



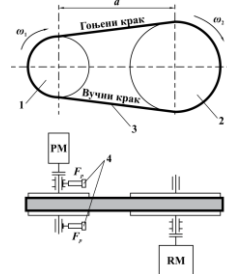
Mašinski elementi 2

Predavanje br. 7: Kaišni i lančani prenosnici snage

prof. dr Mileta Ristivojević
Katedra za Opšte mašinske konstrukcije

Kaišni prenosnici snage

Kaišni prenosnici su posredni, elastični prenosnici snage, kod kojih je posrednik **KAIŠ**



Osnovni delovi kaišnog prenosnika su:

- 1 – Mali kaišnik
- 2 – Veliki kaišnik
- 3 – Kaiš
- 4 – Uređaj za zatezanje kaiša (formiranje sile pritezanja)

Kaišni prenosnici snage

Karakteristike:

Dobre karakteristike:

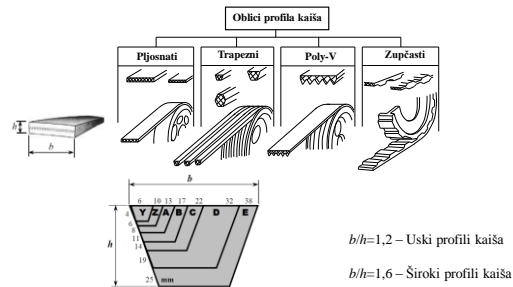
- prenos snage na velikim osnim rastojanjima
- ne generišu buku i vibracije
- ne prenose preopterećenje (služe kao sigurnosni elementi)
- jednostavna konstrukcija i održavanje

Loše karakteristike:

- ne mogu ostvariti stalan prenosni odnos (usled proklizavanja)
- ne mogu prenositi snagu velikog intenziteta
- nophodan dodatni mehanizam za formiranje sile pritezanja

Kaišni prenosnici snage

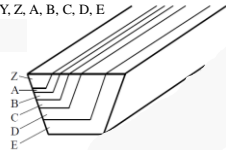
Podela kaišnih prenosnika snage prema obliku poprečnog preseka:



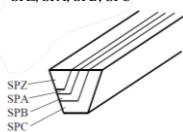
Profili trapeznog kaiša

$b/h=1,6$ – Široki profili kaiša

Y, Z, A, B, C, D, E

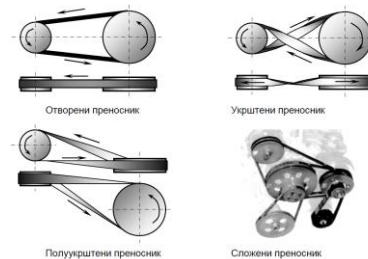


$b/h=1,2$ – Uski profili kaiša
SPZ, SPA, SPB, SPC



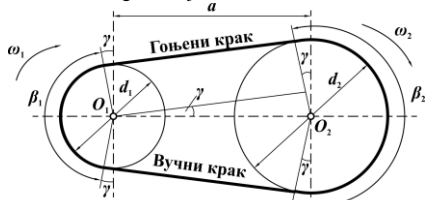
Kaišni prenosnici snage

Podela kaišnih prenosnika snage prema međusobnom položaju osa obrtanja:



Kaišni prenosnici snage

Osnovne geometrijske i kinematske veličine



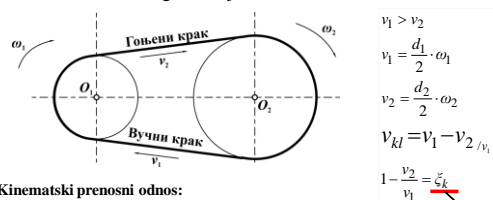
Osnovne geometrijske veličine:
 β – obvojni ugao
 γ –

d_1 – prečnik pogonskog kaišnika
 d_2 – prečnik gonjenog kaišnika

Osnovne kinematske veličine:
 u – kinematski prenosni odnos
 a – osno rastojanje

Kaišni prenosnici snage

Osnovne geometrijske i kinematske veličine



Kinematski prenosni odnos:

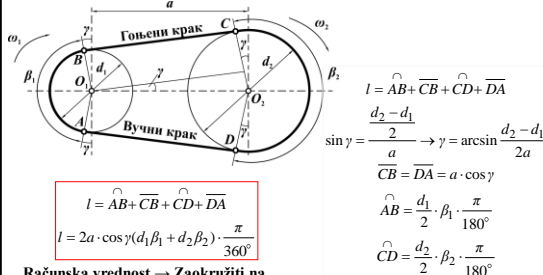
$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{1}{(1 - \xi_k)}$$

$$\begin{aligned} v_1 &> v_2 \\ v_1 &= \frac{d_1}{2} \cdot \omega_1 \\ v_2 &= \frac{d_2}{2} \cdot \omega_2 \\ v_{kl} &= v_1 - v_2 / v_1 \\ 1 - \frac{v_2}{v_1} &= \xi_k \end{aligned}$$

Faktor proklizavanja
 $\xi_k = (1 \dots 3)\%$

Kaišni prenosnici snage

Dužina kaiša



$$l = \widehat{AB} + \widehat{CB} + \widehat{CD} + \widehat{DA}$$

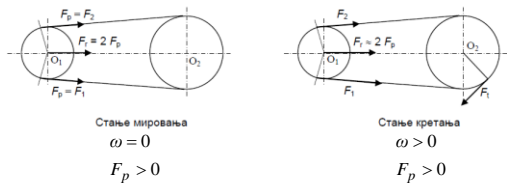
$$l = 2a \cdot \cos \gamma (d_1 \beta_1 + d_2 \beta_2) \cdot \frac{\pi}{360^\circ}$$

Računska vrednost → Zaokružiti na standardnu vrednost

$$\begin{aligned} l &= \widehat{AB} + \widehat{CB} + \widehat{CD} + \widehat{DA} \\ \frac{d_2 - d_1}{2} &\rightarrow \gamma = \arcsin \frac{d_2 - d_1}{2a} \\ \sin \gamma &= \frac{d_2 - d_1}{2a} \rightarrow \gamma = \arcsin \frac{d_2 - d_1}{2a} \\ \widehat{CB} &= \widehat{DA} = a \cdot \cos \gamma \\ \widehat{AB} &= \frac{d_1}{2} \cdot \beta_1 \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \\ \widehat{CD} &= \frac{d_2}{2} \cdot \beta_2 \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \end{aligned}$$

Kaišni prenosnici snage

Opterećenje kaišnog para



Стање мировања
 $\omega = 0$
 $F_p > 0$

Стање кретања
 $\omega > 0$
 $F_p > 0$

Radno opterećenje:

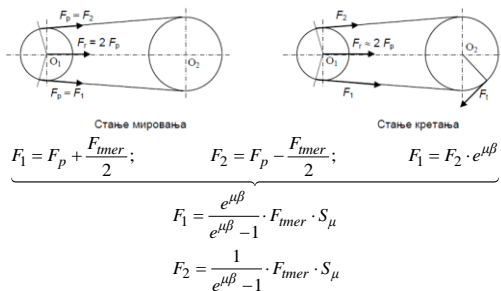
$$F_{imer} = F_t \cdot c_A$$

F_t – Nominalno opterećenje

c_A – Faktor spoljašnjih dinamičkih sila

Kaišni prenosnici snage

Opterećenje kaišnog para



$$F_1 = F_p + \frac{F_{imer}}{2}; \quad F_2 = F_p - \frac{F_{imer}}{2}; \quad F_1 = F_2 \cdot e^{\mu\beta}$$

$$F_1 = \frac{e^{\mu\beta}}{e^{\mu\beta} - 1} \cdot F_{imer} \cdot S_\mu$$

$$F_2 = \frac{1}{e^{\mu\beta} - 1} \cdot F_{imer} \cdot S_\mu$$

Kaišni prenosnici snage

Opterećenje kaišnog para

Sila pritezanja na početku proklizavanja

$$F_p = \frac{c_A \cdot F_t}{2} \cdot \frac{e^{\mu\beta} + 1}{e^{\mu\beta} - 1} + F_c$$

Centrifugalna sila:

$$F_c = \rho \cdot A \cdot v^2$$

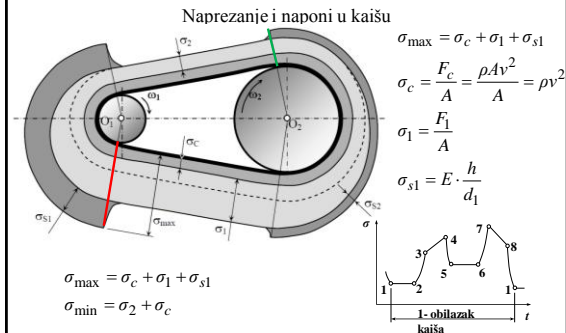
ρ – gustina materijala kaiša
 A – poprečni presek kaiša
 v – brzina kaiša

Neophodna sila pritezanja

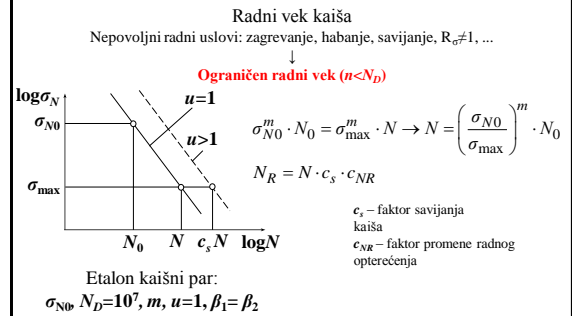
$$F_p = S_\mu \cdot \frac{c_A \cdot F_t}{2} \cdot \frac{e^{\mu\beta} + 1}{e^{\mu\beta} - 1} + F_c$$

$$S_\mu \geq 1,20$$

Kaišni prenosnici snage



Kaišni prenosnici snage



Kaišni prenosnici snage

Radni vek kaiša izražen preko broja časova rada:

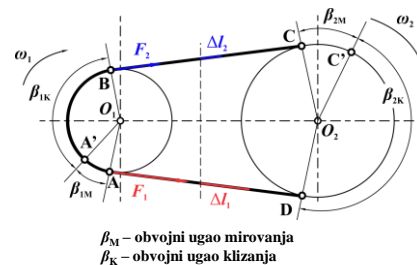
$$N_R = L_h \cdot f_s; \quad f_s - \text{učestanost savijanja kaiša}$$

$$L_h = \frac{N_R}{f_s \cdot 3600} = c_s \cdot c_{NR} \cdot \frac{N_0}{f_s \cdot 3600} \cdot \left(\frac{\sigma_{N0}}{\sigma_{\max}} \right)^m$$

$$f_s = \frac{x \cdot v}{L}$$

Kaišni prenosnici snage

Elastično klizanje kaišnog para



Kaišni prenosnici snage

Broj kaiševa kaišnog para z



Kaišni prenosnici snage

Broj kaiševa kaišnog para z

$$z = \frac{P_{mer}}{P_1} = \frac{P_{nom} \cdot c_A}{P_1} \leq 5$$

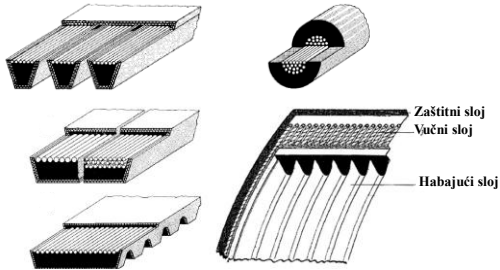
P_{mer} – snaga koju treba preneti kaišni par
 P_1 – snaga koju može preneti jedan kaiš

$$P_1 = P_0 \cdot c_\beta \cdot c_u \cdot c_f \cdot c_h \cdot c_{\sigma R}$$

P_0 – snaga etalon kaiša
 c_β – faktor obvojnog ugla
 c_u – faktor uticaja prenosnog odnosa
 c_f – faktor uticaja učestanosti savijanja
 c_h – faktor vremena rada
 $c_{\sigma R}$ – faktor promenljivosti radnog opterećenja

Kaišni prenosnici snage

Materijali za izradu kaiševa: guma, koža, tekstil, plastični materijali...

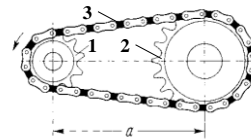


Lančani prenosnici snage

Lančani prenosnici su posredni, prinudni prenosnici snage, kod kojih je posrednik **LANAC**

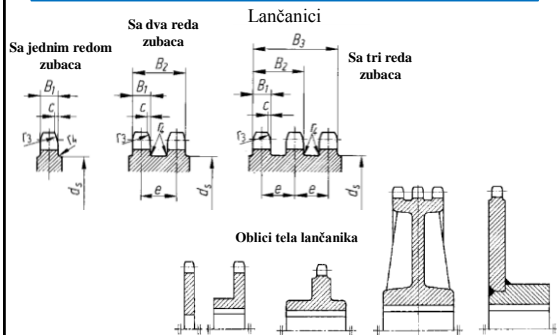
Osnovne karakteristike:

- prenos snage na velikim osnim rastojanjima
- generišu buku i vibracije
- nemaju konstantni prenosni odnos u radu



Osnovni delovi lančanog prenosnika su:
1 – Mali lančani
2 – Veliki lančani
3 – Lanac

Lančani prenosnici snage



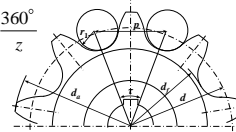
Lančani prenosnici snage

Osnovne geometrijske i kinematske veličine

$$d = \frac{p}{\sin \frac{\tau}{2}} = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$$

d – Podeoni prečnik
 d_a – Temeni prečnik
 d_f – Podnožni prečnik

$$\tau = \frac{360^\circ}{z}$$



$$d_f = d - 2r_f$$

$$d_a = d + 2r_a$$

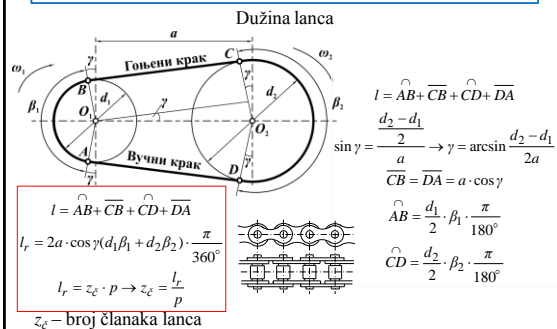
$$d_1 = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z_1}} \quad d_2 = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z_2}}$$

p – korak lanca
 z – broj zubaca lančanika

Kinematski prenosni odnos:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Lančani prenosnici snage



Lančani prenosnici snage

Opterećenje lanca

$$F_{mer} = K_v \cdot (F_t \cdot K_A + F_c)$$

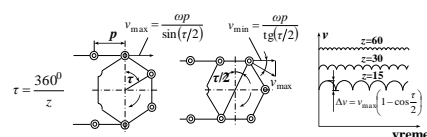
$$|\vec{F}_{t1}| \approx |\vec{F}_{t2}| = F_t$$

Merodavno opterećenje lanca

K_v – Faktor unutrašnjih dinamičkih sila

K_A – Faktor neravnomernosti rada pogonske i radne mašine

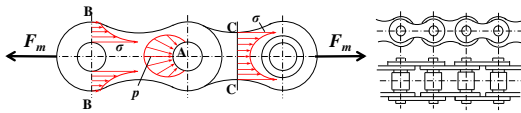
F_c – Centrifugalna sila



Lančani prenosnici snage

Nosivost lanca

Naponi u lameli lanca



$$S_D = \frac{[F]}{F} = \frac{F_D}{F_m} \geq S_{Dmin} (1, 50)$$

Dinamička sila koja
dovodi do kidanja lanca

$$F_D = F_M \cdot \zeta_D$$

Faktor dinamičkog
opterećenja $\zeta_D = (0,15-0,20)$

Statička sila koja
dovodi do kidanja lanca