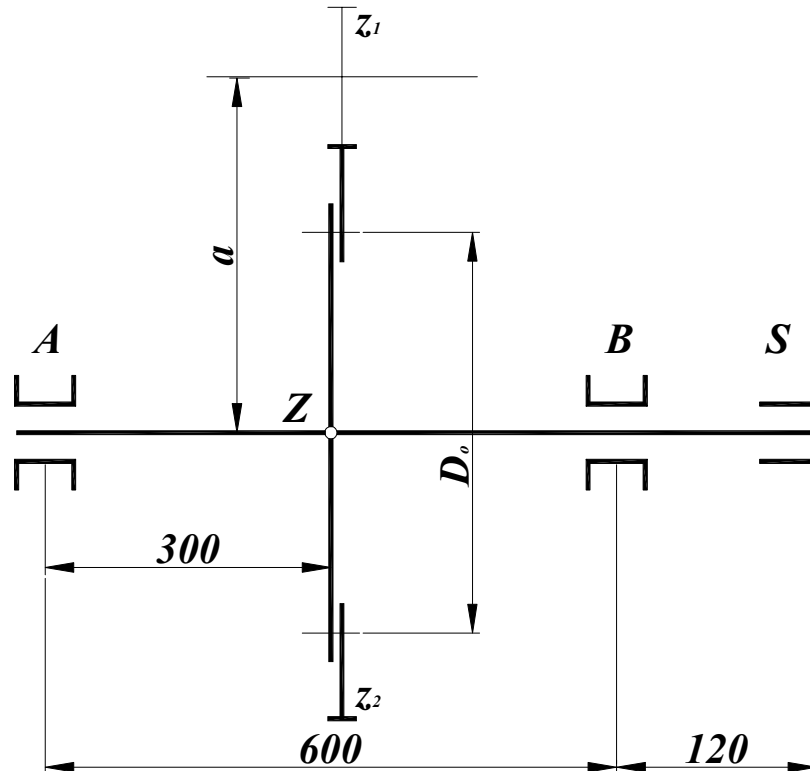


**Zad. 39**

Vratiloto *ABS* prima silina preko zaprženosti  $z_1/z_2$  i istata ja predava na rabotnata mašina preko spojni cata *S*.

Vrskata pomeđu venecot i teloto na zaprženosti kot  $z_2$  e izvedena so  $z = 3$  nagodeni zavrтки *M8* (sl.5.31), rasporedeni na prečnik  $D_o = 180$  [mm], so materijal **4.6**. Vratiloto *ABS* se vrti so zažestnost na vrtežite  $-n = 12,4$  [s<sup>-1</sup>]. Materijalot na vratiloto e **Č.0452**, a stepenot na si gurnost na zavrтки te e  $S = 2,383$ . Silikata e prikazana vo vertikalnata rmi na.



Potrebno e da se izvrši:

- 39.1 presmetka na silinata  $P$  [kW], što može da ja primi vratiloto *AB*, a preko spojni cata *S* da ja predade natamuna rabotnata mašina,
- 39.2 dimenzioniranje na vratiloto vo karakterističnite preseki *Z* i *B*, ako brojot na zapčite na zaprženosti e  $z_1 = 24$ ,  $z_2 = 47$ , a međusobni rastožani e  $a = 177,5$  [mm].
- 39.3 izbor na trkalačko ležite vo potporata *B* za vek na traewe od  $L = 6000$  -asovi pri mirna rabota bez udari i rabotna temperatura od **90 °C**.

**Rešenje****39.1 Presmetka na silinata  $P$  [kW]**

Spored sl.5.31 oigledno e deka za presmetka na nagodeni te zavrтки te e merodaven prečnik na steblo od zavrтки te  $d_s$ . Zavrтки te se napregnati na smolknuvawe i površinski pritisk od poprečnata sila pri što za zavrčka *M8* prečnikot na presekot od steblo, spored **5.56**, iznesuva

$$d_s = d + (1 \text{ do } 2) \text{ [mm]}$$

so usvoeno

$$d_s = 8 + 2 = 10 \text{ [mm]}$$

pa so toa površinata na presekot na steblo od zavrčkata e

$$A_s = \frac{\pi d_s^2}{4} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} \approx 78,54 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Spored nasokite na *str.109*, dovoljena vrednost na naponot od smol knuvawe za materijal ot na zavrtki te e

$$\tau_{sd} = \frac{0,8 R_e}{S\tau} = \frac{0,8 \cdot 240}{2,383} = 80,57 [N/mm^2]$$

pa so toa vrednosta na popre~nata sila { to ja optovaruva edna zavrtka na smol knuvawe spored **5.54**, e

$$F_{s1} = A_s i \tau_{ds} = 78,54 \cdot 1 \cdot 80,57 \approx 6328 [N] \text{ pri } \{ \text{to ovde e } i = 1 \text{ (dve plo~i)} \}$$

Od druga strana, spored **5.53**, vrednosta na vkupnata popre~na sila { to site zavrtki gi optovaruva na smol knuvawe i voedno pretstavuva periferena sila na pre~ni kot na raspredelba na zavrtki te  $D_o = 180 [mm]$ , i znesuva:

$$F_t = F_s = z F_{s1} = 3 \cdot 6328 = 18984 [N]$$

So taka presmetanata vrednost na periferenata sila na  $D_o$ , vrednosta na vrte`ni ot moment na isti ot pre~nik spored **7.31** (va`i za vrte`ni ot moment od periferena sila { to deluva na nekoj pre~ni k-vo slu~ajov pre~ni kot na koj se rasporedeni nagodeni te zavrtki  $D_o$ ), e

$$T_z = F_t \frac{D_o}{2} = 18984 \cdot \frac{180}{2} = 1708560 [Nmm]$$

i najposle vrednosta na silinata { to se prenesuva natamu preku steblo to na trite nagodeni zavrtki e

$$P_z = \frac{T_z n}{159155} = \frac{1708560 \cdot 12,4}{159155} \approx 133,12 [kW].$$

### 39. 2 Dimenzionirawe na vrat iloto vo karakt eristi~nit e presecki

Vrednosta na periferenata (*t angencijalna*) sila { to go optovaruva vratiloto vo **Z**, spored **7.31** (va`i za odnosot na vrte`ni ot moment i trkaloto { to go prenesuva – vo slu~ajov zap~eni kot  $z_2$ ), e

$$F_{t2} = \frac{2T_2}{d_2} = \frac{2T_2}{m z_2} = \frac{2 \cdot 1708560}{5 \cdot 47} = 14540,936 \approx 14541 [N]$$

Vrednosta na me|uoski noto rastojani e na cilindri~ni ot zap~est par so pravi zapci  $z_1 / z_2$ , spored **12.60** e

$$a = m \frac{z_1 + z_2}{2} = m \cdot \frac{24 + 47}{2} = 177,5 mm$$

od kade za vrednosta na modul ot se dobi va

$$m = \frac{2 \cdot 177,5}{24 + 47} = 5 [mm] = m_s \text{ (t ab.12.10)}$$

Vrednosta na radijalnata sila (*komponent a*), spored **7.47**, { to go optovaruva vratiloto e

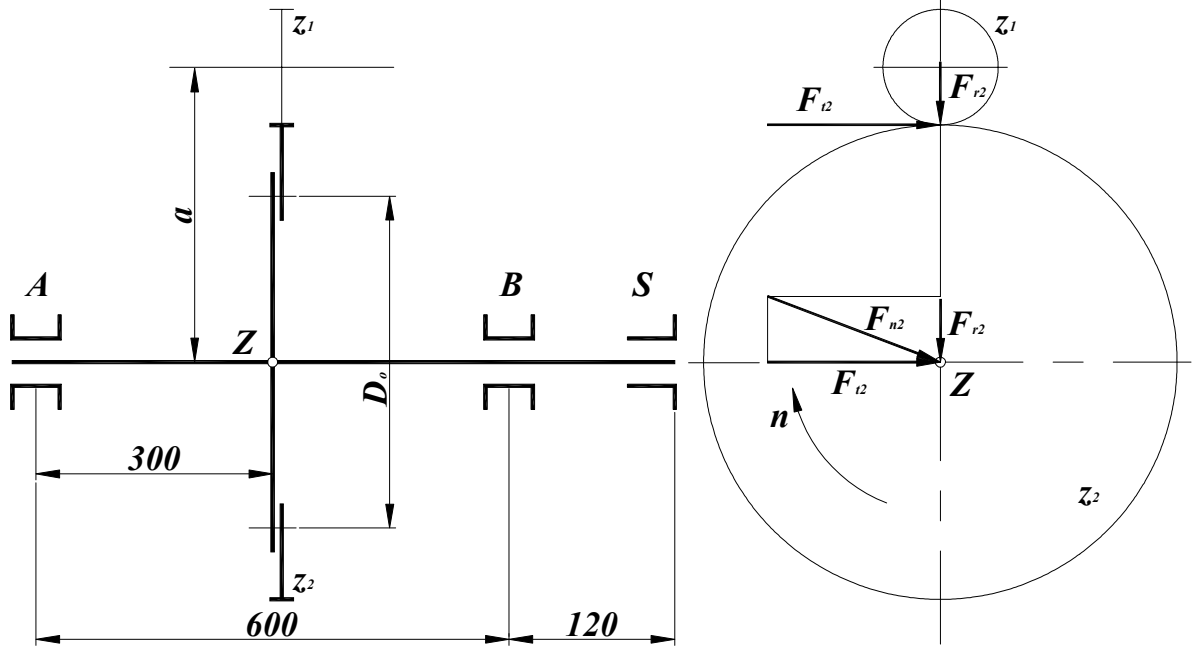
$$F_{r2} = F_{t2} \operatorname{tg} \alpha_n = 14541 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 5292,4911 \approx 5292,5 [N]$$

Bidej|i slikata od zada~ava e prika`ana vo vertikalnata ramni na, tangencijalnata komponenta go optovaruva vratiloto ABS vo horizontalnata, a radijalnata komponenta vo vertikalnata ramni na.

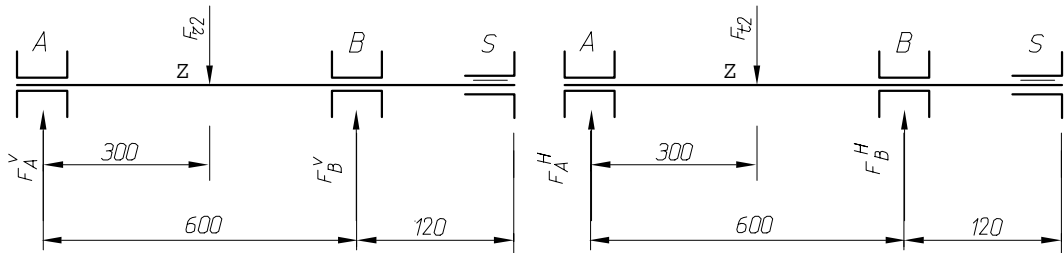
Normalnata sila { to deluva normalno na bokot od zabecot spored **7.48** e

$$F_n = \frac{F_{t2}}{\cos \alpha_n} = \frac{14541}{\cos 20^\circ} = 15474,21 [N]$$

taka { to na sl i kata e pri ka` ano vrati loto so si li i te { to go optovaruvaaat.



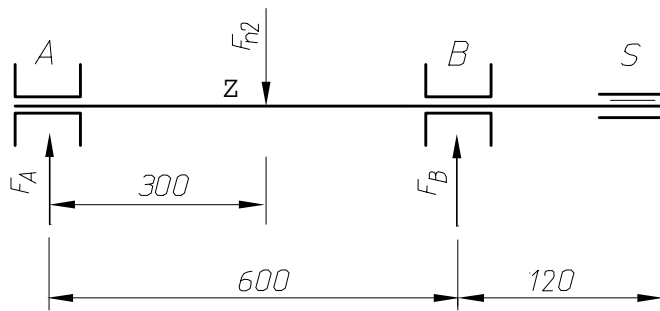
Na slednata slika vrtiloto e prika` ano so optovaruvawata vo vertikalnata i vo hori zontal nata ramni na



Opt ovaruvawe na vrati loto o vo

a) vert i kal na ramni na i b) hori zont al na ramni na

Bi dej}i vrtiloto e optovareno samo vo to~kata Z, stati ~kata presmetka nema potreba da se vr{ i posebno vo ednata i vo drugata ramni na, tuku samo vo ramni na na normalnata sila  $F_{n2}$ , kako { to e pri ka` ano na sl ednata sl i ka



Opt ovaruvawe na vrati loto o vo ramni na na normalnata sila  $F_{n2}$

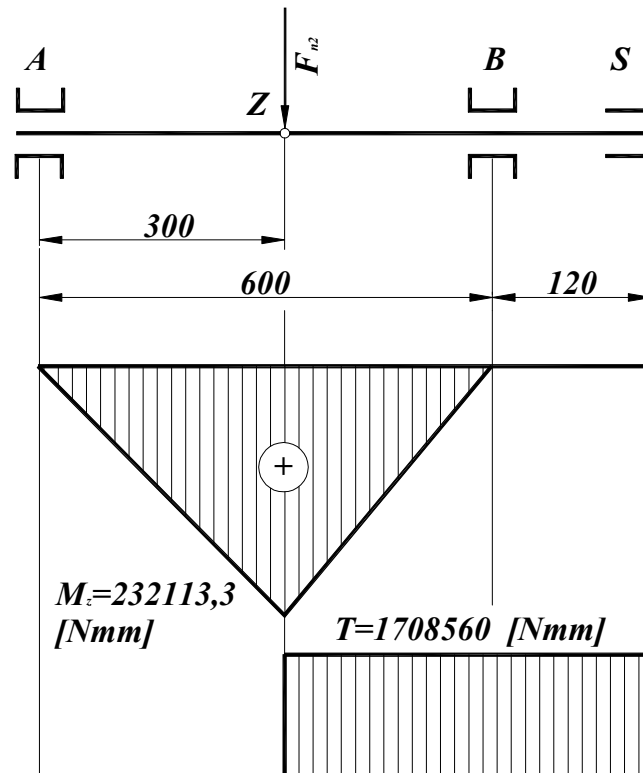
Spored stati ~ki te usl ovi za ramnovesi e sl eduva

$$F_A = F_B = \frac{F_n}{2} = \frac{15474,21}{2} = 7737,1 [N]$$

a so toa maksimalnata vrednot na svi tkuvawe e vo to~kata Z i taa i znesuva

$$M_Z = F_A \frac{l}{2} = 7737,1 \cdot 300 = 2321131,3 [Nmm]$$

taka { to di jagramot na stati ~ki te gol emi ni i zgl`eda kako { to e pri ka`ano na sl ednata sl i ka



#### - Dimenzionirawe na vrat iloto vo presekot Z

Kako { to se gleda od poslednata slika, vo presekot Z postoi moment na svi tkuvawe  $M_z = 232113,3$  [Nmm] i vrte`en moment  $T = 1708560$  [Nmm]. Spored toa popre~ni ot preseka na vratiloto vo ova a to~ka e izlo`en na slo`eno napregnuvawe od svi tkuvawe i torzija, pa vrednosta na pre~ni kot na vratiloto vo ovoj preseku, spored **7.60**, i znesuva

$$d_{iz} = \sqrt[3]{\frac{10M_{vz}}{\sigma_{ds}}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 2528877,8}{47}} = 81,33485 \approx 81,3 \text{ [mm]}$$

pri vi rtuel en moment na svi tkuvawe (**7.59**)

$$M_{vz} = \sqrt{M_{sz}^2 + \left(\frac{\sigma_{ds}}{2\tau_{dt}} T\right)^2} = \sqrt{232113,3^2 + \left(\frac{47}{2 \cdot 40} \cdot 1708560\right)^2} \approx 2528877,8 \text{ [Nmm]}$$

kade { to spored **4.07** i **tab.3.2**

$$[\sigma_D] = \sigma_D \frac{Y_X Y_R Y_N}{\beta_k} = 190 \cdot \frac{0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{1,5} = 70,933333 \approx 71 \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ -kri ti ~en napon na svi tkuvawe}$$

i

$$[\tau_D] = \tau_D \frac{Y_X Y_R Y_N}{\beta_k} = 160 \cdot \frac{0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{1,5} = 59,733333 \approx 60 \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ -kri ti ~en napon na usukuvawe za}$$

materijal na vratiloto **Č.0452**,

a spored **4.11**

$$\sigma_{sd} = \frac{[\sigma_D]}{S_v} = \frac{71}{1,5} = 47,333 \approx 47 \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ - dozvolen napon na svi tkuvawe za materijal na vra-}$$

tiloto **Č.0452** i

$$\tau_{dt} = \frac{[\tau_D]}{S_v} = \frac{60}{1,5} = 40 [N/mm^2] - \text{dozvoljen napon na usukuvawe za materijal na vratiloto } \check{C}.0452.$$

Poradi `leba za normalen klin bez naklona vrednost na vistsinski otprenik vo preseku Z}e bi de

$$d_z = 1,15d_{iz} = 1,15 \cdot 81,3 = 93,54 [mm]$$

i standardiziran spored *t ab. 1.1* i **R20**

$$d_{zs} = 100 [mm]$$

**- Dimenzionirawe na vratiloto vo potporata B**

Vo potporata B vratiloto e optovareno samo so vrte`ni ot moment, taka { to pre`nik na vratiloto vo ovaatoka spored **7.58**, }e bi de

$$d_{iB} = \sqrt[3]{\frac{5T}{\tau_{dt}}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 1708560}{40}} = 59,774 \approx 59,8 [mm]$$

i standardna vrednost (*t ab.1.1*)

$$d_{Bs} = 60 [mm]$$

**39. 3 Izbor na trkala~ko le`i { te vo potporata B**

Ekvivalentna vrednost na optovaruvaweto vo potporata B i znesuva

$$F_{eB} = XF_{rB} + YF_{aB} = 1 \cdot 7737,1 + 1,6 \cdot 0 = 7737,1 [N]$$

pri

$X = 1,0$  - faktor { to go zema predvid vrteweto na vnatre`ni ot prsten na radijalno top`esto ednoredno le`i { te (*pretpostaveno t ab.10.7, t ab.10.8 i li t ab.10.9*),

$F_{rB} = 7737,1 [N]$  - totalna (*vkupna*) radijalna reakcija vo potporata B,

$Y = 1,6$  - faktor spored pretpostaveni ot tip na le`i { tetoi

$F_{aB} = 0 [N]$  - totalna (*vkupna*) aksijalna reakcija vo potporata B.

Potrebna di namirakata nosivost na trkala~koto le`i { te vo potporata B spored **10.13** }e bi de

$$C_B = K_\theta K_A F_{eB}^p \sqrt{\frac{L_h n}{277,75}} = 1,0 \cdot 1,3 \cdot 7737,1 \cdot \sqrt[3]{\frac{6000 \cdot 12,4}{277,75}} \approx 64837,74 [N] = 64,84 [kN]$$

pri

$K_\theta = 1,0$  - spored **t ab.10.4** faktor za pogonska temperatura  $t = 90^\circ \leq 100^\circ C$

$K_A = 1,3$  - pogonski faktor za zap`est prenos so obir`na obrabotka na bokovite od zapcite,

$p_z = 3$  - eksponent na koren ot top`esti trkala~ki le`i { ta,

$L_h = 6000 [h]$  - barani ot vo zadata vek na traewena le`i { tetoi,

$n = 12,4 [s^{-1}]$  - za`estenost na vrte`i na vratiloto ABS.

Spored toa, za pre`nik na vratiloto  $d_{Bs} = 60 [mm]$ , vistsinskata di namirakamo} na nosewe za trkala~ko le`i { te *t ip 60112* ili stara oznaka *BC 01*, spored *t ab.10.6*

$$C = 22,75 [kN] < 64,84 [kN] = C_B$$

{ to zna`i pretpostaveni ot tip trkala~ko le`i { te *t ip 60112* ne zadovoluva, no zatoa pak trkala~koto top`esto le`i { te *t ip 60412* (*t ab.10.9*) so

$$C = 83,35 [kN] > 64,84 [kN] = C_B$$

gi zadovoluva rabotnite uslovi, poradi { to vo potporata B se izbiraradijalno top`esto ednoredno le`i { te so osnovna oznaka *60412* (*t ab.10.9*) so slednite podatoci:

$$d = 60 [mm]; \quad D = 150 [mm]; \quad B = 35 [mm]; \quad r = 3,5 [mm]; \quad C = 83,35 [kN]$$