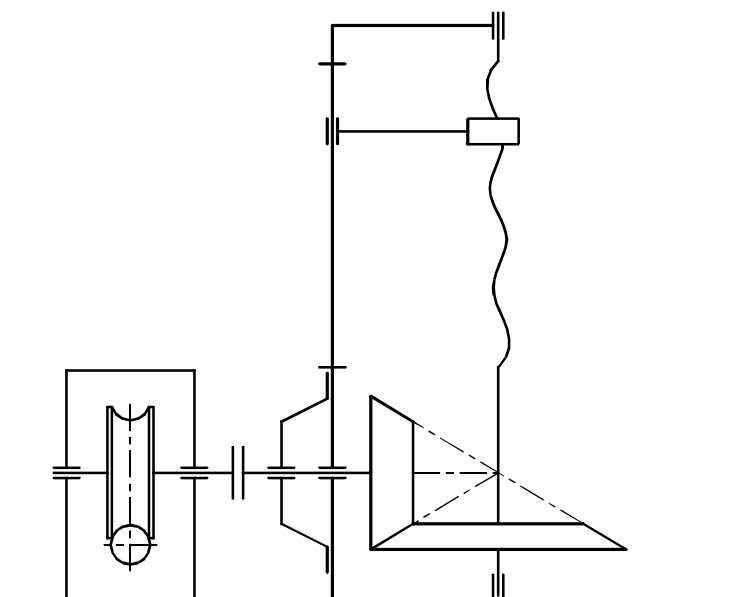


ISPIT IZ »ELEMENTI KONSTRUKCIJA III«

Kulisa K pogoni se lijevovojnim trapeznim navojem Tr 48x24 (P8) koji dobiva pogon od para koničnih zupčanika i pužnog prijenosnika.



Poznati su slijedeći podaci:

- snaga elektromotora; $P_{EM}=2,5$ kW;
- brzina vrtnje elektromotora; $n_{EM}=47,3$ s⁻¹;
- potrebna brzina kulise K; $v_K=0,015$ m/s;
- prijenosni omjer pužnog prijenosnika $i_p=30$
- pužni vijak izrađen iz čelika za poboljšavanje (nije brušen), promjera $d_{m1}=50$ mm;
- pužno kolo izrađeno iz CuSn legure, promjera $d_2=150$ mm;
- pužni prijenosnik nije prinudno hlađen;
- pužni vijak je desnovojan;
- prijenos nije samokočan;
- trajnost pogona 10 %;
- broj zubi manjeg stožnika je $z_3=16$;
- ukupni stupanj korisnog djelovanja $\eta_k=0,24$;
- stupanj korisnog djelovanja spojke $\eta_s=0,98$;
- stupanj korisnog djelovanja ležaja $\eta_L=0,99$;

TREBA IZRAČUNATI ODNOSNO ODREDITI:

1. Masu koja se može dizati kulisom K.
2. Modul pužnog para te izvršiti kontrolu prema dopuštenom zagrijavanju.
3. Orijentacijski modul stožnika ($= 7$; materijal zupčanika je Č 1731, potrebna sigurnost 1,5).
4. Aksonometrijski skicirati vratilo pužnog kola i koničnog zupčanika sa ucrtanim smjerom rotacije i silama koje djeluju za slučaj dizanja tereta.

Vrijeme za izradu: 1 sat i 45 min.

$$P_{EM} = 2,5 \text{ kW}$$

$$n_{EM} = 47,3 \text{ s}^{-1}$$

$$v_K = 0,015 \text{ m/s}$$

$$i_p = 30$$

$$d_{m1} = 50 \text{ mm}, \text{ čelik za poboljšavanje, nije brušen}$$

$$d_2 = 150 \text{ mm}, \text{ CuSn legura}$$

prijenosnik nije prinudno hlađen

desnovojni pužni vijak

samokočan sistem

$$TP = 10 \%$$

$$z_3 = 16$$

$$\eta_{uk} = 0,24$$

$$\eta_s = 0,98$$

$$\eta_L = 0,99$$

1. Masa koja se može dizati kulisom

$$P_K = P_{EM} \cdot \eta_{uk} = 2,5 \cdot 0,24 = 0,6 \text{ kW}$$

$$P_K = F_K \cdot v_K$$

$$m_K = \frac{F_K}{g} = \frac{P_K}{g \cdot v_K} = \frac{P_{EM} \cdot \eta_{EM}}{g \cdot v_K} = \frac{2,5 \cdot 0,24}{9,81 \cdot 0,015} = 4,1 \text{ t}$$

2. Modul pužnog para

[1] 439.1

$$i_p = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{m \cdot z_1}$$

$$m = \frac{d_2}{i_p \cdot z_1} = \frac{150}{30 \cdot 1} = 5 \text{ mm}$$

Proračun dopuštene snage prema zagrijavanju [1] str. 417

$$S_T = \frac{t_{dop}}{t_{max}} \approx \left(\frac{a}{100} \right)^2 \cdot \frac{q_1 \cdot q_2 \cdot q_3 \cdot q_4}{1,36 \cdot P_1} = \left(\frac{a}{100} \right)^2 \cdot \frac{q_1 \cdot q_2 \cdot q_3 \cdot q_4}{1,36 \cdot P_{EM} \cdot \eta_L^2} \geq 1$$

$$a = \frac{d_{m1} + d_2}{2} = \frac{50 + 150}{2} = 100 \text{ mm}$$

$$q_1 = \left(1 + \frac{y}{1+y} \right) \cdot \left(\frac{100}{TP} + y \right)$$

$$y = 1,45 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{n_1}{1000} \right)^2} = 1,45 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{47,3 \cdot 60}{1000} \right)^2} = 2,91$$

$$q_1 = \left(1 + \frac{2,91}{1+2,91} \right) \cdot \left(\frac{100}{10} + 2,91 \right) = 22,5$$

$$q_2 = f \left(\frac{n_1}{n_2} = 30 \right) = 0,52$$

[1] 418.1

$$q_3 = f(\check{C}, \text{poboljšan, nebrušen} - \text{CuSn}) = 0,67$$

[1] 418.2

$$q_4 = 1$$

$$S_T = \left(\frac{100}{100} \right)^2 \cdot \frac{22,5 \cdot 0,52 \cdot 0,67 \cdot 1}{1,36 \cdot 2,5 \cdot 0,99^2} = 2,35 > 1$$

3. Orientacijski modul stožnika

[1] str. 325

$$m \geq 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{i_v + 1}{i_v} \cdot \frac{T_{3\max} \cdot \cos^2 \delta_3}{z_3^2 \cdot \lambda \cdot \sigma_{HP}^2} \cdot Z_M^2 \cdot Z_{HV}^2 \cdot Z_{EV}^2}$$

$$i_v = i_s \cdot \frac{\cos \delta_3}{\cos \delta_4}$$

$$i_{uk} = \frac{n_{EM}}{v_K} = \frac{47,3}{0,015} = 3153 \text{ o/m}$$

$$i_{uk} = i_p \cdot i_s \cdot i_K$$

$$i_s = \frac{i_{uk}}{i_p \cdot i_K}$$

$$i_K = \frac{1}{0,024} \text{ o/m}$$

$$i_s = \frac{3153 \cdot 0,024}{30} = 2,52$$

$$z_4 = i_s \cdot z_3 = 2,52 \cdot 16 = 40$$

$$i_s = 2,5$$

$$\tan \delta_3 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{16}{40} = 0,4$$

$$\delta_3 = 21,80^\circ$$

$$\delta_4 = 90^\circ - \delta_3 = 90^\circ - 21,80^\circ = 68,20^\circ$$

$$\lambda = 7$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Č 1731} \\ S_K = 1,5 \end{array} \right\} \sigma_{HP} = \frac{\sigma_{Hlim}}{S_H} = \frac{620}{1,5} = 410 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{Hlim} = 620 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

[1] 169.1

$$Z_M = f(\text{čelik/čelik}) = 190 \sqrt{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

[1] 179.1

$$\left. \begin{array}{l} Z_H = 2,5 \\ Z_\varepsilon = 1 \end{array} \right\} \text{orientacijski}$$

$$i_v = i_s^2 = 2,5^2 = 6,25$$

$$\tan \gamma_m = \frac{m \cdot z_1}{d_{m1}} = \frac{5 \cdot 1}{50} = 0,1$$

$$\gamma_m = 5,71^\circ$$

$$\alpha_n = 20^\circ$$

$$v_1 = d_{m1} \cdot \pi \cdot n_1 = 0,05 \cdot \pi \cdot 47,3 = 7,43 \text{ m/s}$$

$$v_k = \frac{v_1}{\cos \gamma_m} = \frac{7,43}{\cos 5,71^\circ} = 7,47$$

$$\eta_p = f(v_k = 7,43; \gamma_m = 5,71^\circ) = 0,85$$

$$P_{z_3} = P_{EM} \cdot \eta_p \cdot \eta_s \cdot \eta_L^6 = 2,5 \cdot 0,85 \cdot 0,98 \cdot 0,99^6 = 1,96 \text{ kW}$$

$$T_{z_3} = \frac{P_{z_3}}{\omega_{z_3}} = \frac{P_{z_3}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n_{EM}}{i_p}} = \frac{1,96 \cdot 10^3 \cdot 30}{2 \cdot \pi \cdot 47,3} = 198 \text{ Nm}$$

$$T_{3\max} = T_3 \cdot K_A$$

$$K_A = 1$$

$$T_{3\max} = T_{z_3} = 198 \text{ Nm}$$

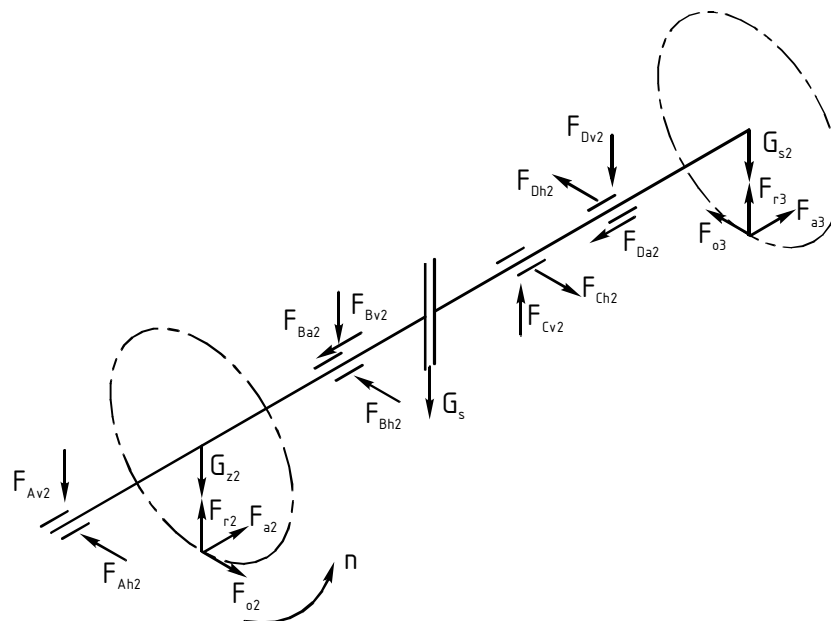
$$m \geq 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{6,25 + 1}{6,25} \cdot \frac{198 \cdot 10^3 \cdot \cos^2 21,80^\circ}{16^2 \cdot 7 \cdot 410^2} \cdot 190^2 \cdot 2,5^2 \cdot 1^2} = 10,6 \text{ mm}$$

$$m = 11 \text{ mm}$$

[1] 130.1

[1] 8.1

4. Aksiometrijska skica vratila pužnog kola i stožnika



Literatura

[1] E. Oberšmit, "Ozubljenja i zupčanici", SNL, Zagreb 1982