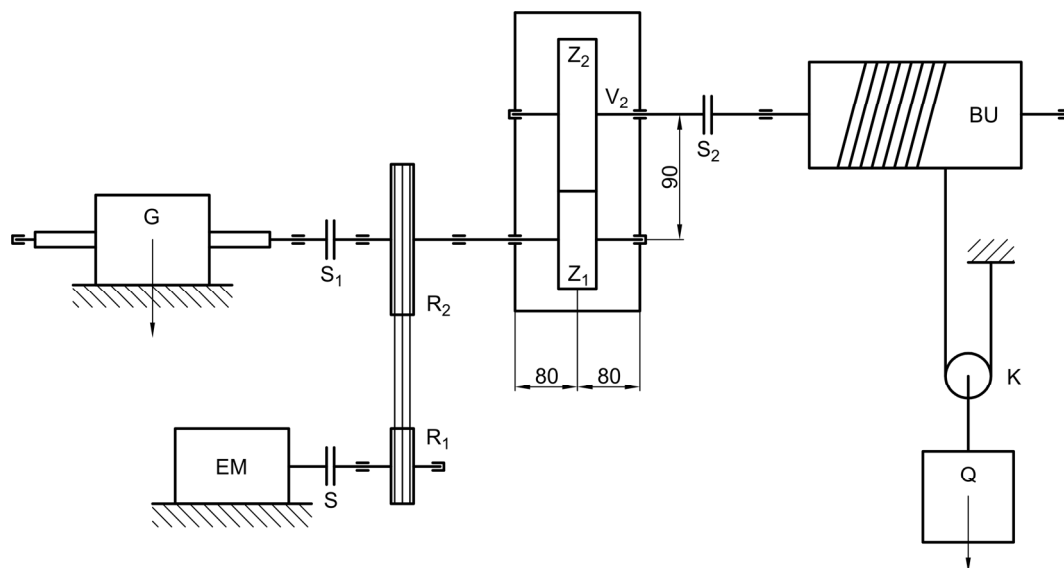


ISPIT IZ ELEMENATA STROJEVA – Numerički dio

Elementi strojeva i Elementi konstrukcija



Uređaj prikazan na slici, pomoću elektromotora EM i spojke S, te preko remenskog prijenosnika s klinastim remenima $R_1 - R_2$, spojke S_1 i trapeznog vretena kontinuirano pokreće teret G. U trenutku kad se spojka S_2 uključi, uređaj osim pokretanja tereta G, diže i teret Q preko zupčanog prijenosnika $Z_1 - Z_2$, bubnja BU i koloture K. Faktor trenja između tereta G i podloge, μ iznosi 0,25.

ZADANO:

Remenski prijenos $R_1 - R_2$:	prijenosni omjer	$i_R = 3$
	ukupni korekcijski faktor	$C = 1,25$
	faktor korisnog učinka	$\eta_R = 0.96$
Zupčani prijenos $Z_1 - Z_2$:	prijenosni omjer	$i_Z = 3,285$
	kut zahvatne crte	$\alpha = 20^\circ$
	faktor vanjskih dinamičkih opterećenja	$K_I = 1,25$
	broj zuba manjeg zupčanika	$z_1 = 14$
	faktor korisnog učinka	$\eta_Z = 0,98$
Vreteno:	navoj vretena	Tr36x6(P3)
	faktor trenja	$\mu_{Vr} = 0,08$
Klizač G:	težina	$G = 150000 \text{ N}$
	brzina	$v = 100 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$
Teret Q:	težina tereta	$Q = 6000 \text{ N}$

Bubanj BU:	promjer bubnja	$d_{BU} = 250 \text{ mm}$
	trenje na bubnju i koloturi zanemariti	
Faktor korisnog učinka:	spojke	$\eta_S = 0,96$
	ležaja (po ležaju)	$\eta_L = 0,99$

U zadatku treba izračunati odnosno odrediti sljedeće:

1. Potrebna snaga i brzina vrtnje elektromotora.
2. Za tako izračunanu snagu odrediti maksimalnu težinu tereta G , koju uređaj može pokretati, u slučaju da je isključena spojka S_2 .
3. Broj klinastih remena, s tim da je promjer manje remenice izabran za remen oznake B 17x11.
4. Modul prijenosnika $Z_1 - Z_2$, te na osnovu njega izračunati dimenzije oba zupčanika.
5. Izometrijska skica opterećenja elemenata na vratilu V_2 te skice opterećenja u horizontalnoj i vertikalnoj ravnini za slučaj dizanja tereta Q . Izračunati sve aktivne sile na tom vratilu kao i reaktivne sile u osloncima.

Vrijeme izrade zadatka: 1sat i 45minuta

Poznati podaci:

$i_R = 3$	$d = 36 \text{ mm}$	$v_G = 0,1 \text{ m/s}$
$C_k = 1,25$	$P = 3 \text{ mm}$	$Q = 6000 \text{ N}$
$\eta_R = 0,96$	$P_h = 6 \text{ mm}$	$d_{BU} = 0,25 \text{ m}$
$\alpha = 20^\circ$	$d_2 = 34,5 \text{ mm}$	$\eta_S = 0,96$
$K_I = 1,25$	$\mu_{vr} = 0,08$	$\eta_L = 0,99$
$\lambda = 25$	$\mu_p = 0,25$	$\gamma_R = 34^\circ$
$z_1 = 14$	$\beta = 30^\circ$	$a = 0,09 \text{ m}$
$\eta_Z = 0,98$	$G = 150000 \text{ N}$	

RJEŠENJE:

1. Snaga i brzina vrtnje elektromotora

$$\varphi = \operatorname{atg}\left(\frac{P_h}{d_2 \cdot \pi}\right) = \operatorname{atan}\left(\frac{6}{34,5 \cdot \pi}\right) = 3,17^\circ$$

$$\rho' = \operatorname{atg}\left(\frac{\mu_{vr}}{\cos\left(\frac{\beta}{2}\right)}\right) = \operatorname{atan}\left(\frac{0,08}{\cos\left(\frac{30^\circ}{2}\right)}\right) = 4,73^\circ$$

$$\eta_{vr} = \frac{\operatorname{tg}(\varphi)}{\operatorname{tg}(\varphi + \rho')} = \frac{\operatorname{tg}(3,17^\circ)}{\operatorname{tg}(3,17^\circ + 4,73^\circ)} = 0,399$$

$$n_{vr} = \frac{v_G}{P_h} = \frac{100}{6} = 16,66 \text{ s}^{-1}$$

$$F_t = G \cdot \mu_p = 150000 \cdot 0,25 = 37500 \text{ N}$$

$$P_G = F_t \cdot v_G = 37500 \cdot 0,1 = 3750 \text{ W}$$

Brzina dizanja tereta

$$n_{BU} = \frac{n_{vr}}{i_Z} = \frac{16,66}{3,285} = 5,07 \text{ s}^{-1}$$

$$v_Q = \frac{d_{BU} \cdot \pi \cdot n_{BU}}{2} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot 5,07}{2} = 1,99$$

Snaga dizanja tereta Q

$$P_Q = Q \cdot v_Q = 6000 \cdot 1,99 = 11954 \text{ W}$$

Snaga elektromotora uslijed tereta G

$$P_{GEM} = \frac{P_G}{\eta_{vr} \cdot \eta_L^6 \cdot \eta_R \cdot \eta_S^2} = \frac{3750}{0,399 \cdot 0,99^2 \cdot 0,96 \cdot 0,96^2} = 11289 \text{ W}$$

Snaga elektromotora uslijed tereta Q

$$P_{QEM} = \frac{P_Q}{\eta_L^{10} \cdot \eta_S^2 \cdot \eta_R \cdot \eta_Z} = \frac{11954}{0,99^{10} \cdot 0,96^2 \cdot 0,96 \cdot 0,98} = 15245 \text{ W}$$

Ukupna snaga elektromotora

$$P_{EM} = P_{GEM} + P_{QEM} = 11289 + 15245 = 26534 \text{ W}$$

Brzina vrtnje elektromotora

$$n_{EM} = n_{vr} \cdot i_R = 16,66 \cdot 3 = 50 \text{ s}^{-1}$$

2. Maksimalna težina tereta kojega uređaj može podići u slučaju da je isključena spojka S₂

$$G_{\max} = \frac{P_{EM} \cdot (\eta_{vr} \cdot \eta_L^6 \cdot \eta_R \cdot \eta_S^2)}{v_G \cdot \mu_p} = \frac{26534 \cdot (0,399 \cdot 0,99^2 \cdot 0,96 \cdot 0,96^2)}{0,1 \cdot 0,25} = 352562 \text{ N}$$

3. Broj klinastih remena za remen B17x11

$$d_{\min} = 125 \text{ mm} \quad (\text{za remen tipa B})$$

$$v_{rem} = d_{\min} \cdot \pi \cdot n_{EM} = 0,125 \cdot \pi \cdot 50 = 19,63 \text{ m/s}$$

$$P_1 = 3450 \text{ W}$$

$$z = \frac{P_{EM} \cdot C_k}{P_1} = \frac{26534 \cdot 1,25}{3475} = 9,55$$

$$z = 10 \text{ (odabrano)}$$

4. Modul i dimenzije zupčanika

$$z_2 = i_Z \cdot z_1 = 3,285 \cdot 14 = 46$$

$$m = \frac{2 \cdot a}{z_1 + z_2} = \frac{2 \cdot 90}{14 + 46} = 3 \text{ mm}$$

$$d_1 = m \cdot z_1 = 3 \cdot 14 = 42 \text{ mm}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 3 \cdot 46 = 138 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m = 42 - 2,5 \cdot 3 = 34,5 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5 \cdot m = 138 - 2,5 \cdot 3 = 130,5 \text{ mm}$$

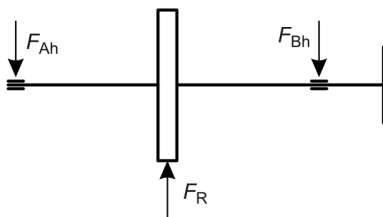
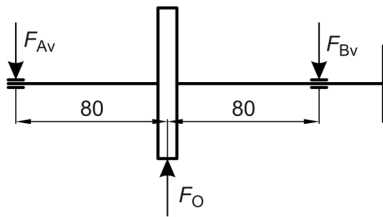
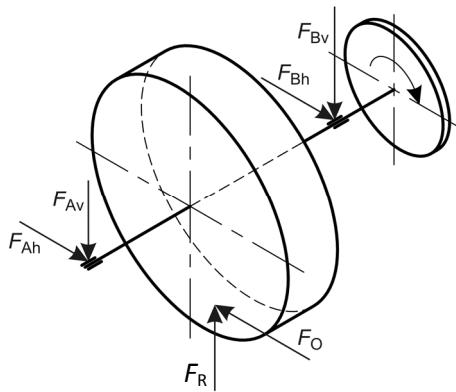
$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 42 + 2 \cdot 3 = 48 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 138 + 2 \cdot 3 = 144 \text{ mm}$$

$$d_{b1} = d_1 \cdot \cos(\alpha) = 42 \cdot \cos(20^\circ) = 39,5 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = d_2 \cdot \cos(\alpha) = 138 \cdot \cos(20^\circ) = 129,7 \text{ mm}$$

5. Skica opterećenja na vratilu V_2 sa izračunom svih aktivnih i reaktivnih sila



$$F_{BU} = \frac{Q}{2} = \frac{6000}{2} = 3000 \text{ N}$$

$$T_{BU} = F_{BU} \cdot \frac{d_{BU}}{2} = 3000 \cdot \frac{0,25}{2} = 375 \text{ Nm}$$

$$T_Z = \frac{T_{BU}}{\eta_S \cdot \eta_L^4} = \frac{375}{0,96 \cdot 0,99^4} = 406,7 \text{ Nm}$$

$$F_O = \frac{T_Z}{d_2} = \frac{406,7}{0,138} = 2947 \text{ N}$$

$$F_R = F_O \cdot \text{tg}(\alpha) = 2946,7 \cdot \text{tg}(20^\circ) = 1072 \text{ N}$$

Sa slike se može vidjeti da je zupčanik Z_2 točno na sredini vratila, pa su reaktivne sile polovice aktivnih sila

$$F_{Ah} = \frac{F_O}{2} = \frac{2947}{2} = 1474 \text{ N}$$

$$F_{Bh} = F_{Ah} = 1474 \text{ N}$$

$$F_{Av} = \frac{F_R}{2} = \frac{1072}{2} = 536 \text{ N}$$

$$F_{Bv} = F_{Av} = 536 \text{ N}$$