

Mašinski Fakultet Univerziteta u Beogradu



Mašinski elementi II

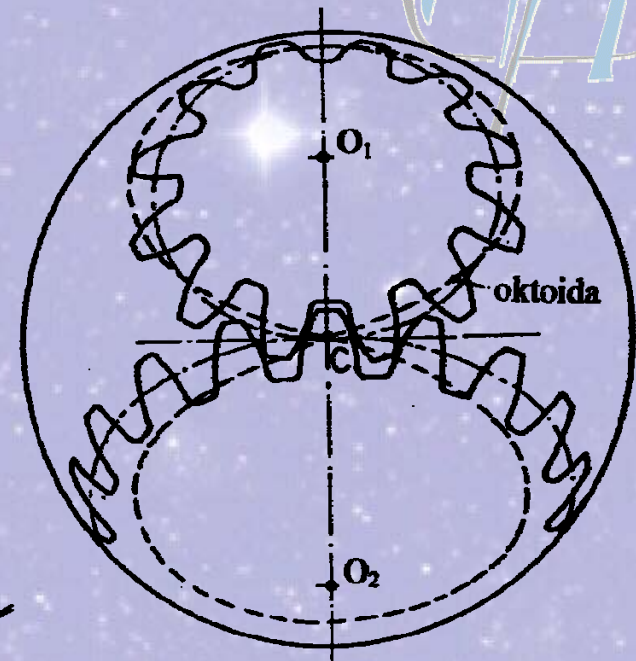
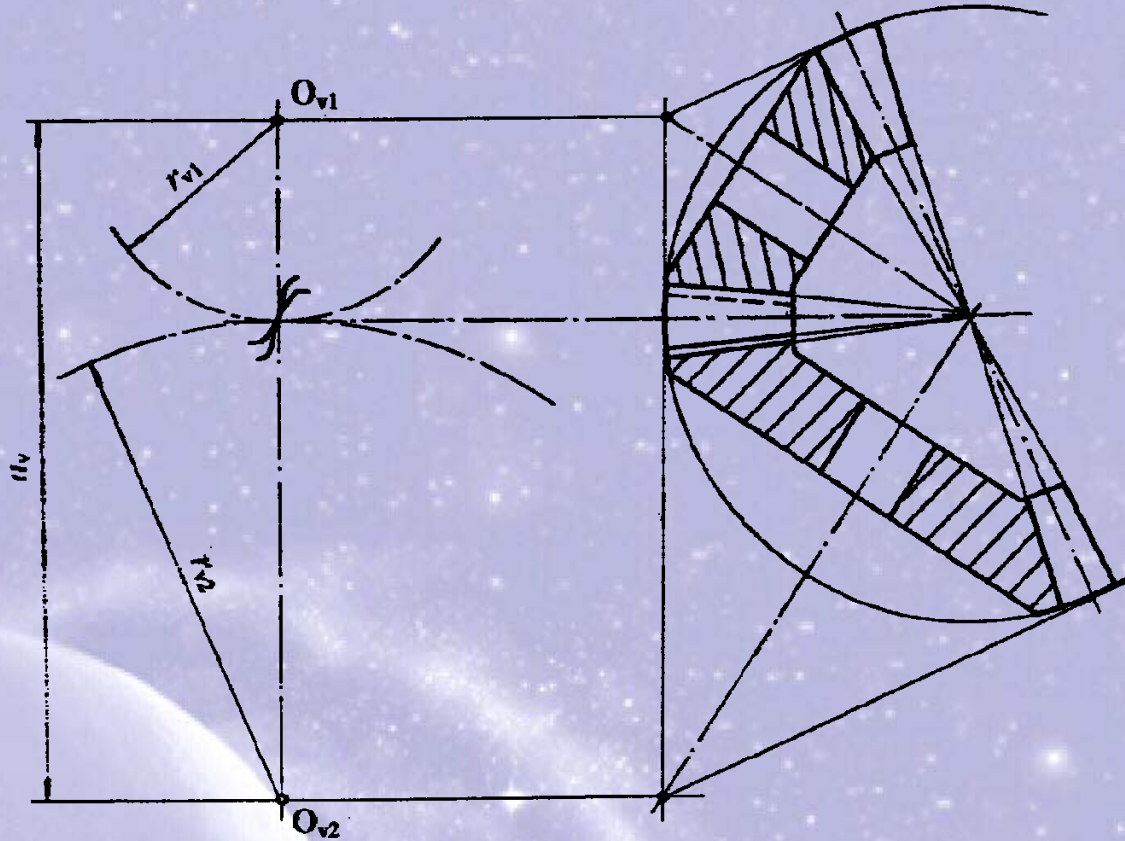
VI smena – Doc. dr Aleksandar Marinković
Doc. dr Tatjana Lazović

Konusni zupčani parovi

Petak 08.04. 2011.

Sprezanje

Sprezanje na sfernoj površini prevodi se u ravan posredstvom **ekvivalentnog cilindričnog zupčanog para**



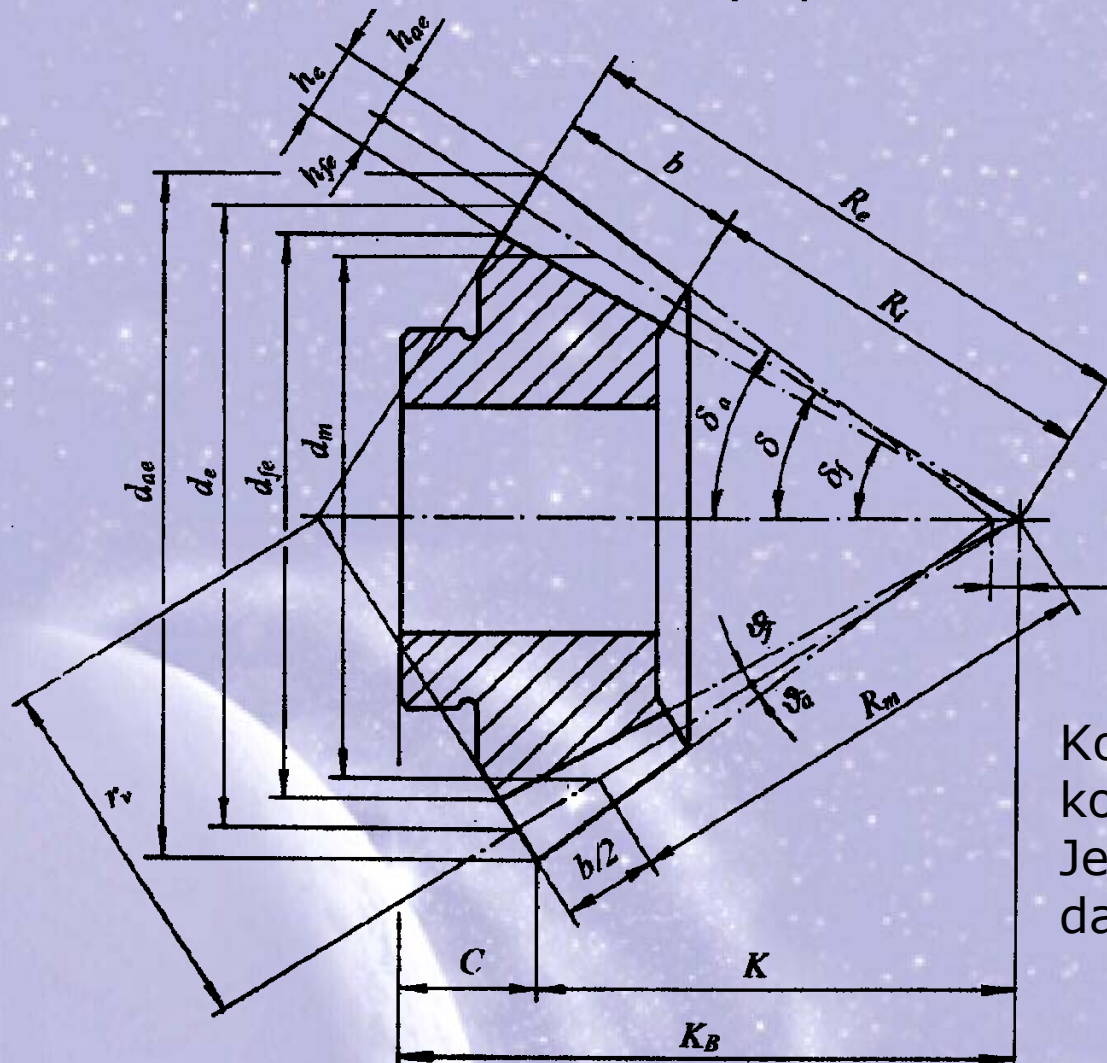
Razvijanjem konusa u ravan dobija se sprega dva zupčasta segmenta

Poluprečnici segmenata jednaki su dužinama izvodnica dopunskih konusa r_v a osno rastojanje odgovara rastojanju vrhova dopunskih konusa

Dimenzije (1)



Dimenzije se definišu na spoljnjem konusu, na rastojanju R_e :



$$d_e = m z$$

$$d_{ae} = d_e + 2h_{ae} \cos \delta$$

$$d_{fe} = d_e - 2h_{fe} \cos \delta$$

$$h_{ae} = (y + x)m$$

$$h_{fe} = (y + c_{a0} - x)m$$

Koeficijenti pomeranja profila x kod oba zupčanika moraju biti Jednaki i suprotnog znaka da bi se održao osni ugao od 90°

$$x_1 = -x_2 = 0,46 \left(1 - \frac{1}{u^2} \right)$$

Dimenzije (2)



Uglovi konusa

$$\operatorname{tg} \delta_1 = 1/u$$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = u$$

$$\delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$$

$$r_{v1} = \frac{d_{e1}}{2 \cos \delta_1}$$

$$r_{v2} = \frac{d_{e2}}{2 \cos \delta_2}$$

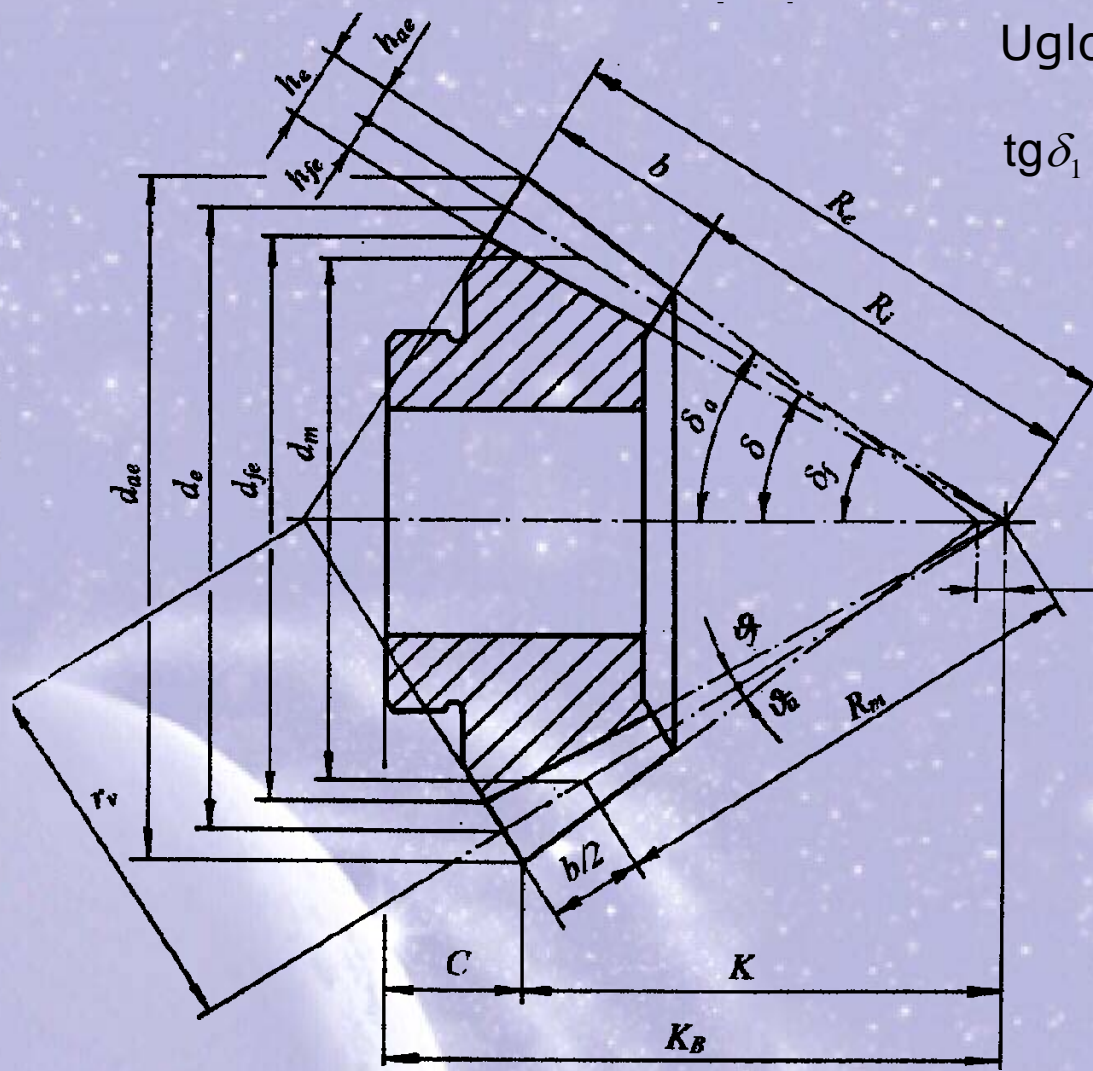
$$a_v = r_{v1} + r_{v2}$$

Odgovarajući brojevi zubaca
fiktivnih cilindričnih zupčanika:

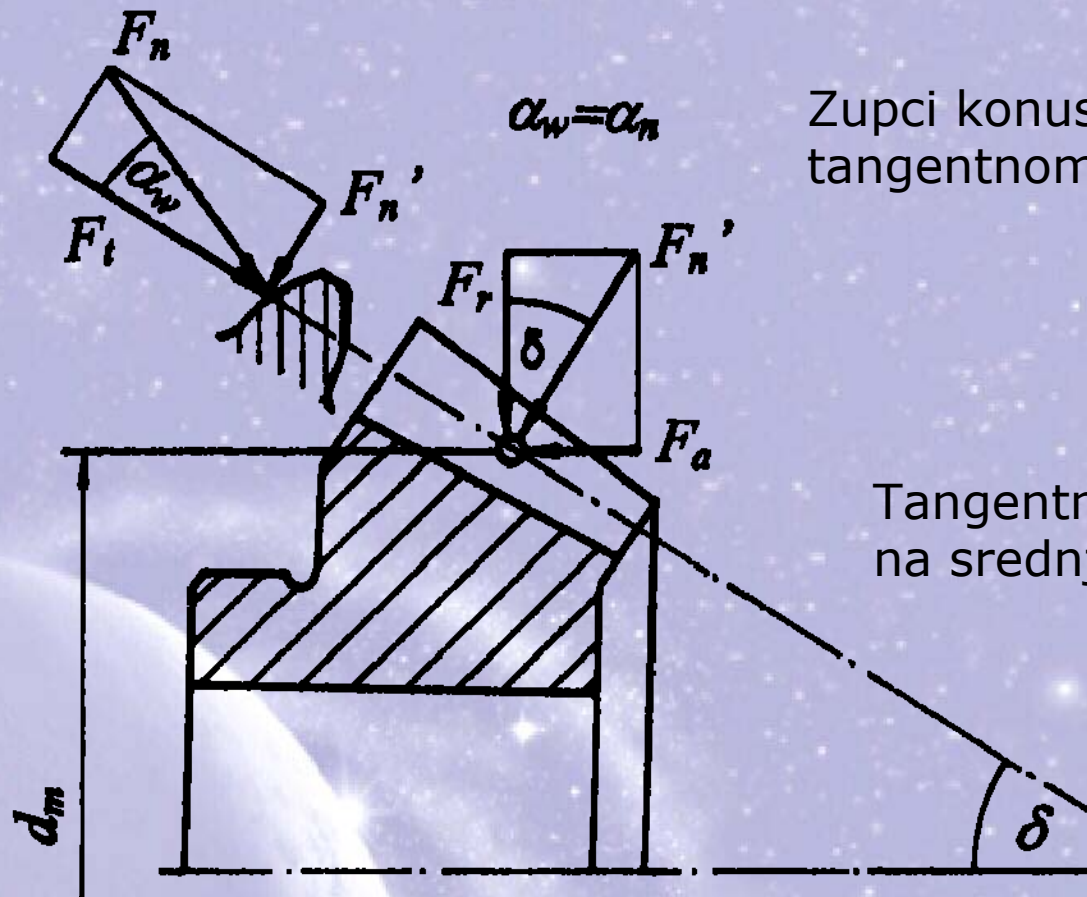
$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1}$$

$$z_{v2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2}$$

$$R_e = \frac{d_{e1}}{2 \sin \delta_1} = \frac{d_{e2}}{2 \sin \delta_2}$$



Opterećenje konusnih zupčanika



Zupci konusnih zupčanika opterećeni su tangentnom (obimnom) silom:

$$F_t = \frac{2T}{d_m} = \frac{2T_1}{d_{m1}} = \frac{2T_2}{d_{m2}}$$

Tangentna sila deluje na sredini zupca na srednjem prečniku:

$$d_m = m_m z$$

gde je:

$$m_m = m - \frac{b \sin \delta}{z}$$

Čvrstoća bokova



Radni napon se izračunava slično **kao kod cilindričnih zupčanika** sa merodavnim parametrima **ekvivalentnih cilindričnih zupčanika**

$$\sigma_H = Z_E Z_H Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{F_t}{b d_{m1}} \frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u} K_A K_v K_{H\alpha} K_{H\beta}}$$

Izraz za kritični napon na bokovima zubaca

$$[\sigma_H] = \sigma_{Hlim} Z_L Z_V Z_R$$

Stepen sigurnosti na bokovima zubaca zupčanika

$$S_{H1} = \frac{[\sigma_H]_1}{\sigma_H} \quad S_{H2} = \frac{[\sigma_H]_2}{\sigma_H}$$

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

Čvrstoća podnožja



Izraz za radni napon u podnožju zubaca zupčanika

$$\sigma_F = Y_{Fa} Y_{Sa} Y_{\varepsilon} Y_{\beta} \frac{F_t}{b m_m} K_A K_V K_{F\alpha} K_{F\beta}$$

Izraz za kritični napon u podnožju zubaca zupčanika

$$[\sigma_F] = \sigma_{F\lim} Y_{ST} = \sigma_{F\lim} \cdot 2$$

Stepen sigurnosti u podnožju zubaca zupčanika

$$S_{F1} = \frac{[\sigma_F]_1}{\sigma_{F1}} \quad S_{F2} = \frac{[\sigma_F]_2}{\sigma_{F2}}$$

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

Dimenzije konusnih zupčanika



Kao i kod cilindričnih zupčanika, dimenzije se određuju na osnovu veličine napona na bokovima:

$$\sigma_H = Z \sqrt{\frac{F_t}{b d_{m1}} \frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u}} K \leq \sigma_{H\text{doz}} = \frac{\sigma_{H\text{lim}}}{S_H}$$

Preporučena **širina** konusnih zupčanika je $b = (0,25 \dots 0,32) R_e$, što je približno $b = 0,4 R_m = 0,4 d_{m1} / (2 \sin \delta_1)$, odakle posle zamene sledi:

$$d_{m1} \geq \sqrt[3]{\frac{10 T_1 \sin \delta_1}{\sigma_{H\text{doz}}^2} \frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u} K Z^2}$$

Prenosni odnos konusnih zupčanika $u = z_2 / z_1$, ne treba da bude veći od 5

Za usvojeni **broj zubaca** određuje se modul u srednjem preseku zupca m_m

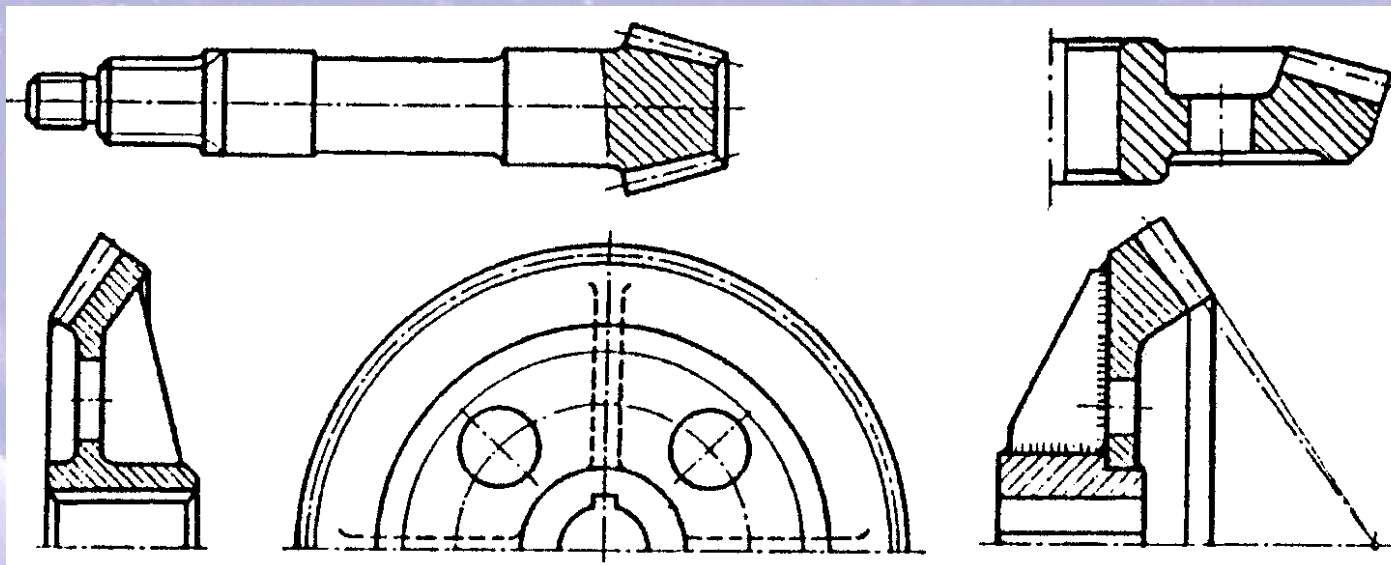
$$m_m = \frac{d_{m1}}{z_1} \qquad m = m_m + \frac{b \sin \delta_1}{z_1}$$

Za pravozube konusne zupčanike **standardizuje se spoljni modul** $m = m_n$

Oblici tela konusnih zupčanika



rezani



kovani

zavareni