

Rešenje :

1)

$$M_{s \max} = M_s \cdot v_1 = 200 \cdot 1,2 = 240 \text{ Nm}$$

$$F_o = \frac{2M_{s \max}}{D_f} = \frac{2 \cdot 240}{0,2} = 2400 \text{ N}$$

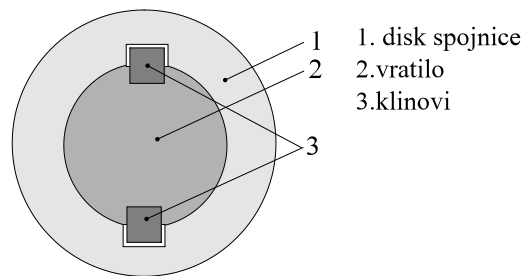
$$F_N = \frac{F_o}{\mu} = \frac{2400}{0,25} = 9600 \text{ N}$$

$$A_f = \frac{F_N}{p_d} = \frac{9600}{25} = 384 \text{ cm}^2$$

$$b = \frac{A_f}{\pi \cdot D_f} = \frac{384}{\pi \cdot 20} = 6,1 \text{ cm} = 61 \text{ mm}$$

$$D_u = D_f - b = 200 - 61 = 139 \text{ mm}$$

$$D_s = D_f + b = 200 + 61 = 261 \text{ mm}$$



2)

$$d = \sqrt[3]{\frac{16M_s}{f \cdot \ddagger_{doz}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 200 \cdot 10^3}{f \cdot 110}} = 21 \text{ mm}$$

$$\ddagger_{doz} = \frac{Rm_{sr}}{\epsilon} = \frac{545}{5} = 109 \text{ N/mm}^2$$

za  $\wedge.0545$  je  $Rm = 500$  do  $590 \text{ N/mm}^2$  pa usvajamo sredinu  $Rm_{sr} = 545 \text{ N/mm}^2$   
v-stepen sigurnosti od 4-6, pa usvajamo sredinu 5

$$d_v = d + 2t = 21 + 2 \cdot 3,5 = 28 \text{ mm} \xrightarrow{\text{stan}} d_s = 28 \text{ mm}$$

3)

$$l_k = 1,5d_v = 1,5 \cdot 28 = 42 \text{ mm}$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{2M_s}{d} \cdot \frac{1}{2l_k(h-t)} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 10^3}{28 \cdot 2 \cdot 42 \cdot (7 - 4,1)} = 59 \text{ N/mm}^2 > P_{doz} = 53 \text{ N/mm}^2$$

Tražimo novu korisnu dužinu klina za koju je površinski pritisak manji od dozvoljenog.

$$l_k' = \frac{M_s}{d \cdot p_{doz}(h-t)} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 10^3}{28 \cdot 53 \cdot 2,9} = 47 \text{ mm}$$

$$l = l_k' + b = 47 + 8 = 55 \text{ mm} \xrightarrow{\text{stan}} l_s = 56 \text{ mm} - \text{iz Praktikuma iza tablice 4.}$$

Dimenzije klina  $l \times b \times h = 56 \times 8 \times 7 \text{ mm}$ .

4) Širina glavina mora biti jednaka bar korisnoj dužini klina u ovom slučaju  $l_k' = 47 \text{ mm}$

## 7. Zakovane veze

8. Dva lima debljine po 10 mm opterećena silom  $F = 640 \text{ daN}$  spojena su zakovicima u nenaponsku vezu.

Ako su :

- prečnik stabla zakivka  $d = 5 \text{ mm}$
- zatezna vrsta  $R_m = 16 \text{ daN/mm}^2$
- odnos zatezne vrste i jačine materijala na smicanje 1.25
- odnos zatezne vrste i jačine materijala na pritisak 1.3
- stepen sigurnosti spoja 4
- koef. trenja 0.3 ; dozvoljeni napon na istezanje  $6 \text{ daN/mm}^2$ .

Potrebno je :

- 1) Naći minimalan broj zakivaka za ostvarenje veze.
- 2) Ukoliko bi veza bila naponska odrediti broj zakivaka u tom slučaju

Rešenje :

1) Pošto je veza nenaponska (opterećenje se ne prenosi trenjem i limovi mogu da klizaju), provera zakovica (dimenzionisanje) se vrši na smicanje i površinski pritisak :

$$a) \text{ Smicanje : } F = \tau_{sd} \cdot n \cdot i \cdot \frac{d^2 \cdot f}{4}$$

$$b) \text{ Pritisak : } F = p \cdot n \cdot u \cdot d$$

gde je :

$n$  - broj zakovica

$i$  - broj smicucih površina (u ovom slučaju jednako 1)

$u$  - debljina lima

$d$  - prečnik zakovice

$$\tau_{sd} = \frac{R_m}{1.25 \cdot \epsilon} = \frac{16}{1.25 \cdot 4} = 3.2 \text{ daN/mm}^2 - \text{dopusten napon na smicanje}$$

$$p = \frac{R_m}{1.3 \cdot \epsilon} = \frac{16}{1.3 \cdot 4} = 3.08 \text{ daN/mm}^2 - \text{dopusten napon na pritisak}$$

$$a) n = \frac{4 \cdot F}{\tau_{sd} \cdot i \cdot d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 640}{3.2 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 3.14} = 10.2 \text{ zakovica}$$

$$b) n = \frac{F}{p \cdot \delta \cdot d} = \frac{640}{3.08 \cdot 10 \cdot 5} = 4.15 \text{ zakovica}$$

Usvaja se 11 zakovica jer je opterećenje na smicanje kritičnije.

$$2) F = n \cdot i \cdot \dots \cdot F_1 = n \cdot i \cdot \dots \cdot \dagger_{zd} \frac{d^2 f}{4} \rightarrow n = \frac{4F}{i \cdot \dots \cdot \dagger_{zd} \cdot d^2 f} = \frac{4 \cdot 640}{1 \cdot 0.3 \cdot 6 \cdot 5^2 \cdot f}$$

$n = 18.1$  – potrebno je 19 zakivaka

gde je:

$F_1$  – zatezna sila koju prima jedna zakovica

$\dagger_{zd}$  – dozvoljeni napon na istezanje

## 8. Spoj na preklop podešenom i nepodešenom zavrtnajskom vezom.

9. Dva lima spojena su na preklop vijkom za podešenu vezu. Ako su: poprečna sila koju veza prenosi 3kN, materijal lima i vijaka A545, stepen sigurnosti materijala na smicanje je 4, a na kontaktni pritisak 3; potrebno je odrediti:

1) Minimalni i standardni prenik vijka

2) Minimalnu debljinu lima

3) Ako su limovi spojeni vijkom za nepodešenu vezu (stepen sigurnosti materijala na istezanje je 2, koef. trenja 0.3, širina lima 5cm) odrediti u tom slučaju prenik vijka i minimalnu debljinu lima.

Rešenje:

1)

$$F = \dagger_s \cdot A = \frac{R_m}{\chi_s} \cdot \frac{d^2 \cdot f}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot \chi_s \cdot F}{R_m \cdot f}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 10^3}{545 \cdot f}} = 5.3mm \rightarrow d_s = 6mm, usvaja se vijak M6$$

$$2) u = \frac{F \cdot \chi_p}{p \cdot d \cdot f} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 3}{545 \cdot 6 \cdot f} = 0.8mm$$

$$F = \dagger \cdot A_3 \cdot \dots = \frac{R_m}{\chi_{is}} \cdot \frac{d_3^2 \cdot f}{4} \rightarrow d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot \chi_{is} \cdot F}{R_m \cdot f \cdot \dots}} = 6.8mm \rightarrow d_s = 10mm, vijak M10$$

3)

$$u = \frac{F \cdot \chi_p}{p \cdot a} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 3}{272.5 \cdot 50} = 0.22mm$$

## 9. Frikcioni par

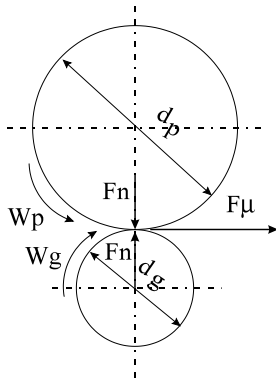
10. Frikcioni par prenosi opterećenje sa pogonskog na gonjeni točak (tarenicu). Ako su: koeficijent trenja na dodirnim površinama 0.3; stepen sigurnosti protiv proklizavanja 1.5; momenat na pogonskom točku 150 Nm, a njegov prenik 300 mm; prenik gonjenog točka 150 mm; stepen iskorišćenja veze 0.96.

Potrebno je odrediti:

1) Normalnu silu kojom su pritisnuti točkovi

2) Kinematski prenosni odnos

3) Obrtni momenat na gonjenoj tarenici



Rešenje :

1) Da bi se ostvario prenos snage sa pogonske na gonjenu tarenicu trenjem , potrebno je da sila trenja na dodiru frikcionog para  $F_{\mu}$  bude veća od obimne ( tangencijalne ) sile na tarenicama

$$F_o = \frac{2M_p}{d_p} = \frac{2M_g}{d_g} \text{ i to za stepen sigurnosti protiv proklizavanja } S_{\mu} \text{ tj.}$$

$$F_{\mu} > F_o$$

$$F_n \cdot \mu = S_{\mu} \cdot F_o$$

$$F_n = \frac{S_{\mu} \cdot F_o}{\mu} = \frac{1.5 \cdot 1000}{0.3} = 5000 \text{ N} = 5 \text{ kN}$$

$$F_o = \frac{2M_p}{d_p} = \frac{2 \cdot 150}{0.3} = 1000 \text{ N}$$

2)

$$i = \frac{\omega_p}{\omega_g} = \frac{d_g}{d_p} = \frac{150}{300} = 0.5$$

$$3) M_g = M_p \cdot i \cdot \eta = 150 \cdot 0.5 \cdot 0.96 = 72 \text{ Nm}$$

## 10. Kaišni prenosnik

11. Za prenos obrtnog momenta sa elektromotora do prenosnika alatne mašine koristi se klinasti remen. Ako su: broj obrta remenice elektromotora  $2400 \frac{\text{O}}{\text{min}}$  , a remenice

prenosnika  $1200 \frac{\text{O}}{\text{min}}$ ; snaga koju razvija elektromotor 6 kW , a prenik njegove remenice

100 mm; sila pritezanja 1.2 kN , a ugao nagiba vuna nog i slobodnog ogranka remena  $15^\circ$  ; koeficijent trenja 0.3.

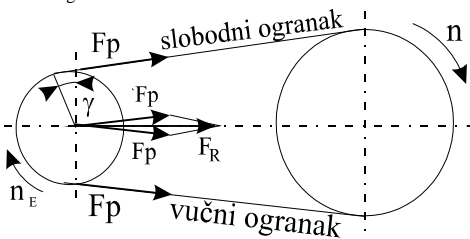
Potrebno je odrediti :

- 1) Kinematski prenosni odnos
- 2) Silu koja optere uje vratilo elektromotora
- 3) Sile u vu nom i slobodnom ogranku u toku rada prenosnika
- 4) Proveriti da li prenosnik može preneti obrtni moment

Rešenje :

- 1) Kinematski prenosni odnos bi e :

$$i = \frac{n_p}{n_g} = \frac{n_E}{n} = \frac{2400}{1200} = 2$$

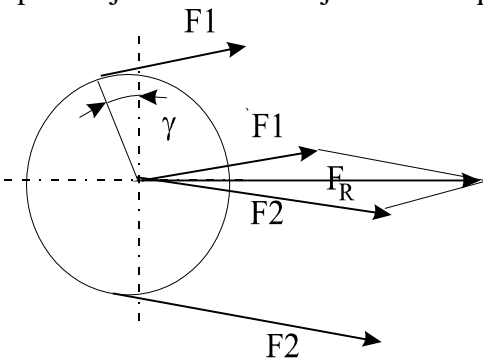


- 2) Nakon pritezanja remena sile koje optere uju vratila predstavljaju geometrijski zbir sila u ograncima što je prikazano na slici , i izra unavaju se kao :

$$F_R = 2F_p \cdot \cos \gamma = 2 \cdot 1600 \cdot \cos 15^\circ = 3091 \text{ N}$$

- 3) U toku rada dolazi do promene optere enja u ograncima remena , a samim tim i jedini nog izduženja remena što tokom njegovog radnog veka proizvodi sve ve e proklizavanje .

Sila  $F_1$  u vu nom je ve a od sile  $F_2$  u slobodnom ogranku, ali njihova rezultanta koja optere uje vratilo  $F_r$  ostaje ista kao i pre puštanja remena u rad ( nakon pritezanja ) .



stoga je :

$$F_1 + F_2 = 2F_p$$

Njihova razlika jednaka je obimnoj (tangencijalnoj) sili pa je :

$$F_1 - F_2 = F_o$$

na osnovu gornje dve jednakosti se dobija :

$$F_1 = F_p + \frac{F_o}{2} \quad \text{i} \quad F_2 = F_p - \frac{F_o}{2}$$

kako je :

$$\omega_E = \frac{\pi \cdot n_E}{30} = \frac{\pi \cdot 2400}{30} = 251,3 \text{ s}^{-1}$$

$$M = \frac{P_E}{\omega_E} = \frac{6 \cdot 10^3}{251,3} = 23,9 \text{ Nm}$$

$$F_o = \frac{2M}{d} = \frac{2 \cdot 23,9}{0,1} = 477,5 \text{ N}$$

kao krajnji rezultat se dobija :

$$F_1 = F_p + \frac{F_o}{2} = 1600 + \frac{477,5}{2} = 1838,8 \text{ N}$$

$$F_2 = F_p - \frac{F_o}{2} = 1600 - \frac{477,5}{2} = 1361,3 \text{ N}$$

4.) Da bi prenosnik preneo optere enje mora da je sila trenja ve a ili najviše jednaka obimnoj sili:

$$F_\mu \geq F_o$$

$$\mu F_p \geq F_o$$

$$0,3 \cdot 1600 \geq 477,5$$

$$480 \text{ N} > 477,5 \text{ N}$$

## 11. Kinematika lan anog prenosnika

12. Prenos obrtnog momenta sa elektromotora do lan anika vratila prenosnika mašine vrši se pomo u lanca. Ako su: broj zubaca ovog lan anika 25, prenosni odnos 4, korak lanca (rastojanje izmedju valjaka koji povezuju lanke lanca)  $p=25,4 \text{ mm}$ , a osno rastojanje izmedju lan anika  $a=1,25 \text{ m}$ .

Potrebno je odrediti:

- 1) Broj zubaca lan anika na vratilu elektromotora
- 2) Pre niki lan anika
- 3) Broj lanaka lanca

Rešenje :

$$1) z_e = \frac{z_{iz}}{i} = \frac{100}{4} = 25$$

2) Pre niki lan anika odredjuju se preko formule:

$$d = \frac{P}{\sin(180/z)}$$

pri emu se dobija:  $d_e= 202,6 \text{ mm}$ ,  $d_{iz}= 808,6 \text{ mm}$

3) Broj lanaka lanca izrađunava se pomoću izraza:

$$n = \frac{z_e + z_{iz}}{2} + \frac{(z_{iz} - z_e) \cdot x}{f} + \frac{2 \cdot a \cdot \cos x}{p}$$

gde je:

$$\sin x = \frac{(z_{iz} - z_e) \cdot p}{2 \cdot a \cdot f}$$

pri čemu se dobija  $n=164$  lanaka.

### Literatura :

1. A. Dedi : Osnovi mašinstva –I i II deo, Beograd, 2009.
2. G. Danon, A. Dedi : Praktikum iz osnova mašinstva , Beograd, 2011.
3. S. Jovanovi : Uljna hidraulika - I deo , Tehnička knjiga , Beograd, 1979.
4. Dj. Kozi , B. Vasiljevi , V. Bekavac: Priručnik za termodinamiku , Mašinski fakultet, Beograd, 1988.
5. D. Milin i : Prostiranje toplote, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
6. Z. Savi , M. Ogljanovi , P. Obradovi , M. Jankovi : Mašinski elementi - Praktikum za vežbe, Mašinski fakultet , Beograd, 1987.
7. D. Stoši : Mašinstvo sa elektrotehnikom I i II deo, Šumarski fakultet , Beograd, 1970.
8. S. Veriga: Mašinski elementi I , II i III , Mašinski fakultet , Beograd, 1986 .
9. B. Ćur i : Osnovi mašinstva - I deo , Naučna knjiga , Beograd, 1979.
10. V. Zrni : Pneumatika , Tehnička knjiga , Beograd, 1980.
11. R. Šelmi : Tehnička termodinamika, Naučna knjiga, Beograd, 1986.
12. R. Šelmi : Zbirka zadataka iz termodinamike i pogonskih mašina, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1983.