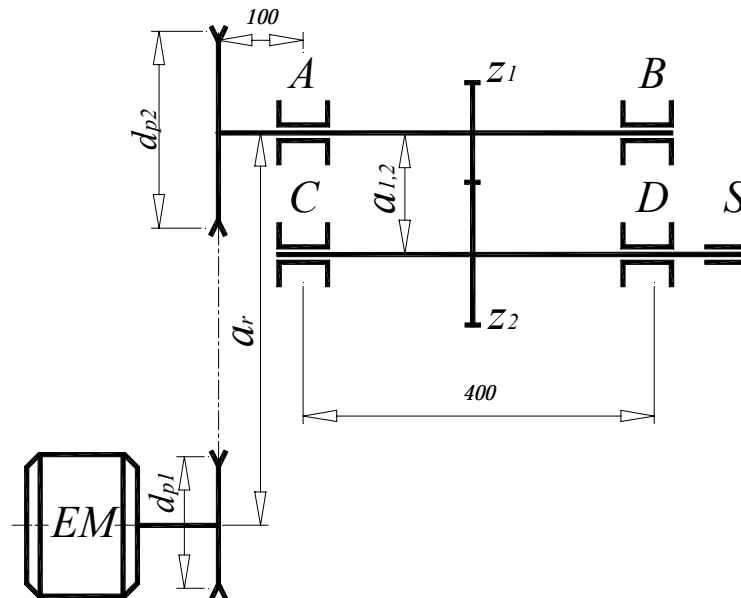


Zad.34

Na slikata je prikazan kombiniran prenosnik sestaven od remen prenosnik so klinesti remeni d_{p1}/d_{p2} in eden precizno izdelan cilindričen zaprežni prenosnik so pravi zapci z_1/z_2 . Material na vratilata je Č.1330, vlečeni se na trkalaški ležaji taševki na trave treba da bide $L = 10000 [h]$, a stopnja na sigurnost na vratilata je $S = 1,5$. Delovna temperatura na ležajih je $\theta = 125^\circ$. Slike in prikazana v vertikalni ravnini.



Sl.34-1 [emat ski prikaz na kombiniran dvostopen redaktor

Poznat i se slednje podatoci:

$P_s = 13,97 [kW]$ – silina toja pri makrutata spojnicata S,

$\eta_L = 0,99$ – stepen na iskoriševanje za eden par trkalaški ležaji taševki,

$n_{em} = 1460 [min^{-1}]$ – zaestevnost na vrteite na elektromotorot,

$n_s = 4,3 [s^{-1}]$ – zaestevnost na vrteite na spojnicata S,

$d_{a1} = 95 [mm]$ – prenik na temeni ot krug na pogonski ot zaprenik,

$z_2 = 56$ – broj zapci na goneti ot zaprenik,

$a_{1,2} = 182,5 [mm]$ – me|uoski no rastojani e na zapresti ot par,

$d_{p2} = 250 [mm]$ – standardna vrednost na prenik ot goneti ot remeni k,

$L_p = 1800 [mm]$ – presmetkovna dolina na klinesti ot remen.

Potrebno e

34.1 da se presmeta potrebna broj klinesti remeni z,

34.2 da se presmeta prenik na vratilot o AB vo potporata A,

34.3 da se izvrši izbor na trkalaško ležajite vo potporata A.

Rešeni e:**34.1 Broj klinest i remeni z**

Spored **12.35** za da se presmeta brojot kl i nesti remeni potrebni se sledni te podatoci :

$$P_{EM} = \frac{P_s}{\eta_l^2 \eta_z \eta_r} = \frac{13,97}{0,99^2 \cdot 0,97 \cdot 0,965} = 15,227 \approx 15,3 [kW] - \text{silina na elektromotorot}$$

$$i = \frac{n_{em}}{n_s} = \frac{1460}{60 \cdot 4,3} = 5,6589147 - \text{vkupen prenosen odnos na kombini rani ot prenosni k.}$$

$$i_s = \frac{z_2}{z_1} = \frac{56}{z_1} - \text{pa od si stemot od dve ravenki so dve nepoznati (} m_n \text{ i } z_2 \text{)}$$

$$d_{a1} = m_n (z_1 + 2) = 95 = m_n (z_1 + 2)$$

$$a_{1,2} = m_n \frac{z_1 + z_2}{2} = 182,5 = m_n \frac{z_1 + 56}{2}$$

se dobi va

$$m_n = 5,0 [mm] \text{ i } z_1 = 17$$

So toa vi stinski ot prenosen odnos na cilindri ~ni ot zap~est par so pravi zapci e

$$i_z = \frac{56}{17} = 3,2941176$$

pa sl eduva

$$i_r = \frac{5,6589147}{3,2941176} = 1,7178848$$

a pre~ni kot na mali ot remeni k e

$$d_{p1} = \frac{d_{p2}}{\xi i_r} = \frac{250}{0,985 \cdot 1,7178848} = 147,74396 [mm] \text{ so usvoeno } d_{p1} = 150 [mm] \text{ spored } \mathbf{t ab.12.7}$$

Za da se zeme vrednosta na nominalnata nosivost na eden kl i nest remen od **t ab.12.9** potrebna e vrednosta na perifernata brzina na mali ot remeni k

$$v = 0,150 \pi \frac{1460}{60} = 11,466813 [m/s]$$

pa za remen tip C i brzina $v \approx 12,0 [m/s]$ sl eduva

$$P_{n1} = 4,49 [kW]$$

Spored **12.34**, me|uoski noto rastojani e na remeni ot prenosni k e

$$a_r = p + \sqrt{p^2 - q}$$

kade e

$$p = 0,25 L_{ps} - 0,393(d_{p2} + d_{p1}) = 0,25 \cdot 1800 - 0,393(250 + 150) = 292,8 [mm]$$

$$q = 0,125(d_{p2} - d_{p1})^2 = 0,125 \cdot (250 - 150)^2 = 1250 [mm^2]$$

$$a_r = 292,8 + \sqrt{292,8^2 - 1250} = 583,4576 \approx 583,5 [mm]$$

spored **12.33** obvi vni ot agol na mali ot remeni ke

$$\alpha_1 = 2 \arccos \frac{d_{p2} - d_{p1}}{2 a_r} = 2 \arccos \frac{250 - 150}{2 \cdot 583,4576} = 170,1679^\circ$$

taka { to f aktorot { to go zema predvid vl ijani eto na obvi vni ot agol na mali ot remeni ke

$$K_\alpha = 1 - 0,003(180^\circ - \alpha_1) = 1 - 0,003(180^\circ - 170,1679^\circ) = 0,9705037$$

f aktorot { to go zema predvid vl ijani eto na odnosot na vistinski ot pre~nik na mali ot remeni ki negovata mi ni mal no dozvol ena vrednost (**t ab.12.8**) e

$$k_\delta = \frac{d_{p1}}{d_{\min}} = \frac{150}{200} = 0,75$$

pri $d_{p\min} = 200 [mm]$ za remen *t ip C* i agol na ` lebot $\alpha = 36^\circ$.

Spored preporaki te f aktorot za popravka { to ja zema predvid dol ` i nata na remenot e

$K_L = 0,8$ do $1,2$ pa se pretpostavuva $K_L = 1,0$

Spored **t ab.4.1** pogonski ot f aktor za ramnomerno optovaruvawe i elektromotor kako pogonska ma{ i na e $K_A = 1,0$.

Najposl e, za brojot kl i nesti remeni spored **12.35** se dobi va

$$z = \frac{P_{em} K_A}{P_{n1} K_\alpha K_\delta K_L} = \frac{15,3 \cdot 1,0}{4,49 \cdot 0,9705037 \cdot 0,75 \cdot 1,0} \approx 4,68$$

pa se usvojuvaat $z = 5 + 1 = 6$ kl i nesti remeni *t ip C* i agol na ` lebot $\alpha = 36^\circ$.

34.2 Pre~nikot na vrat iloto AB vo pot porat a A - d_A

Za da se i zvr{ i di menzi oni rawe na vrat iloto AB (sl.34-2) potrebno e najnapred da se i zvr{ i presmetka na silite { to go optovaruvaa to vrat ilo. Vrat iloto prima silina vo to~kata R preku remenikot so pre~nik d_{p2} , a ja predava na vrat iloto CD vo to~kata Z preku cil i ndri ~ni ot zap~eni k z_j . Spored toa, vo to~kata R vrat iloto e optovareno od kl i nest remen prenosni k, a vo Z od cil i ndri ~en zap~est par so pravi zapci.

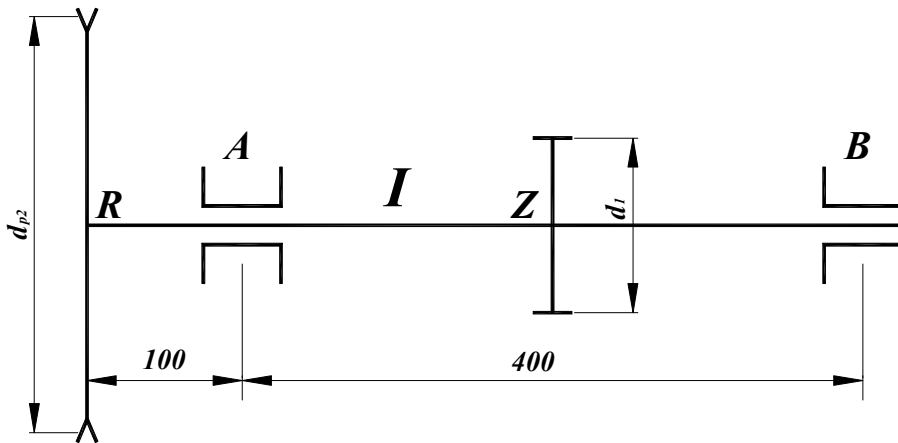
Silata { to go optovaruva vrat iloto vo R e

$$F = 2 F_t = 2 \cdot 318310 \frac{P_2}{d_2 n_l} = 2 \cdot 318310 \frac{14,544538}{250 \cdot 14,381} = 2575,4381 \approx 2575,44 \text{ [N]}$$

kade { to e

$$P_2 = \frac{P_s}{\eta_L^2 \eta_z} = \frac{13,97}{0,99^2 \cdot 0,98} = 14,54538 \text{ [kW]}$$

$$n_l = \frac{n_{em}}{i_{r.s}} = \frac{1460}{60 \cdot 1,6920474} = 14,381 \text{ [s}^{-1}] \text{ pri } i_{r.s} = \frac{d_{p2}}{0,985 d_{p1}} = \frac{250}{0,985 \cdot 150} = 1,6920474$$



Sl.34-2 Vrat i lot o AB t .e.I od sl.34-1

Spored 7.40 si l ata { to go optovruva vrati l oto vo Z vo hori zontal nata ramni na e

$$F_{t1} = 318310 \frac{P_t}{n_l d_1} = 318310 \cdot \frac{14,544538}{14,381 \cdot 85} = 3787,409 \approx 3787,4 \text{ [N]}$$

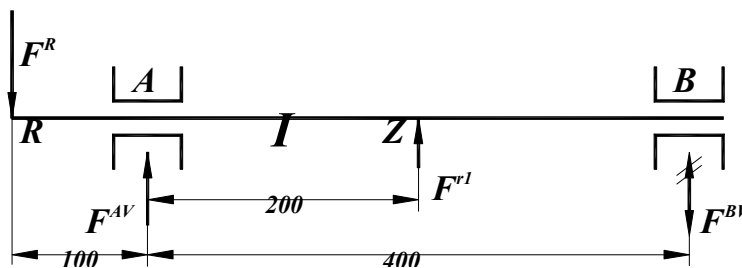
kade { to spored 12.49 pre-ni kot na mal i ot (pogonski) zap-eni k i znesuva:

$$d_1 = m_n z_1 = 5 \cdot 17 = 85 \text{ [mm]}$$

Spored 7.47 si l ata { to go optovaruvava vrati l oto vo Z vo verti kal nata ramni na e

$$F_{r1} = F_{t1} \operatorname{tg} \alpha_n = F_{t1} \operatorname{tg} 20^\circ = 3787,409 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 1378,5041 \approx 1378,5 \text{ [N]}$$

Na sl.34-3 e pri ka` ano optovaruvaweto na vrati l oto I vo vert i kal nat a ramni na.



Sl.34-3 Opt ovaruvawe na vrati l oto I vo vert i kal nat a ramni na

St at i-ka presmet ka na vrati l oto I vo vert i kal nat a ramni na

Presmetka na reakcije

Od uslovot

$$\sum_B M = 0 = -F_R (100 + 400) + F_{r1} (400 - 200) + F_{A,V} \cdot 400$$

se dobi va

$$F_{A,V} = \frac{F_R \cdot 500 - F_{r1} \cdot 200}{400} = \frac{2575,44 \cdot 500 - 1378,5 \cdot 200}{400} = 2530,05 \text{ [N]}$$

a od uslovot

$$\sum_A M = 0 = -F_R \cdot 100 - F_{r1} \cdot 200 - F_{B,V} \cdot 400$$

se dobi va

$$F_{B,V} = \frac{-F_R \cdot 100 - F_{r1} \cdot 200}{400} = \frac{-2575,44 \cdot 100 - 1378,5 \cdot 200}{400} = -1333,11 \text{ [N]}$$

{ to zna~i deka nasokata na reakcija vo potporata B e sproti vna od predpostavenata.

Kontrola:

$$\sum F_i = 0 = -2575,44 + 2530,05 + 1378,5 - 1333,11 = -F_R + F_{A,V} + F_{r1} - F_{B,V}$$

$$M_{R,V} = -F_{B,V} (400 + 100) + F_{r1} (200 + 100) + F_{A,V} \cdot 100 =$$

$$= -1333,11 \cdot 500 + 1378,5 \cdot 300 + 2530,05 \cdot 100 = 0 \text{ [Nmm]}$$

$$M_{B,V} = -F_R (100 + 400) + F_{r1} \cdot 200 + F_{A,V} \cdot 400 =$$

$$= -2575,44 \cdot 500 + 1378,5 \cdot 200 + 2530,05 \cdot 400 = 0 \text{ [Nmm]}$$

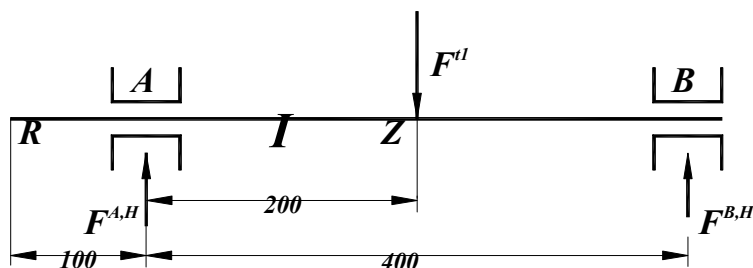
Moment i na svi t kuvawe vo drugi t e karakt erist i ~ni t o~ki od vrat i lot o I

$$M_{A,V} = -F_R \cdot 100 = -2575,44 \cdot 100 = -257544 \text{ [Nmm]}$$

$$M_{A,V} = -F_{B,V} \cdot 400 + F_{r1} \cdot 200 = -1333,11 \cdot 400 + 1378,5 \cdot 200 = -257544 \text{ [Nmm]}$$

$$M_{Z,V} = -F_R (100 + 200) + F_{A,V} \cdot 200 = -2575,44 \cdot 300 + 2530,05 \cdot 200 = -266622 \text{ [Nmm]}$$

$$M_{Z,V} = -F_{B,V} \cdot 200 = -1333,11 \cdot 200 = -266622 \text{ [Nmm]}$$

Na **sl.34-4** e pri ka` ano optovaruvaweto na vrati loto I vo horizont l nat a ramni na.

Sl.34-4 Opt ovaruvawe na vrati loto I vo horizont al nat a ramni na

Stat i~ka presmetka na vrat i lot o I vo horizont al nat a ramni na**Presmetka na reakcije**

O~i gl edno e deka

$$F_{A,H} = F_{B,H} = \frac{F_{t1}}{2} = \frac{3787,409}{2} = 1893,7 \text{ [N]}$$

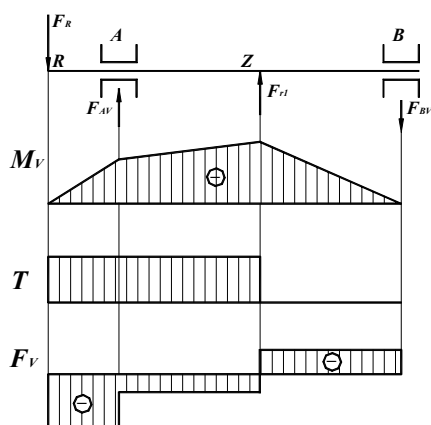
Moment i na svi t kuvawe vo drugi t e karakt erist i~ni t o~ki od vrat ilot o l

$$M_{R,H} = M_{A,H} = M_{B,H} = 0 \text{ [Nmm]}$$

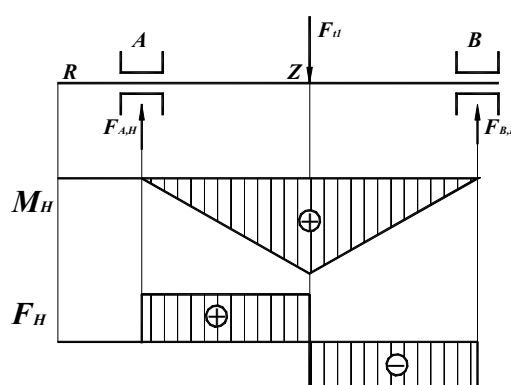
$$M_{Z,H} = -F_{A,H} \cdot 200 = -1893,7 \cdot 200 = -378740 \text{ [Nmm]}$$

Na **sl.1-5** se prikazuje dijagrami te na momente od svi tkuvawe i torzija na vratiloto I vo vertikalna i horizontalna ramna.

Vertikalna ramna



Horizontalna ramna



Sl.34-5 Moment i na svi t kuvawe i t orzija vo vertikalna i horizontalna ramna

Presmetka na pre~nikot na vratiloto I vo potporata A

Rezultantni ot moment na svi tkuvawe vo potporata A e

$$M_{A,i} = \sqrt{M_{A,v}^2 + M_{A,H}^2} = \sqrt{(-257544)^2 + (-378740)^2} = 458009,72 \text{ [Nmm]}$$

f i kti vni ot (virtuel en) moment na svi tkuvawe vo ista to~ka spored **7.59** e

$$M_{A,v} = \sqrt{M_{A,r}^2 + \left(\frac{\sigma_{sd}}{2\tau_{td}} T\right)^2} = \sqrt{458009,72^2 + \left(\frac{73}{2 \cdot 43} \cdot 160964,88\right)^2} = 477955,52 \text{ [Nmm]}$$

kade { to spored **4.11** dozvoleni ot napon na svi tkuvawe za materijal ot na vratiloto e

$$\sigma_{sd} = \frac{[\sigma_D]}{S} = \frac{109,54}{1,5} \approx 73 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau_{td} = \frac{[\tau_D]}{S} = \frac{64,83}{1,5} \approx 43 \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ i vrte` ni ot moment na vratiloto vo A spored **1.03**}$$

$$T = 159155 \frac{P_t}{n_t} = 159155 \cdot \frac{14,544538}{14,381} = 160964,88 \text{ [Nmm]}$$

pri { to za Č.1330 od **tab.3.4** za kritični ot napon spored **4.07** (i preporakite) se dobi va

$$[\sigma] = \sigma_D \frac{Y_X Y_R Y_N}{\beta_k} = 245 \cdot \frac{0,7 \cdot 0,9 \cdot 1,1}{1,55} = 109,54 \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ - za svi tkuvawe i}$$

$$[\tau] = \tau_D \frac{Y_X Y_R Y_N}{\beta_k} = 145 \cdot \frac{0,7 \cdot 0,9 \cdot 1,1}{1,55} = 64,83 [N / mm^2] - \text{za usukuvawe.}$$

a potrebna vrednost na pre~ni kot na vrati loto spored **7.60** e

$$d_{Ai} = \sqrt[3]{\frac{10 M_{A,v}}{\sigma_{sd}}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 477955,52}{73}} \approx 40,3 [mm]$$

Bidej}i e predvideno trkala~ko le` i { te, spored **tab.10.7** do **tab.10.20** se izbi ra standarden pre~ni k na vrati loto vo rakavecot A

$$d_{A,s} = 45 [mm].$$

34.3 Izbor na trkala~ko le` i { te vo potporata A

Spored **10.13** potrebna di nami ~ka mo} na nosewe na trkala~koto le` i { te e

$$C_{p,A} = K_\theta K_A F_{e,A} \sqrt[3]{\frac{Ln}{277,75}} = 1,03 \cdot 2,5 \cdot 3160,3 \cdot \sqrt[3]{\frac{10000 \cdot 14,381}{277,75}} = 65345,7 [N] = 65,35 [kN]$$

pri { to spored **10.11** ekvi val entnoto radi jal no optovaruvawe vo potporata A e

$$F_{e,A} = X V F_{r,A} + Y F_{x,A} = 1 \cdot 1 \cdot 3160,3 + 1 \cdot 0 = 3160,3 [N]$$

a vkupnoto radi jal no optovaruvawe vo A i znesuva

$$F_{r,A} = \sqrt{F_{A,V}^2 + F_{A,H}^2} = \sqrt{2530,05^2 + 1893,7^2} \approx 3160,3 [N]$$

Spored toa, od **tab.10.15** za pre~ni k na rakavecot $d_{A,s} = 45 [mm]$ i potrebna di nami ~ka mo} na nosewe na le` i { teto $C_{p,A} = 65,3 [kN]$, se izbi ra

Val~est o ednoredno le` i { te N0309,

so sl edni te di menzi i :

$$D = 45 [mm], D = 100 [mm], B = 25 [mm] \text{ i } r = 1,5 [mm]$$

i so sl edni te karakteri sti ki

$$C = 69,63 [kN] > 65,3 [kN] = C_{p,A} \text{ i } C_0 = 45,60 [kN].$$