

Mašinski Fakultet Univerziteta u Beogradu



Mašinski elementi II

VI smena – Doc. dr Aleksandar Marinković
Doc. dr Tatjana Lazović

Pužni parovi

Petak 15.04.2011.

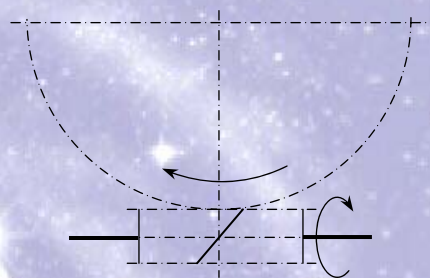
Karakteristike pužnih parova



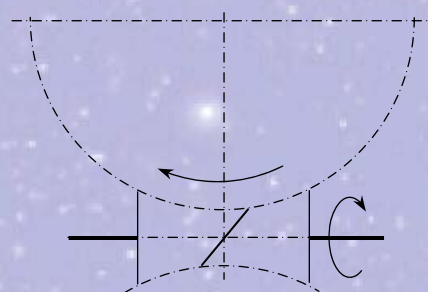
Sastoje se od pužnog zavrtnja - **puža i pužnog zupčanika** (analogija sa funkcijom navojnog para, gde je z_1 -broj početaka navoja, odnosno zubaca puža)

- Omogućavaju sprezanje mimoilaznih vratila pod uglom od 90°
- Ostvarivanje **velikog prenosnog odnosa** uz miran rad, ali
- uz zagrevanje i **manji stepen iskorišćenja** u poredjenju sa cilindričnim i konusnim zupčanim parovima.

Prema obliku pužni parovu mogu da budu:



cilindrični



globoidni

Dimenzije



z_1 -broj početaka navoja (zubaca) puža

Ugao nagiba zavojnice na srednjem cilindru γ_m

Hod zavojnice puža $L = z_1 P$

$$\operatorname{tg} \gamma_m = \frac{L}{d_m \pi}$$

Ako se zameni izraz za hod zavojnice puža L i korak na srednjoj liniji profila $P = m\pi$, sledi da je prečnik srednjeg cilindra:

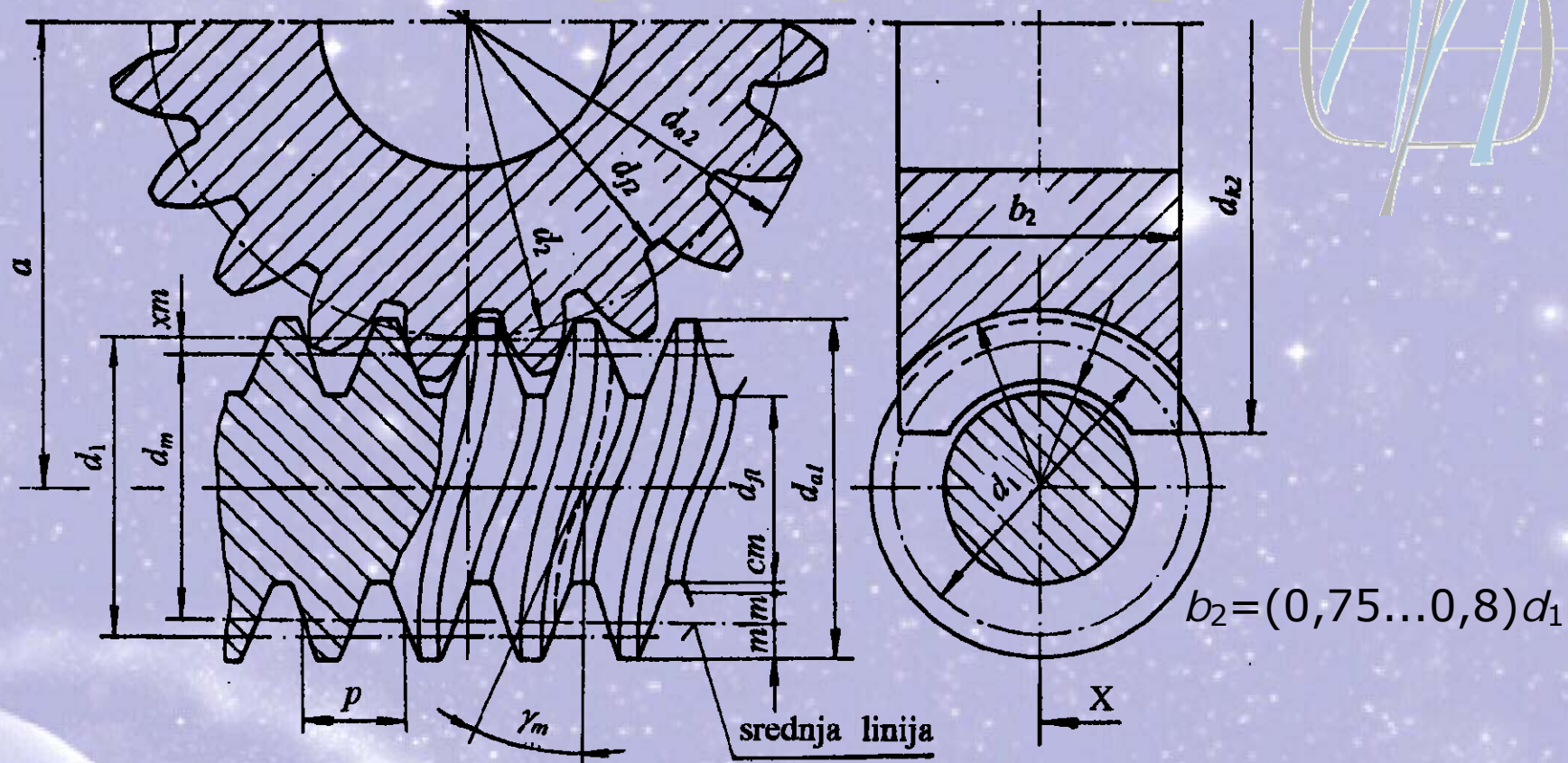
$$d_m = \frac{P}{\pi \operatorname{tg} \gamma_m} = \frac{z_1 m \pi}{\pi \operatorname{tg} \gamma_m} = \frac{z_1}{\operatorname{tg} \gamma_m} m = q m \quad \text{gde je } q \text{ pužni broj} \quad q = \frac{z_1}{\operatorname{tg} \gamma_m}$$

Pužni broj je standardizovani ceo broj u granicama 7...20

Najčešće se za date vrednosti pužnog broja i z_1 računa

$$\operatorname{tg} \gamma_m = \frac{z_1}{q}$$

Dimenzije i sprezanje



$$d_1 = d_m + 2xm$$

$$d_{a1} = d_m + 2m$$

$$d_{f1} = d_m - 2m(1 + c_n)$$

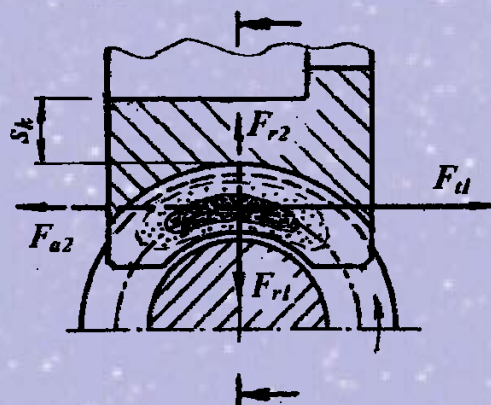
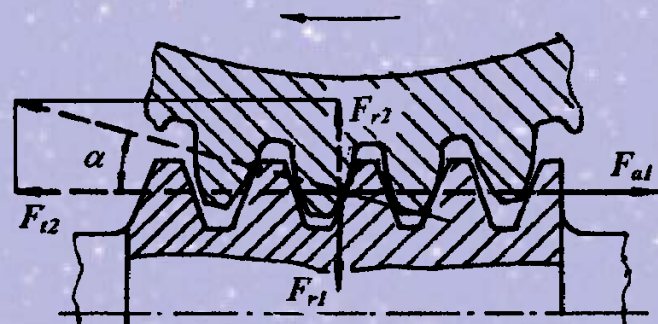
$$d_2 = mz_2$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m(1 + x)$$

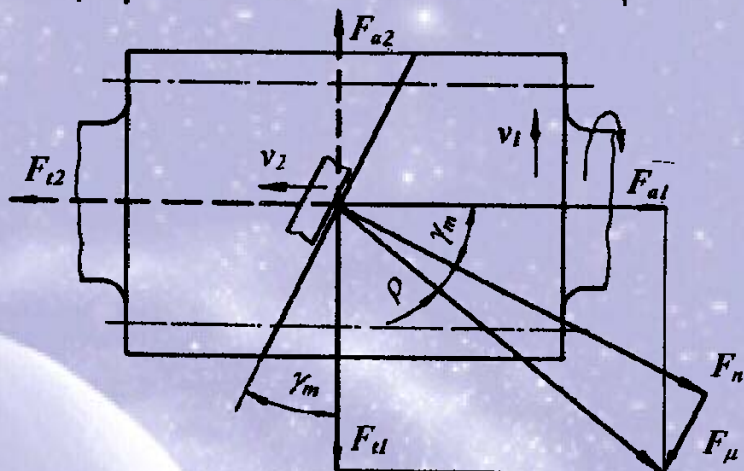
$$d_{f2} = d_2 - 2m(1 + c_{a0} - x)$$

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{d_m + 2xm + mz_2}{2} = \frac{qm + 2xm + mz_2}{2} = \frac{m(q + 2x + z_2)}{2}$$

Opterećenje pužnih parova



$$F_{t2} = \frac{2T_2}{d_2}$$



$$F_n = \frac{F_{t2}}{\cos \alpha_n \cos \gamma_m}$$

Stepen iskorišćenja pužnog para

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \gamma_m}{\operatorname{tg}(\gamma_m + \rho)}$$

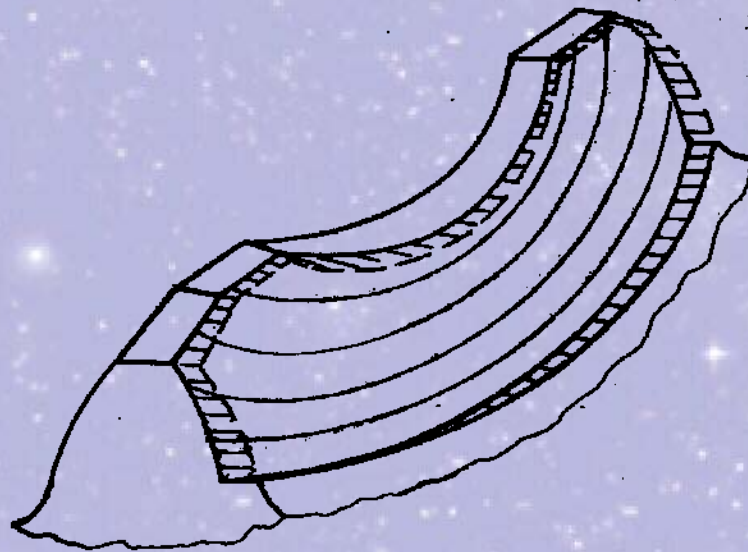
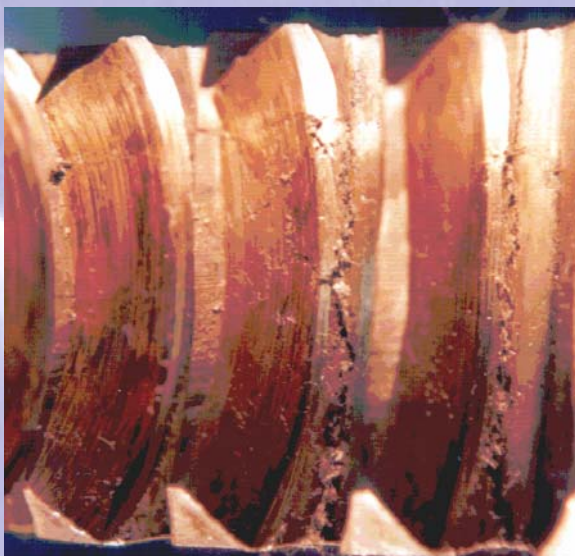
Materijali i razaranje



Funkcija pužnog para se ostvaruje na principu intenzivnog klizanja
Materijali različite tvrdoće obezbeđuju povoljne uslove za klizanje

Puž se izradjuje od čelika, kali i brusi, a
pužni zupčanik od bronce, najčešće kalajne.

Zbog ovoga je razaranje karakteristično za **zupce pužnog zupčanika**,
koji je merodavan za proračun čvrstoće pužnog para



Čvrstoća bokova



Radni napon bokova zubaca pužnog zupčanika

$$\sigma_H = Z_E Z_\rho \sqrt{\frac{K_A T_2}{a^3}}$$

Izraz za kritični napon na bokovima zubaca

$$[\sigma_H]_2 = \sigma_{H\lim} Z_h Z_v Z_S Z_L$$

Stepen sigurnosti na bokovima zubaca pužnog zupčanika

$$S_{H2} = \frac{[\sigma_H]_2}{\sigma_H}$$

Izračunata vrednost treba da bude **$S_H > 1$**

da u predviđenom radnom veku ne bude dostignuta kritična pohabanost

Polazeći od $S_H = 1$, može se odrediti Z_h i vek L_h do postizanja kritične pohabanosti

Čvrstoća podnožja



Prema DIN 3996, za proveru opasnosti od loma zupca pužnog zupčanika **merodavan je napon smicanja**

Izraz za radni napon u podnožju zubaca zupčanika

$$\tau_F = Y \frac{K_A F_{t2}}{b_2 m_n} = 0,63 \frac{K_A F_{t2}}{b_2 m_n}$$

Izraz za kritični napon u podnožju zubaca zupčanika

$$[\sigma_F] = \sigma_{F\lim} Y_{NL}$$

Za ukupan broj obrtaja pužnog zupčanik $n_\Sigma > 3 \cdot 10^6$ sledi da je $Y_{NL} = 1$

Stepen sigurnosti u podnožju zubaca zupčanika

$$S_{F2} = \frac{[\sigma_F]_2}{\sigma_{F2}}$$

Izračunate vrednosti treba da budu u granicama **$S_F = 1,5 \dots 2,5$** koje su nešto veće nego kod cilindričnih zupčanika

Određivanje radnog veka i zagrevanje pužnog para



Radni vek se određuje iz izraza za čvrstoću bokova pužnog zupčanika, Uzimajući da je stepen sigurnosti $S_H=1$,

$$S_{H2} = \frac{[\sigma_H]_2}{\sigma_H} = \frac{\sigma_{Hlim}}{\sigma_H} Z_h Z_v Z_S Z_L = 1$$

određuje se faktor radnog veka Z_h

a zatim i radni vek L_h , odnosno vreme pre čijeg isteka treba zameniti venac pužnog zupčanika

$$Z_h = \left(\frac{25000}{L_h} \right)^{1/6}$$

Radom sile trenja, kod pužnog para se oslobađa toplota $Q = \mu F_n v_k$

Količina toplote koja se odvodi preko spoljašnje površine kućišta:

$$Q_0 = \Delta \theta A_k k$$