$f \leq f_D$$

$$1,075 \leq 16$$



Frekvence rázů je menší než dovolená frekvence a vyhovuje tak dané podmínce.

Výsledná síla namáhající hřídele

$$V \doteq 1,15 \cdot F$$

$$V = 1,15 \cdot 5\,851 = 6\,729\text{ N}$$

Úhel sklonu

$$\delta = \arcsin\left(\frac{d_2 - d_1}{2 \cdot a_m}\right)$$

$$\delta = \arcsin\left(\frac{475,35 - 253,33}{2 \cdot 1\,215}\right) = 0,091\,6$$

Výsledná tečná síla řetězového kola

$$F_{VRx} = V \cdot \cos \delta$$

$$F_{VRx} = 6\,729 \cdot \cos 0,091\,6 = 6\,700,63\text{ N}$$

Výsledná radiální síla řetězového kola

$$F_{VRy} = V \cdot \sin \delta$$

$$F_{VRy} = 6\,729 \cdot \sin 0,091\,6 = 615,29\text{ N}$$

3.2.5.1 Pevnostní kontroly řetězu

Kontrola výpočtového tlaku v kloubech

$$p_V = \frac{F}{S}$$

$$p_V = \frac{5851}{590} = 9,9\text{ MPa}$$

$$p_D = p \cdot \lambda$$

$$p_D = 27 \cdot 0,58 = 15,66\text{ MPa}$$

$$p_V \leq p_D$$

$$9,9\text{ MPa} \leq 15,66\text{ MPa}$$

Výpočtový tlak v kloubech je menší než dovolený tlak v kloubech a vyhovuje tedy dané podmínce.

Kde: p - tabulkový dovolený tlak

λ - činitel tření

p_D - dovolený korigovaný tlak

Kontrola statické pevnosti v tahu

$$k_s = \frac{F_{Pt}}{F} \geq k_{smin}$$



$$k_s = \frac{174\,600}{5\,851} = 29,84 \geq 7$$

Kontrola dynamické pevnosti v tahu

$$k_d = \frac{F_{Pt}}{Y \cdot F} \geq k_{dmin}$$

$$k_d = \frac{174\,600}{2 \cdot 5\,851} = 14,92 \geq 5$$

Řetěz vyhovuje pevnostním kontrolám.