

## 7.3 Vratila

Vo konstrukti vna smisla, *obi~nite vratila* ne se razlikuaat mnogu od oskite. Osnovnoto { to vratiloto go razlikuva od oskata e negovoto optovaruvawe. Za razlika od oskite { to vo karakteristi~nite to~ki se optovareni samo na *svit kuvawe (fleksija)*  $\sigma_s$  i na *povr{inski prit isok p* vo potporite (*le`i{tata*) vratilata se optovareni i na *usukuvawe (torzija)*  $\tau_t$  { to proizleguva od dejstvuvaweto na popre~nata, ekscentri~no postavena sila kako rezultat na vrte`niot moment  $T$  { to vratiloto go prima i go predava ponatamu na drugi vratila.

Pokraj obi~nite, postojat i *specifi~ni vratila* koi i maat primena kaj neкои specijalni ma{ini kako { to se na primer: *kolenest ot o vratilo* { to se primenuva kaj motori te so vnatre{no sogoruvawe, *kardanskot o vratilo* optovareno i sklu~ivo na torzija, a i maat po{iroka primena kaj drumski te i {inski te vozila, kaj avioni te i kaj neкои alatni ma{ini i *elasti~not o vratilo* { to se previtkuva i prenesuva vrte`en moment vo razni pravci, a se состоi od edna ili pove}e`ici svitkani vo vid na cilindri~na navojna pru`ina ~ii navoi se dopiraat. Ova vratilo nao|a primena kaj podvi`nite mali alatki, na primer alatka za brusewe so podvi`na brusna plo~a, za dupewe ili za ~istewe kotelski vodogrejni cevki. Isto taka elasti~noto vratilo se primenuva kaj brzimerite vo vozilata, vo zabotehnikata. Zaradi za{tita od vlaga i ne~istotija vakvite vratila mo`at da bidat obvitkani so ko`a, polivinil ili, pak, da bidat smesteni vo elasti~na ~eli~na cevka.

### 7.3.1 Optovaruvawe na vratilot o

Silite i momentite { to go optovaruvaaat vratiloto mo`at da bidat *redovni i povremeni*.

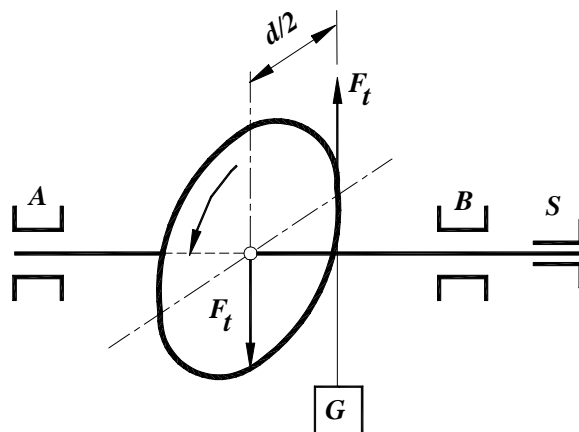
Vo redovnite silii spa|aat:

1. *masite (te`inite)* na elementite { to se pričvrsteni na vratiloto kako zap~enci, remenci, frikcionii trkala, spojnicii, razni vrtlivi trkala od pumpii turbini i dr. Vo fazata na proekti rawe ni vnata masa e nepoznata, taka { to dokolku se raboti za evidentno te{ki vratila ni vnata masa se pretpostavuva, dodeka za lesni i kusi vratila taa se zanemaruva,

2. *sopstvenat a masa (težina)* na vratiloto koja isto tako ne e poznata, pa ili približno se procenjuje (*pretpostavlja*) za težišnice ili, pak, se zanemaruje za lesnate vratila,
3. *perifernite sili* na elemente koje prenose vrtenje momente koje vrtiloto optovaruje na *torziju (usukivanje)* i na *svitkivanje (fleksiju)*. Vakvite sile uopšte slučaj se proizvoljno nakloneti kon vratiloto u zavisnost od položaja, mestoto na zafat na spregnati element kako i od nasokata na vrtenje na vratiloto. So njihovo razlozivanje se sveduwa na *radijalne (vertikalne i horizontalne)*, a ponekad se pojavuwa i *aksijalne* komponente na sile koje optovaruwa vratiloto. *Radijalne* komponente go optovaruwa vratiloto na *svitkivanje (fleksiju)* u soodvetnata ramna, a *aksijalne* na *pritisok (presija)* ili na *istegnuvawe (ekstenzija)*, zavisno od nasokata na dejstvovanje u odnosu na fiksno težište. Aksijalne sile koje optovaruwa vratiloto poteknuwa od cilindričnih zaprta parova ili pak od koničnih zaprta parova.

### 7.3.1.1 Optovaruvawe na vratiloto pri podizanju tovar so pomoć na trkalce

Pri podizanju tovar so konstantna brzina  $v$  [m/s] (sl. 7.8)



Sl. 7.8 Podizanje tovar so trkalce i jače

perifernata sila iznesuwa

$$F_t = g m = 9,81 m \approx 10 m \quad [N] \quad 7.30$$

pri { to

$m$  e masa na tovarot vo [kg]

$g$  e zemjina gravitacija vo [m/s<sup>2</sup>]

pa bi dejki vrte`ni ot momente

$$T = 159155 \frac{P}{n} = F_t \frac{d}{2} \quad 7.31$$

za nepoznatata sila { to deluva na periferijata od trkaloto (*periferna sila*) mo`e da se napi{e

$$F_t = 2 \cdot 159155 \frac{P}{d n} = 318310 \frac{P}{d n} \quad [N] \quad 7.32$$

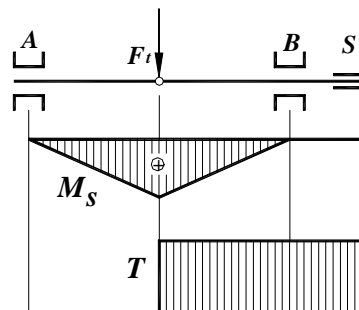
pri { to e

$P$  [kW] e silina { to preku spojnicata  $S$  ja pri vratiloto ABS,

$D$  [mm] e pre~nik na trkaloto,

$n$  [s<sup>-1</sup>] e za~estenoet na vrte`ni na vratiloto vo.

So redukcija na silata  $F_t$  vo centrat na trkaloto, vratiloto e optovareno na svi tkuvawe  $\sigma_s$  od momentot na svi tkuvawe  $M_s$  i na torzija  $\tau_t$  od vrte`ni ot moment  $T$  pome|u trkaloto i spojnicata  $S$  (sl.7.9).



Sl.7.9 Opt ovaruvawe na vrat ilot o od podigawe t ovar so t rkal o i ja`e

### 7.3.1.2 Opt ovaruvawe na vrat ilot o od frikcionen prenosnik

### 7.3.1.2.1 Opt ovaruvawe na vrat i lot o od remen prenosni k

Na *sl.7.10* { ematski e prika` an primer na remen prenosni k kade { to silinata od vratiloto I se predava na vratiloto II, pri { to zaradi potre-  
bata od prethodno pri tegnuvawe na remenot zaradi ostvaruvawe na silata na  
triewe, na remenicite se pojavuva sila  $F$  od prethodno pritegawe na  
remenot vo nasoka kon centarot na drugata remeni ca i koja iznesuva

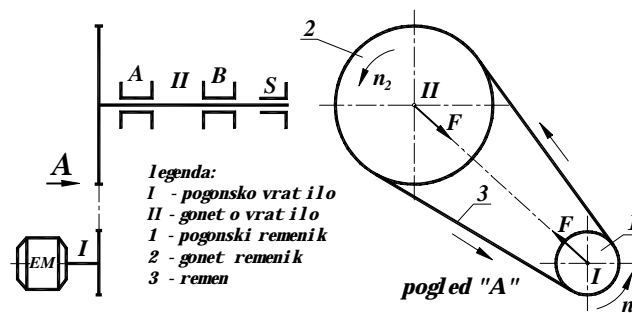
$F = 2 F_t$  - za kl i nest remeni

$F = 3 F_t$  - za pl oskat remen prenosni k.

Pri toa vrednosta na peri fernata sila { to vratilata gi optovaruva na  
svi tkuvawe i na torzi ja, se presmetuva spored ravenki te

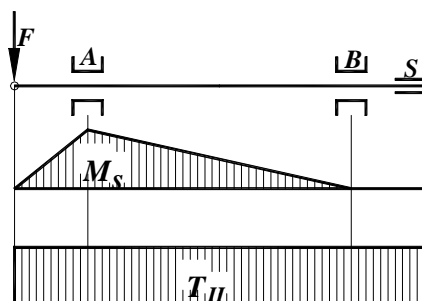
$$F_{t1} = 318310 \frac{P_1}{d_1 n_1} \text{ - za pogonskoto i}$$

$$F_{t2} = 318310 \frac{P_2}{d_2 n_2} \text{ - za gonetoto vratilo}$$



*Sl.7.10* Opt ovaruvawe na vrat i lot o od remen prenosni k

Na *sl.7.11* se pri ka` ani di jagrami te na optovaruvaweto za vratilo II vo  
ramni na na silata od prethodnoto pri tegnuvawe  $F$ .



Sl.7.11 Dijagrami na opt ovaruvawe za vrat ilo II od remeni ot prenosni k prika`an na sl.7.9

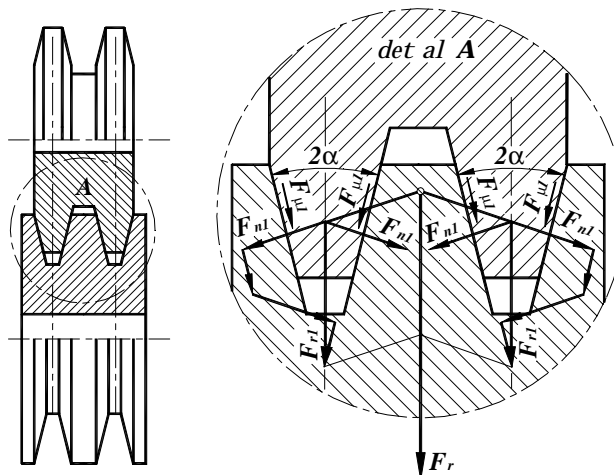
### 7.3.1.2 Opt ovaruvawe na vrat ilo od cilindri~ni frikcionni parovi

Prenesuvaweto na vrte`ni ot moment od pogonskoto na gonetoto trkalo se ostvaruva samo pod uslov da se obezbedi me|usebno trkalawe bez li zgawe na ednoto po drugoto trkalo. Za taa cel rabotnite povr{ini se pri tegnuvaat edna kon druga so opredelena normalna sila  $F_n$  koja treba da obezbedi sila na triewe  $F_\mu$  {to }e bide pogolema ili, vo kraen slu-aj, ednakva na potrebnata peri ferna sila  $F_t$ , t.e

$$F_{t1} = 318310 \frac{P}{n_1 d_1} = 318310 \frac{P}{n_2 d_2} = F_{t2} = F_t \leq F_\mu = \mu F_n \quad 7.33$$

Cilindri~nite frikcionni parovi mo`at da bi dat na`lebeni so eden ili pove}e `lebovi po periferijata na trkalata. Taka na sl.7.12 e prika`an frikcionen par so dva `leba, pri {to se gl eda deka potrebnata vrednost na silata na prethodnoto pri tegnuvawe na ednoto vo odnos na drugoto trkalo pri z`lebovi e dadena so sl edni ot izraz

$$\begin{aligned} F_r &= 2z F_{n1} \sin\alpha + 2z F_{\mu1} \cos\alpha = F_n \sin\alpha + \mu F_n \cos\alpha = \frac{F_t}{\mu} \sin\alpha + \mu \frac{F_t}{\mu} \cos\alpha = \\ &= F_t \left( \frac{\sin\alpha}{\mu} + \cos\alpha \right) = F_t \frac{\sin\alpha + \mu \cos\alpha}{\mu} \end{aligned}$$



## Sl.7.12 Opt ovaruvawe od cilindri~en na`leben par

taka { to za agol na `lebot  $2\alpha = 180^\circ$  t.e.  $\alpha = 90^\circ$  se dobi va mazen cilindri~en frikcionen par (sl.7.13), pri { to za minimalnata sila na prethodnoto pri tegnuvawe na ednoto kon drugoto trkalo se dobi va sledni ot izraz

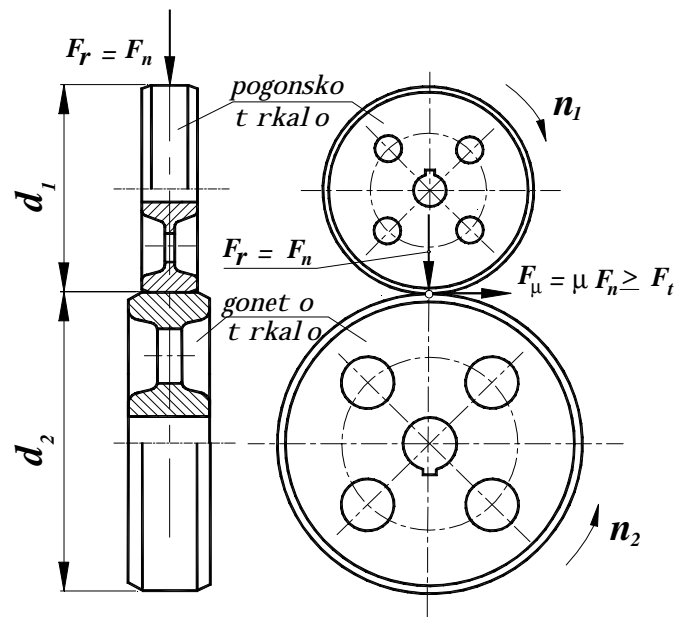
$$F_r = F_n = \frac{F_t}{\mu} \quad 7.35$$

Kaj cilindri~nite frikcionni trkala vratiloto e optovareno so *periferna* (tangencialna) sila  $F_t$  vo ednata i so radijalnata sila  $F_r$  vo drugata ramni na, ili so ni vnata rezultanta

$$F_R = \sqrt{F_t^2 + F_r^2} = F_t \sqrt{1 + \left(\frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\mu}\right)^2} \quad 7.36$$

vo ramni na vo koja le`i taa, taka { to za *cilindri~nite* (mazni) frikcionni parovi ( $\alpha = 90^\circ$ ) iznesuva

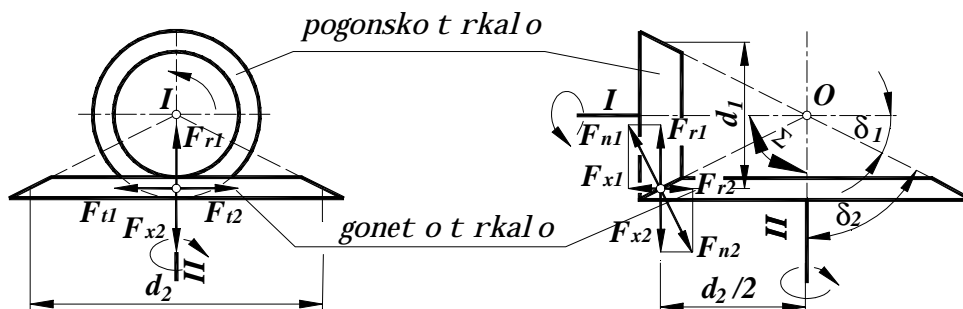
$$F_R = F_t \sqrt{1 + \frac{1}{\mu^2}} = \frac{F_t}{\mu} \sqrt{\mu^2 + 1} = F_n \sqrt{\mu^2 + 1} = F_r \sqrt{\mu^2 + 1} \quad 7.37$$



Sl.7.13 Opt ovaruvawe od cilindri~en frikci onen par

### 7.3.1.2.3 Opt ovaruvawe na vrat ilat a od koni~en frikci onen par

Koga dvete vratila se se~at pod nekoj agol frikci onite trkala pretstavuvaat prese~eni konusi ~i i vrvovi se se~at vo prese~nata to~ka na ni vni te oski  $O$  kako { to e pri ka` ano na sl.7.14.



Sl.7.14 Opt ovaruvawe od koni~en frikci onen par

Za poznata vrednost na silinata  $P$  [kW], za~estenosta na vrte` ite  $n_1$  odnosno  $n_2$  kako i pre~nici te na trkalata  $d_1$  i  $d_2$ , silite { to gi optovaruvaaat dvete vratila se odredeni so slednite ravenki :

$$F_{t1} = 318310 \frac{P}{d_1 n_1} = 318310 \frac{P}{d_2 n_2} = F_{t2} = F_t$$

$$F_{x1} = F_{n1} \sin \delta_1 = \frac{F_t}{\mu} \sin \delta_1 = \frac{F_t}{\mu} \sin(90 - \delta_2) = -\frac{F_t}{\mu} \cos \delta_2 = -F_{r2} \quad 7.38$$

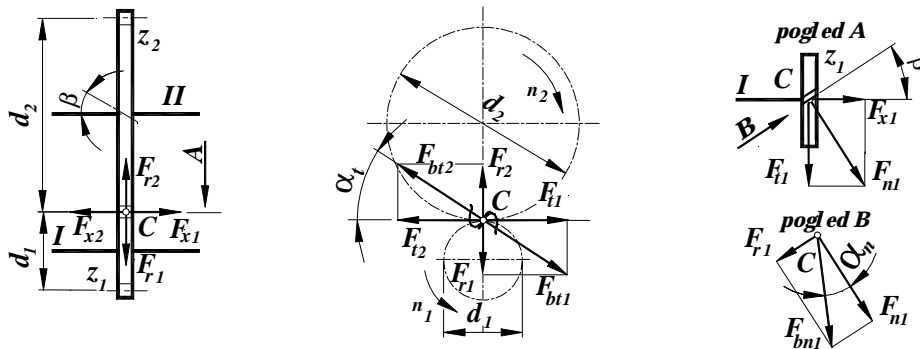
$$F_{x2} = F_{n2} \sin \delta_2 = \frac{F_t}{\mu} \sin \delta_2 = \frac{F_t}{\mu} \sin(90 - \delta_1) = -\frac{F_t}{\mu} \cos \delta_1 = -F_{r1}$$

Pokraj toa, vratilata se optovareni u{ te i so moment na svi tkuvawe

$$M_I = F_{x1} \frac{d_1}{2} \quad \text{i} \quad M_{II} = F_{x2} \frac{d_2}{2} \quad 7.39$$

### 7.3.1.3 Opt ovaruvawe na vrat ilat a od zap~est par

Na sl.7.15 { ematski e prika` an prost cilindri~en zap~est prenosnik  $z_1/z_2$  koj ja prenesuva sil i nata  $P_1$  [kW] od vratiloto I (pogonsko) na vratiloto II (gonet o).

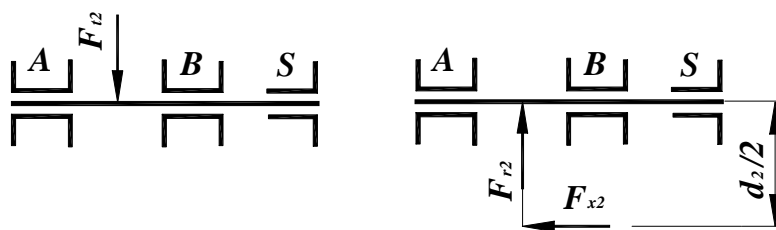


Sl.7.15 Opt ovaruvawe od cilindri~en zap~est par

Vo op{ t slu~aj koga cilindri~ni te zap~esti parovi se izveduvaat so kosi zapci { to na slikata e def inirano so agolot na zapcite  $\beta$  (pogled A), a vrednosta na agolot na dopirnicata (agol pome|u tangencijal nata  $F_t$  i normal nata sil a  $F_n$ ), vo ramni nata { to e normal na na bokovite na zapcite (pogled B) e standardna i iznesuva  $\alpha_n = 20^\circ$ .

Za pogonski ot zap~enik  $z_1$ , nasokata na tangencijal nata sil a  $F_{t1}$  { to go optovaruva vratiloto I e sprotivna od nasokata na vrtewe na zap~enikot, a za goneti ot  $z_2$  taa e vo nasokata na vrtewe na zap~enikot. Radijalni te i aksijani te sil i  $F_r$  i  $F_x$  te` neat da gi oddale~at dvata zap~enika, t.e.  $F_{r1}$  del uva kon centarot na  $z_1$ , a  $F_{r2}$  kon centarot na  $z_2$ .

Vo soglasnost so ovie stavovi za vratiloto II, na sl.7.16 se prika` ani optovaruvawata vo horizontal nata i vo vertikal nata ramni na.



horizontalna ramni na

vertikalna ramni na

Sl.7.16 Opt ovaruvawata na vratiloto II spored sl.7.14

Za poznata vrednost na sililnata  $P$  [kW] i zaestenosn na vrteite  $n_I$  i  $n_{II}$  [s<sup>-1</sup>] tangencijalnata (periferna) sila na dvata spregnati zapenika e dadena so sl ednata ravenka:

$$F_{t1} = 318310 \frac{P}{n_1 d_1} = 318310 \frac{P}{n_2 d_2} = F_{t2} = F_t \quad 7.40$$

Spored prostorni prikaz na silite { to dejstvuaat na zapesti ot par (sl.7.14 - pogled B), vo elnata ramni na dejstvuaat tangencijalnata  $F_t$  i radijalnata sila  $F_r$ , taka { to za odnosot pome|u ni v mo` e da se napi { e

$$F_{r1} = F_{r2} = F_r = F_{bn} \operatorname{tg} \alpha_n = F_t \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta} \quad 7.41$$

a bi dej}i od silikata se gl eda deka

$$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha_t \quad 7.42$$

so sporedba na 7.41 i 7.42 sl eduva deka

$$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta} \quad 7.43$$

kade { to

$\alpha_t$  e agol na dopi rni cata vo elnata ramni na

$\alpha_n = 20^\circ$  e agol na dopi rni cata vo normalnata ramni na i

$\beta$  e agol na zabecot

Za odnosot na tangencijalnata  $F_t$  i aksijalnata sila  $F_x$ , spored sl.7.15 pogled A mo` e da se napi { e

$$F_{x1} = F_t \operatorname{tg} \beta = -F_{x2} = F_x \quad 7.44$$

a izrazot za normalnata sila na bokot od zabecot (sl.7.15 pogled A i B) za cilindri en zapest par so kosi zapci gl asi

$$F_{bn} = \frac{F_n}{\cos \alpha_n} = \frac{F_t}{\cos \beta \cos \alpha_n} \quad 7.45$$

Spored toa, za cilindri en zapest par so pravi zapci pri { to agol ot na zapcite e  $\beta = 0^\circ$ , sl eduva

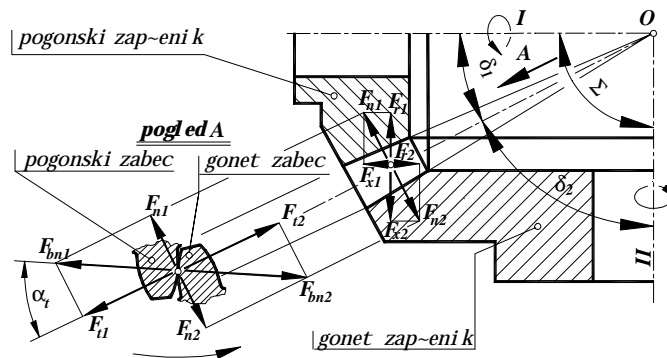
$$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos 0^\circ} = \operatorname{tg} \alpha_n \quad \text{i} \quad \alpha_t = \alpha_n = 20^\circ \quad 7.46$$

$$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha_n = F_t \operatorname{tg} 20^\circ \quad \text{i} \quad F_x = F_t \operatorname{tg} 0^\circ = 0 \quad 7.47$$

$$F_{bn} = \frac{F_t}{\cos 0^\circ \cos \alpha_n} = \frac{F_t}{\cos \alpha_n} = F_n \quad 7.48$$

{ to poka` uva deka normal nata ramni na na bokovi te od zapci te kaj vakvi te cilindri~ni parovi se poklopuva so ~el nata ramni na i vo takov slu~aj aksi jal nata si la e  $F_x = 0$ .

Zap~estite parovi { to povrzuvaaat dve vratila ~ii oski se se~at pod nekoj agol  $\Sigma$  pretstavuvaaat nazabeni prese~eni konusi so zaedni~ki vrv vo to~kata  $O$ . Naj~esto se izveduvaaat koni~ni zap~esti parovi ~ii vratila se se~at pod prav agol. Na *sl.7.17* { ematski se prika` ani silite { to gi optovaruvaaat zapci te na eden koni~en zap~est par so kosi (*pa i kri vi*) zapci za vratila { to se se~at pod prav agol, so { to gi optovaruvaaat i vratila.



*Sl.7.17 Opt ovaruvawa od koni~en zap~est par so kosi odn. kri vi zapci*

Od *sl.7.17* se gleda deka normal nata si la na bokot od zabecot e def i ni rana so sl ednata ravenka:

$$F_{bn1} = F_{bn2} = F_{bn} = \frac{F_t}{\cos \alpha_t} \quad 7.49$$

vrednosta na aksi jal ni te si li

$$F_{x1} = F_{n1} \sin \delta_1 = F_t \operatorname{tg} \alpha_t \sin \delta_1 \quad \text{i} \quad F_{x2} = F_{n2} \sin \delta_2 = F_t \operatorname{tg} \alpha_t \sin \delta_2 \quad 7.50$$

a vrednosta na radi jal ni te komponenti

$$F_{r1} = F_{n1} \cos \delta_1 = F_t \operatorname{tg} \alpha_t \cos \delta_1 \quad \text{i} \quad F_{r2} = F_{n2} \cos \delta_2 = F_t \operatorname{tg} \alpha_t \cos \delta_2 \quad 7.51$$

pri { to

$tg\alpha_t = \frac{tg\alpha_n}{\cos\beta_m}$  za kri vi i  $tg\alpha_t = \frac{tg\alpha_n}{\cos\beta}$  za kosi zapci, a

$\beta_m$  e sredna vrednost na agol ot na navojni cata kaj zap~eni ci te so kri vi zapci.

Spored gorni te i zrazi, za koni ~ni te zap~esti parovi so pravi zapci e

$$\beta_m = \beta = 0 \quad \text{pri } \{ \text{to e } \alpha_t = \alpha_n = 20^\circ$$

pa si li te { to gi optovaruvaa zapci te pa i vratil ata se def i ni rani so

$$F_{x1} = F_{n1} \sin\delta_1 = F_t \operatorname{tg}\alpha_n \sin\delta_1 \quad \text{i} \quad F_{x2} = F_{n2} \sin\delta_2 = F_t \operatorname{tg}\alpha_n \sin\delta_2 \quad \mathbf{7.52}$$

i

$$F_{r1} = F_{n1} \cos\delta_1 = F_t \operatorname{tg}\alpha_n \cos\delta_1 \quad \text{i} \quad F_{r2} = F_{n2} \cos\delta_2 = F_t \operatorname{tg}\alpha_n \cos\delta_2 \quad \mathbf{7.53}$$

### 7.3.2 Presmetka na vratila

Otkako se def i ni rani si te optovaruvawa na vratiloto od koi vratiloto e izlo`eno na napregnuvawa od *svitkuvawe (fleksija)* i *usukuvawe (torzija)*, najnapred e potrebno da se izvr{i stati~ka presmetka na vratiloto, t.e. da se izvr{i presmetuvawe na reakciite vo potporite (rakavci te), kako i da se presmetaat momentite na svitkuvawe  $M_{sj}$  kako i vrte`ni ot moment  $T_j$  vo site karakteristi~ni to~ki. Otkako istite grafi~ki }e se pretstavat, se preminuva na di menzi oni rawe na pre~ni ci te na vratiloto vo zavisnost od vidot na napregnuvaweto na koe e izlo`en soodvetni ot presek.

Taka, za *preseci { to se izlo`eni na ~isto svitkuvawe*, vrednosta na naponot od svitkuvawe se presmetuva po slednata ravenka

$$\sigma_{sj} = \frac{M_{sj}}{W_j} = \frac{32 M_{sj}}{\pi d_j^3} \quad \mathbf{7.54}$$

kade { to

$j$  e indeks na presekot,

$W_j$  e otporen moment na presekot,

$d_j$  e mi ni mal no potrebna vrednost na pre~ni kot na popre~ni ot presek  $j$ .

O~igledno e deka vo izrazot za naponot od svitkuvawe postojat dve nepoznati golemi ni i toa naponot od svitkuvawe  $\sigma_{sj}$  i vrednosta na pre~ni kot  $d_j$ , no zatoa, pak, se znae deka vrednosta na naponot od svitkuvawe

ne smee da ja pre~ekori dovolenata vrednost  $\sigma_{sd}$  za izbrani ot materijal (t ab.3.2 do t ab.3.5), { to se presmetuva spored nasoki te dadeni vo pogl avjata 4.2 i 4.3.

Spored toa mo` e da se napi { e deka

$$\sigma_{sj} = \frac{32 M_{sj}}{\pi d_j^3} \leq \sigma_{sd} \quad 7.55$$

od kade { to i zrazot za pre~ni kot vo presekot  $j$  gl asi

$$d_j \geq \sqrt[3]{\frac{32 M_{sj}}{\pi \sigma_{sd}}} \approx \sqrt[3]{\frac{10 M_{sj}}{\sigma_{sd}}} \quad 7.56$$

Za presecite vo koi post oi samo vrt e` en moment  $T_j$ , presekot e optovaren na usukuvawe, taka { to vrednosta na naponot od usukuvawe vo presekot se presmetuva spored ravenkata

$$\tau_{uj} = \frac{T_j}{W_{0j}} = \frac{16 T_j}{\pi d_j^3} \leq \tau_{ud} \quad 7.57$$

kade { to

$T_j$  e vrednost na vrte` ni ot moment vo presekot  $j$ ,

$\tau_{ud}$  e dovol en napon na usukuvawe spored nasoki te vo pogl avjata 4.2 i 4.3,

$W_{0j}$  e pol aren otporen moment na presekot  $j$ .

Od posl edni ot i zraz, za potrebni ot pre~ni k vo presekot se dobi va sl edni ov i zraz

$$d_j \geq \sqrt[3]{\frac{16 T_j}{\pi \tau_{du}}} \approx \sqrt[3]{\frac{5 T_j}{\tau_{du}}} \quad 7.58$$

Vo presecite vo koi post oi i moment na svi t kuvawe  $M_{sj}$  i moment na t orzija  $T_j$  vl adee sl o` en napon, t.e. vratiloto e izlo` eno na svi tkuvawe i na usukuvawe. Vo takvite preseci vratiloto se dimenzi onira spored virt uelni ot moment na svi tkuvawe

$$M_{vj} = \sqrt{M_{sj}^2 + \left(\frac{\sigma_{sd}}{2 \tau_{td}} T_j\right)^2} \quad 7.59$$

pri { to potrebnata vrednost na pre~ni kote

$$d_j = \sqrt[3]{\frac{32 M_{vj}}{\pi \sigma_{sd}}} \approx \sqrt[3]{\frac{10 M_{vj}}{\sigma_{sd}}} \quad 7.60$$

Vo site karakteristi~ni prese~ni vo koi se montirani elementi koi slu`at za prenos na vrte`ni ot moment (frikcioni i nazabeni trkala, spojnic), poradi namal uvaweto na prese~ni so `leb za klin, presmetanata vrednost na pre~ni kot se zgol emuva spored

$$d'_j = (1,1 \text{ do } 1,3) d_j$$

Pritoa, pogolemite vrednosti vo zagradata se koristat za pomalite, a pomalite za pogolemite pre~nici  $d_j$ . Vaka zgolemenite pre~nici se standardiziraat spored *tab.1.1* na prvata pogolema vrednost, pri {to se dobi vaat defitivnite pre~nici  $d_j$ . Ako vo rakavcite se predviduvaat trkala~ki le`i {ta, nivnite pre~nici se usoglasuvaat so standardnite pre~nici na tie le`i {ta (*tab.10.7* do *tab. 10.20*).

Za t.n. *kruti vratila* (glavni vretena za alatni ma{ini, vratila na toplinski turbini, elektromotori i elektrogeneratori i dr.) potrebno e da se izvr{i kontrola vo odnos na *dozvolente deformacii* (ukloni, nakloni i agol na usukuvawe), a neкои od nivduri i se dimenzi oni raat po taa osnova, taka {to rabotnite naponi se mnogu pomali od dozvolente.

Najposle, odgovornite vratila treba da se proverati vo odnos na oscilacii te, t.e. kaj niv ne smee da se dozvoli rabota vo rezonantnata oblast na za~estenosta na vrte`ite, tuku istite da rabotat so okolu 30% pomal i ili pogolema za~estenost na vrte`ite.

### 7.3.3 Konst rukt i vno obl i kuvawe na oskit e i vratilat a

Kako {to e izneseno vo poglavje 7.2 idealni ot oblik na oskata pa i vratiloto e parabol i~en (*sl.7.7b*) no od pove}e pri~ini koi se navedeni vo istoto poglavje f akti~ki ot oblik na vratiloto se razli kuva od idealni ot, taka {to toa se izrabotuva stepenesto so toa {to ni eden f akti~en pre~nik ne smee da bi de pomal od idealni ot na toa mesto.

Logi~no e (poradi gol eminata na optovaruvaweto, a i poradi mo`nosta za monta`a) najgol emi ot pre~nik da se nao|a nekade pome|u le`i {tata, taka {to ode}i kon kraevite istiot se namal uva stepenesto sledej}i ja od navvorenata strana l i ni jata na idealni ot oblik na vratiloto.

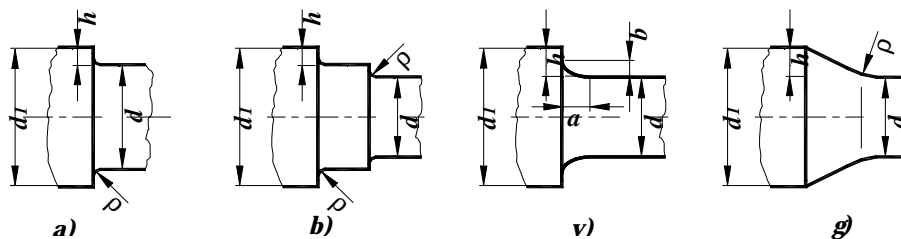
Preminite se pravat so prvenstvena cel da slu`at kako nasloni na elementi te za prenos na vrte`ni ot moment (spojni ci, frikcion i nazabeni trkala) i na le`i{tata ili, pak, zaradi sledewe na idealni ot oblik na vratiloto. Pri toa treba da se odbegnuvaat gol emi skokovi pome|u sosedni te premi ni {to, poradi optovaruvawata, mo`at da se javat na primer kaj dolgi te vratila optovareni so sila nekade vo sredi na pome|ule`i{tata. Vo takov slu~aj, na delovite pome|u silata i le`i{tata konstruktivno se izveduvaat eden ili pove}e premi ni, vodej}i smetka za izbor na standardni vrednosti na pre~nici te.

Preodot od eden vo drug prem i n se izveduva so radius na zaobluvawe  $\rho \geq 0,1d$  (sl.7.18a) ili so elipti ~en premi n (sl.7.18v). Kaj kovani te vratila povi sokite premi ni se izveduvaat so dva (sl.7.18b) ili pove}e premi ni ili so koni ~en premi n (sl.7.18g). I naku re{eni jata so koni ~eni so dva i pove}e premi ni, dokol ku vratiloto se izrabortuva od kru`en prof il bara at skapa obrabotka so simnuvawe stru{ka, {to vo kraen slu~aj go poskapuva i finalni ot proizvod. Pri oblikuvaweto na premi not {to slu`i kako potpora na gl avi na potrebno e da bi de zapazen odnosot

$$d_1 = d + 2h \geq d + 2\rho \quad 7.61$$

od kade {to sl eduva deka

$$h \geq \rho \geq 0,1d \quad 7.62$$



Sl.7.18 Premi n od pomal kon pogol em pre~ni k na vrat il ot o

Pri oblikuvaweto na premi n {to treba da slu`i kako naslon na trkala~ko le`i{te, poradi premali ot radius na zaobluvaweto na rabot od prstenot na le`i{teto i potrebata da se obezbedi dobro i pravilno nal egnuvawe, radiusot na premi not  $\rho$  mora da bi de pomal od radiusot na rabot od le`i{teto  $r$  t.e.

$$\rho < r$$

kade {to

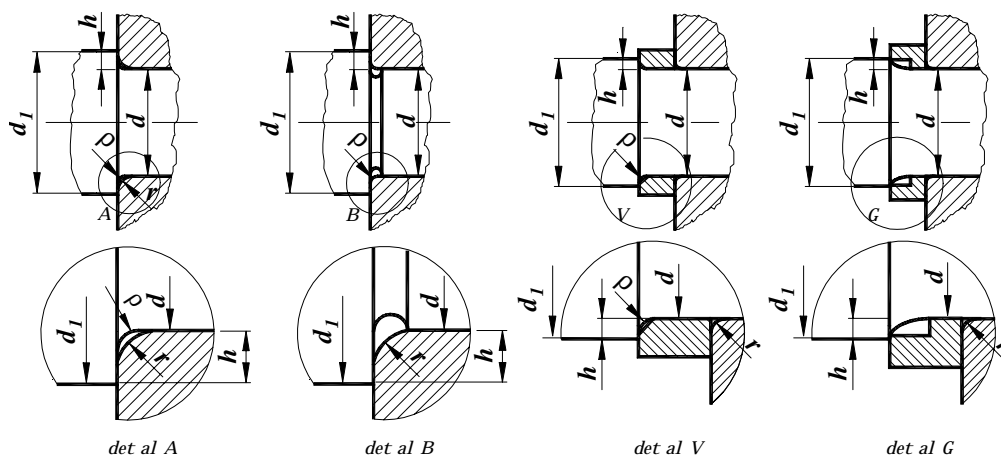
$r$  e radius na zaobljavane na rabot od trkala-koto le`i { te i  
 $\rho$  e radius na zaobljavane na premi not od vratiloto.

Propi { ani te vrednosti na radiusot na zaobljavaweto na premi not  $\rho$ , kako i vrednosta na visoi nata na premi not vo zavisnost od vrednosta na radiusot na zaobljavane na rabot od le`i { teto  $r$  za montirawe na trkala-koto le`i { te spored detal A na sl.7.19, se daeni vo tab.7.4.

Tab.7.4 Radius na zaobljavane na premi n kaj vratilo

$r$	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	za le`i { te od
$\rho$	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,2	2,5	3,0	-
$h$	0,9	1,3	1,6	1,9	2,3	3,0	3,7	4,5	5,1	5,8	7,3	red na pre-ni ci 9 i 0
	1,3	1,8	2,1	2,4	2,8	3,5	4,5	5,5	6,0	7,0	8,5	red na pre-ni ci 1, 2 i 3
	-	-	-	-	-	4,5	5,5	6,5	7,0	8,0	10,0	red na pre-ni ci 4

Na sl.7.19 vo sklop se prikani nekolku naini na oformuvawe na premi not vo slu-aj na smestuvawe trkala-koto le`i { te na rakavecot.

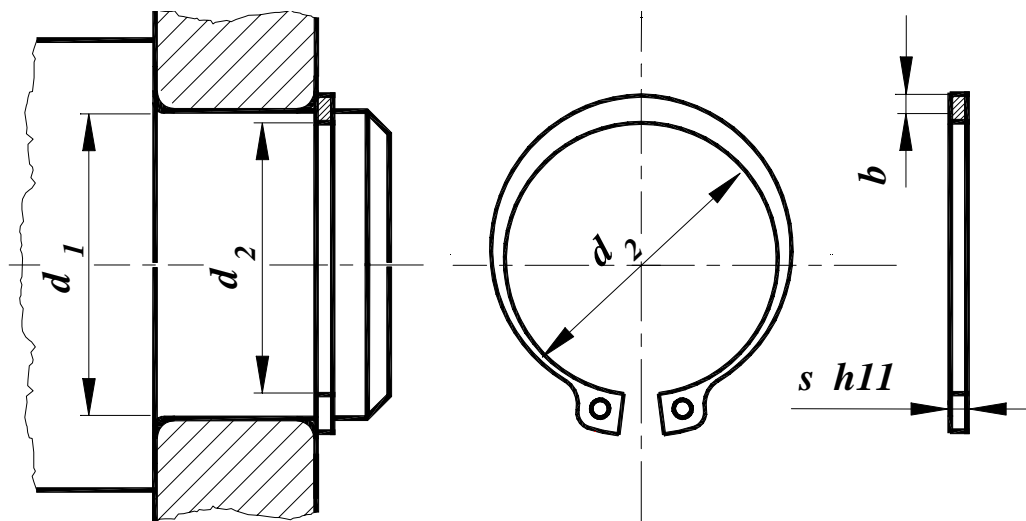


Sl.7.19 Montirawe na trkala-koto le`i { te na rakavecot od vratiloto

Za da se odbegne skapoto brusewe na rakavecot, na sl.7.19b, vratiloto e izraboteno so `leb, a poradi nedovolnata visoi nata  $h$  na sl.7.19 v ig pomeju prstenot od le`i { teto i premi not na vratiloto e ufrlen prsten.

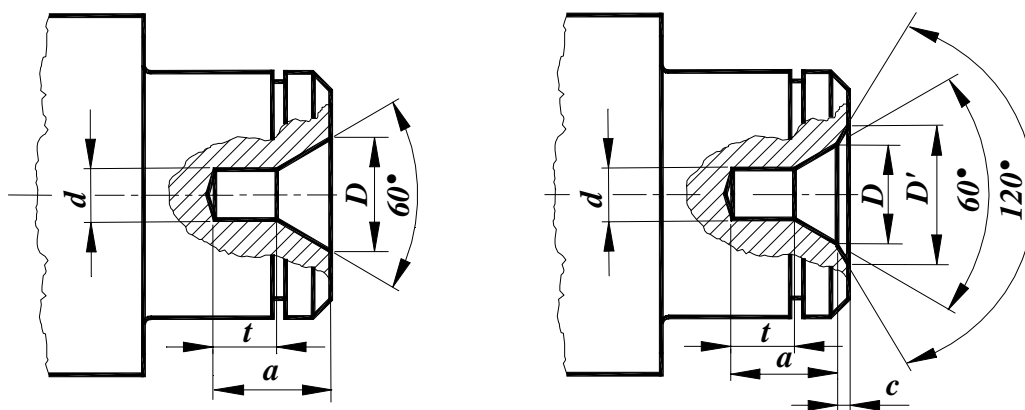
Vo slu-aj koga na rakavecot se montira trkala-koto le`i { te toj ne smee da ima nased od dvete strai n, bidej{i trkala-kite le`i { ta se ednodelni i vo takov slu-aj ni vnata monta`a na rakavecot e nevozmo`na.

Za osi gurvawe od nepo`el noto pomestuvawe na elementi te po oskata na vratiloto naj-esto se upotrebuvaat standardizirani nadvore{ni prstenes-ti osi guruva-i (Seeger – ovi prsteni) ~ij oblik i monta`a se prika`ani na sl.7.20.



Sl.7.20 Seeger – ov nadvore{ en prst enest osi guruva-

Zaradi pravilnoto centri rawe pri obrabotkata so stru`ewe, brusewe i drugo, relati vno dolgi te vratila na kraevi te se obezbeduvaat so standardizirani takanare~eni sredi{ni gnezda, {to se prika`ani na sl.7.21.



*Sl. 7.21 Dve varijanti na sredini { no gnezdo kaj relati vno dolgo vratilo }*