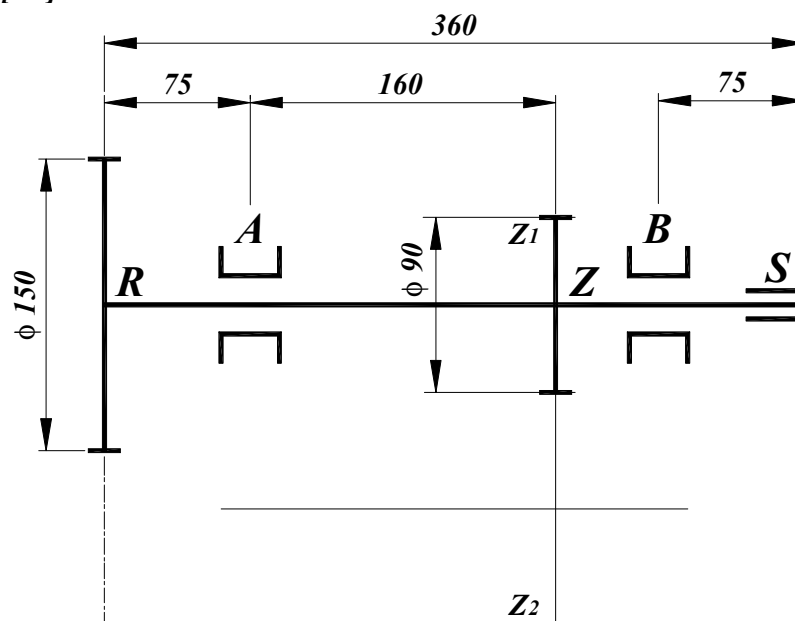


Zad.24

Prika`anoto vratilo I na slikata, izraboteno od $\check{C}.0545$, preku pl oskat remen prenosnik vo to~kata R prima vrte`en moment T_R , 40% od nego T_z preku zap~est prenosnik vo to~kata Z se predava na vratiloto od zap~eni kot z_2 , a ostanati ot del T_S se predava preku spojnicata S na nekoja rabotna ma{ina. Silinata {to ja prima vratiloto e $P = 35$ [kW], a za~estenosta na vrte`ite e $n = 8,6$ [s-1].



Potrebno e da se

24.1 presmetaat optovaruvawata na vratiloto vo karakteristi~nite to~ki,

24.2 dade graf i~ki prikaz na optovaruvawata na vratiloto,

24.3 presmeta pre~ni kot na vratiloto vo karakteristi~nite preseki R , Z i S .

Re{eni e:**24.1 Opt ovaruvawa na vrat ilot o vo karakt eristi ~ni te to~ki****24.1.1 t o~ka R**

Spored nasokite na **str.151** silata od prethodno pri tegawe na pl oskati ot remeni znesuva

$$F_R = 3 F_{tR} = 3 \cdot 318310 \frac{P_R}{d_2 n_v} = 3 \cdot 318310 \cdot \frac{35}{150 \cdot 8,6} = 25908,953 \approx 25909 \text{ [N]}$$

Vaka presmetanata sila vo presekot R deluva koncentrat na pogonski ot remeni k.

24.1.2 t o~ka Z

Spored **7.40** perifernata sila {to deluva na pre~ni kot od zap~eni kot z_2 e

$$F_{t1} = 318310 \frac{P_z}{n d_1} = 318310 \cdot \frac{0,4 \cdot 35}{8,6 \cdot 90} = 5757,5452 \approx 5757,55 \text{ [N]}$$

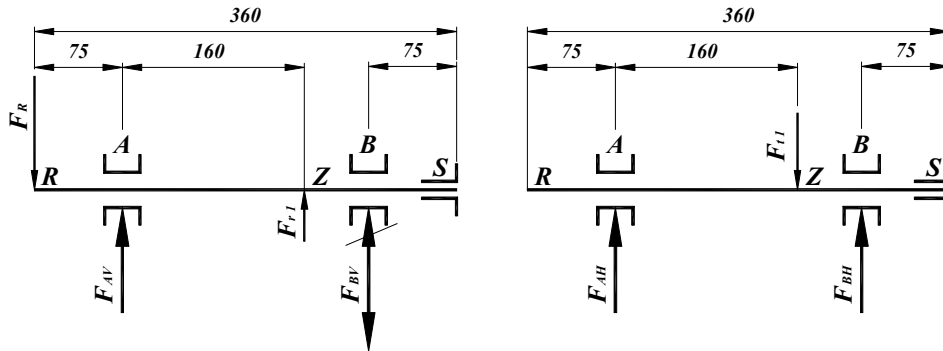
a spored **7.41** radijalnata sila {to deluva vo centarot na zap~eni kot z_2 e

$$F_{r1} = F_{t1} \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta} = 5757,55 \cdot \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 0^\circ} = 2095,5768 \approx 2095,6 \text{ [N]},$$

a spored **7.48** normalnata sila {to deluva na bokot od zabecote

$$F_n = \frac{F_{t1}}{\cos \alpha_n} = \frac{5757,55}{\cos 20^\circ} = 6127,0567 \approx 6127,1 \text{ [N]}.$$

24.2 Graf i~ki prikaz na opt ovaruvawa na vrat ilot o

Vertikalna ramina: $F_R = 25909 \text{ [N]}$ i $F_{r1} = 2095,6 \text{ [N]}$ Horizontalna ramina: $F_{r1} = 5757,55 \text{ [N]}$ 

24.3 Presmetka na prenici t e vo karakt erist i~nit e preseci od vrat ilot o

Bidej}i normalnata sila na bokot od zabecot F_n vo presekot Z i silata od remeni ot prenosnik F_R vo presekot R ne le`at vo ista ramni na, potrebno e stati ~kata presmetka da se izvede posebno vo vertikalnata i vo horizontalnata ramni na.

24.3.1 Stati~ka presmetka vo vertikalnata ramni na

24.3.1.1 Reakcii vo vertikalnata ramni na

Spored prvi ot uslov za ravnovesie

$$\Sigma M_{AV} = -F_R \cdot 75 - F_{r1} \cdot 160 - F_{BV} \cdot (360 - 2 \cdot 75) = 0$$

odnosno

$$\Sigma M_{AV} = -25909 \cdot 75 - 2095,6 \cdot 160 - F_{BV} \cdot 210 = 0$$

sl eduva

$$F_{BV} = \frac{-1943175 - 335296}{210} = -10849,862 \text{ [N]}$$

{ to zna~i deka pretpostavenata nasoka na reakcijata vo potporata B e pogre{ na, taka { to v isti nskata nasoka e obratna { to e pri ka`ano na sl ikata.

Spored vtori ot uslov za ravnovesie

$$\Sigma M_{BV} = F_R \cdot (360 - 75) - F_{AV} \cdot (360 - 2 \cdot 75) - F_{r1} \cdot (360 - 2 \cdot 75 - 160) = 0$$

odnosno

$$\Sigma M_{BV} = 25909 \cdot 285 - F_{AV} \cdot 210 - 2095,6 \cdot 50 = 0$$

sl eduva

$$F_{AV} = \frac{7384065 - 104780}{210} = 34663,262 \text{ [N]}.$$

Tret iot uslov za ravnovesie }e bide iskorišten za **kontrola** na dosega{ nata stati~ka presmetka na vratiloto vo vertikalnata ramni na, pa sl eduva

$$-F_R + F_{AV} + F_{r1} - F_{BV} = -25909 + 34663,262 + 2095,6 - 10849,862 = 0.$$

24.3.1.2 Moment i na svit kuvawe vo vertikalnata ramni na

$$M_{RV} = 0 = -10849,862 \cdot 285 + 2095,6 \cdot 155 + 34663,262 \cdot 75 = -F_{BV} \cdot (360 - 75) + F_{r1} \cdot (160 + 75) + F_{AV} \cdot 75$$

$$M_{AV} = -F_R \cdot 75 = -25909 \cdot 75 = -1943175 \text{ [Nm]} = -10051538 \cdot 210 + 2095,6 \cdot 80 = -F_{BV} \cdot (360 - 2 \cdot 75) + F_{r1} \cdot 80$$

$$M_{ZV} = -F_R \cdot (75 + 160) + F_{AV} \cdot 160 = -25909 \cdot 235 + 34663,262 \cdot 160 = -542493,08 \text{ [Nm]}$$

$$M_{BV} = -F_R \cdot (360 - 75) + F_{AV} \cdot (360 - 2 \cdot 75) + F_{r1} \cdot (360 - 2 \cdot 75 - 160) = \\ = -25909 \cdot 285 + 34663,262 \cdot 210 + 2095,6 \cdot 50 = 0$$

24.3.2 Stati~ka presmetka vo horizontalnata ramni na

24.3.2.1 Reakci i vo horizontal nat a ramni na

Spored prvi ot uslov za ravnovesi e

$$\Sigma M_{AH} = -F_{t1} \cdot 160 + F_{BH} \cdot (360 - 2 \cdot 75) = 0$$

odnosno

$$\Sigma M_{AH} = -5757,55 \cdot 160 + F_{BH} \cdot 210 = 0$$

sl eduva

$$F_{BH} = \frac{921208}{210} = 4386,7048 [N]$$

Spored vtori ot uslov za ravnovesi e

$$\Sigma M_{BH} = F_{AH} \cdot (360 - 2 \cdot 75) - F_{t1} \cdot (360 - 2 \cdot 75 - 160) = 0 \text{ odnosno}$$

$$\Sigma M_{AH} = F_{AH} \cdot 210 - 5757,55 \cdot 50 = 0$$

sl eduva

$$F_{AH} = \frac{287877,5}{210} = 1370,8452 [N].$$

Tret i ot uslov za ravnovesi e }e bide iskoristen za **kont rola** na dosega{ nata stati ~ka presmetka na vratil oto vo horizontal nata ramni na, pa sl eduva

$$F_{AH} - F_{t1} - F_{BH} = 1370,8452 - 5757,55 + 4386,7048 = 0.$$

24.3.2.2 Moment i na svi t kuvawe vo horizontal nat a ramni na

$$M_{RH} = M_{AH} = F_{BH} \cdot (360 - 2 \cdot 75) - F_{t1} \cdot 160 = 4386,7048 \cdot 210 - 5757,55 \cdot 160 = 0 [Nmm]$$

$$M_{ZH} = F_{AH} \cdot 160 = 1370,8452 \cdot 160 = 219335,24 [Nmm]$$

ili

$$M_{ZH} = F_{BH} \cdot (360 - 2 \cdot 75 - 160) = 4386,7048 \cdot 50 = 219335,24 [Nmm] \text{ i}$$

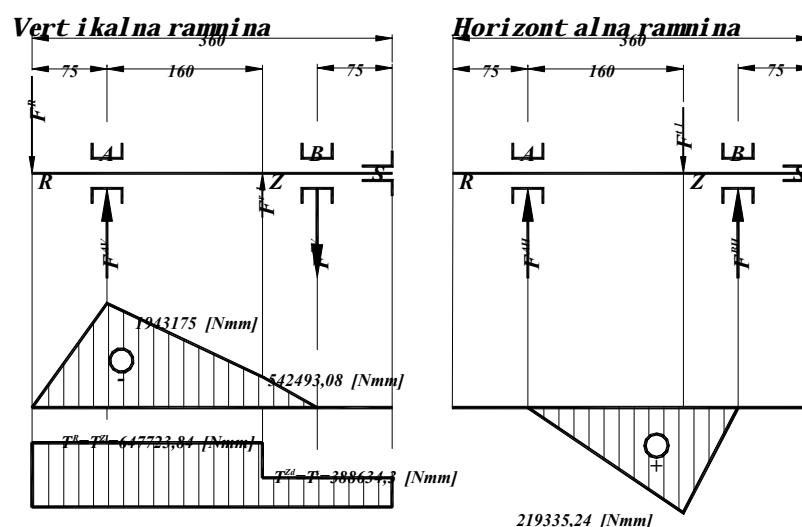
$$M_{BH} = M_{SH} = F_{AH} \cdot (360 - 2 \cdot 75) - F_{t1} \cdot (360 - 2 \cdot 75 - 160) = 1370,845 \cdot 210 - 5757,55 \cdot 50 = 0 [Nmm].$$

24.3.3 Vrt e` ni moment i

$$T_R = T_{Zl} = 159155 \frac{P}{n} = 159155 \cdot \frac{35}{8,6} = 647723,84 [Nmm]$$

$$T_S = T_{Zd} = 0,6 \cdot T_R = 0,6 \cdot 647723,84 = 388634,3 [Nmm].$$

24.3.4 Graf i ~ki prikaz na moment it e na svi t kuvawe i t orzija



24.3.5 Rezul t ant ni moment i na svi t kuvawe

$$M_Z = \sqrt{M_{ZV}^2 + M_{ZH}^2} = \sqrt{542493,08^2 + 210335,24^2} = 581841,85 \text{ [Nmm]}$$

24.3.6 Dozvoleni naponi za materialot na vratiloto

Spored 4.11 dozvoleni ot napon na svi tkuvawe za materialot na vratiloto Č.0545 e

$$\sigma_{ds} = \frac{[\sigma_D]}{S} = \frac{93,33}{1,3} \approx 71,8 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

kade { to spored 4.07 kritični ot napon e

$$[\sigma_D] = \sigma_D \frac{Y_X Y_R Y_N}{\beta_k} = 250 \cdot \frac{0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{1,5} = 93,33 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

so

$\sigma_D = 250 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ - dinamička izdržljivost na svi tkuvawe za naimenoptovaruvawe i za material na vratiloto Č.0545, (tab.3.2),

$Y_X = 0,7$ - faktor na golernata (str.62),

$Y_R = 0,8$ - faktor na rapavost (str.61),

$Y_N = 1,0$ - faktor na vekot na traewe (str.62) i

$\beta_k = 1,5$ - efektivni faktor na koncentracija na naponi te (str.62).

Spored 4.11 dozvoleni ot napon na torzija za materialot na vratiloto Č.0545 e

$$\tau_{dt} = \frac{[\tau_D]}{S} = \frac{70,933}{1,3} \approx 54,56 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

kade { to spored 4.07 kritični ot napon na torzija e

$$[\tau_D] = \tau_D \frac{Y_X Y_R Y_N}{\beta_k} = 190 \cdot \frac{0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{1,5} = 70,933 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

pri

$\tau_D = 190 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ - dinamička izdržljivost na usukuvawe (torzija) za ednonasoptovaruvawe i za material na vratiloto Č.0545, (tab.3.2).

24.3.7 Virtuelni moment i na svi tkuvawe

Spored 7.59 virtuelni ot moment na svi tkuvawe vo presekot Z e

$$M_{vz} = \sqrt{M_Z^2 + \left(\frac{\sigma_{ds}}{2\tau_{dt}} T_{Zl}\right)^2} = \sqrt{581841,85^2 + \left(\frac{71,8}{2 \cdot 54,56} \cdot 647723,84\right)^2} = 721237,46 \text{ [Nmm]}.$$

24.3.8 Presmetka na prenikite vo karaktéristične preseki na vratiloto

Presek R

Od 24.3.4 vo zadava se gleda deka vo ovoj presek vratiloto e optovareno samo so vrten moment T_R pa spored 7.58 idealni ot prenik na vratiloto vo ovoj presek e

$$d_{Ri} = \sqrt[3]{\frac{5T_R}{\tau_{dt}}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 647723,84}{54,56}} = 39,009 \approx 39,01 \text{ [mm]}$$

Poradi potrebata od klin vo ovoj presek, spored nasokite na str.160 sleduva

$$d_R = 1,15 d_{Ri} = 1,15 \cdot 39,01 = 44,86 \text{ [mm]}$$

pa spored tab.1.1 se usvojuva standarden prenik $d_{Rs} = 50 \text{ [mm]}$.

Presek A

Bidej{i i ovoj preseku e izlo` en samo na torzija so ista vrednost na vrte` ni ot moment kako vo presekot **R**, pre~nikot treba da ima ista vrednost so toj vo **R**, no poradi monta` a na le` i { teto, se izbiramo pogolem pre~nik t.e. $d_{As} = 56 [mm]$.

Presek Z

Od **24.3.4** vo zadava se gleda deka vo ovoj presek vrtiloto e optovareno so vrte` en moment $T_{Zl} = 647723,84 [Nmm]$ i so moment na svitkuvawe $M_Z = 581841,85 [Nmm]$, pa spored **7.60** i dealni ot pre~nik na vrtiloto vo ovoj presek e

$$d_{Zi} = \sqrt[3]{\frac{10M_{vZ}}{\sigma_{ds}}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 721237,46}{71,8}} = 46,486 [mm]$$

Poradi potrebata od kl i ni vo ovoj presek, spored nasokite na *str.160* sleduva

$$d_R = 1,15 d_{Zi} = 1,15 \cdot 46,486 \approx 53,458 [mm]$$

pa spored **tab.1.1** se usvojuva standarden pre~nik $d_{Rs} = 63 [mm] > 56 = d_{As}$.

Presek B i S

Bidej{i i ovi e preseki se izlo` en samo na torzija so $T_B = 388634,3 [Nmm] = T_S$, spored **7.58** i dealni ot pre~nik }e bi de

$$d_{Bi} = \sqrt[3]{\frac{5T_B}{\tau_{dt}}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 388634,3}{54,56}} = 32,901 \approx 32,9 [mm] = d_{Si}$$

Zaradi ` leb za kl i ni vo presekot S se zema

$$d_S = 1,15 d_{Si} = 1,15 \cdot 32,9 \approx 37,84 [mm]$$

pri { to spored *tab.1.1* se usvojuva $d_{S_s} = 40 [mm]$.

Zaradi pravilna monta` a na le` i { teto vo potporata **B** spored **tab 1.1** se usvojuva

$$d_{B_s} = 45 [mm].$$