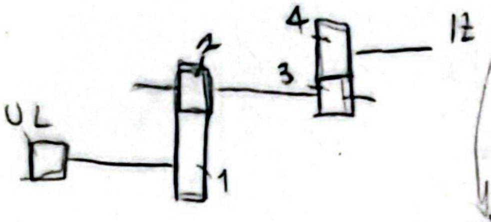
6.

Пренос снаге

1. Двостепени преносник

Снага: $P = T \cdot \omega$



$$i_u = \frac{n_1}{n_4} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_3}{n_4} = i_{1-2} i_{3-4}$$

$$u_u = u_{1-2} \cdot u_{3-4}$$

$$i = \prod_{j=1}^{k} i_j$$

$$P_{iz} = P_{ul} \cdot \eta$$

радни пр. однос: $i = \frac{n_{ul}}{n_{iz}}$

кин. пр. однос: $u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{r_{гоњ}}{r_{погон}}$

2. Мултипл...

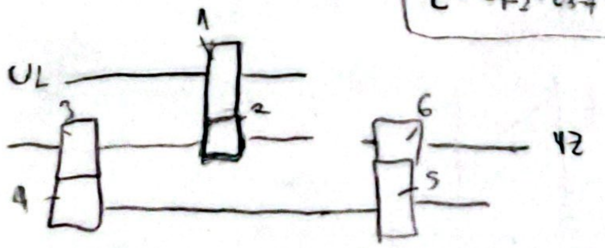
$\omega_{ul} > \omega_{iz}$; $i > 1$ → редуктор → $u = i$

$\omega_{ul} < \omega_{iz}$; $i < 1$ → мултипликатор → $i = \frac{1}{u}$

$i \neq const$; $i \lessgtr 1$ → вариатори

3. Тростепени преносник

$$i = i_{1-2} \cdot i_{3-4} \cdot i_{5-6}$$

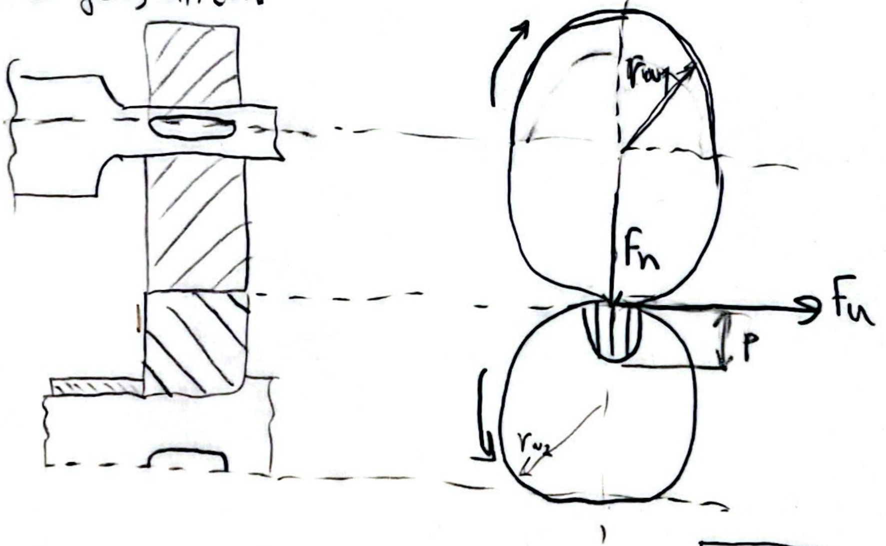


4. Ток снаге

$$P_{ul} = \frac{P_{iz}}{\eta}$$

7. Фрикциони парови

1. Сила; F_u, F_t...

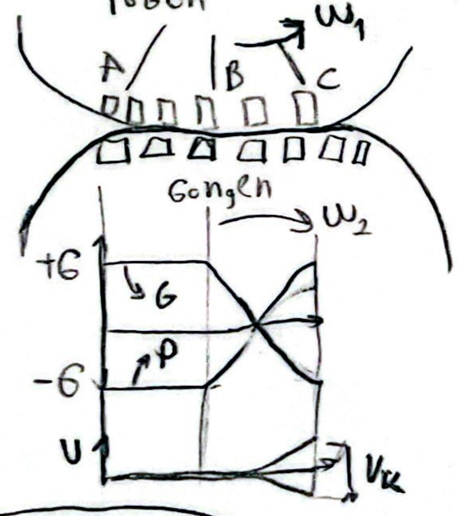


– клизање неће наступити ако је $F_u > F_t$:

$F_u = \mu \cdot F_n$; $\mu F_n = S_\mu F_t \rightarrow F_n = \frac{S_\mu F_t}{\mu}$; $F_t = \frac{\mu F_n}{S_\mu}$

2. Ел. клизање

– Последица ел. деф. на додирним површ.



$v_k = f_k \cdot v$

$u = \frac{r_{w2}}{r_{w1}} \cdot \frac{1}{1-f_k}$

$P_\mu = F_\mu \cdot v_k = \mu F_n f_k \cdot v$ → снага на клизање

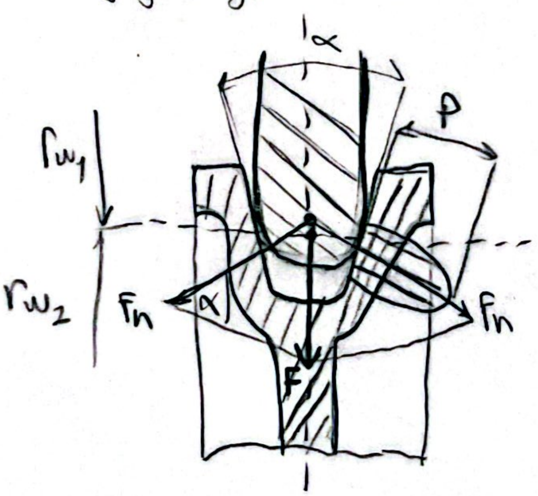
$P_f = \frac{v F_n f}{r_w}$ → снага због котрљања

$P_k = P_\mu + P_f$

$\eta = \frac{P - P_k}{P}$

3. Кин. клизање

– Последица одступања тачке додира од кин. површине
– код цилиндричних зупчаника нема.



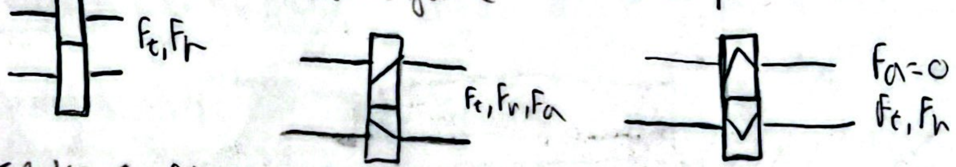
8. Зупчаници

1. Поделе

I - по положају оса кинематских парова

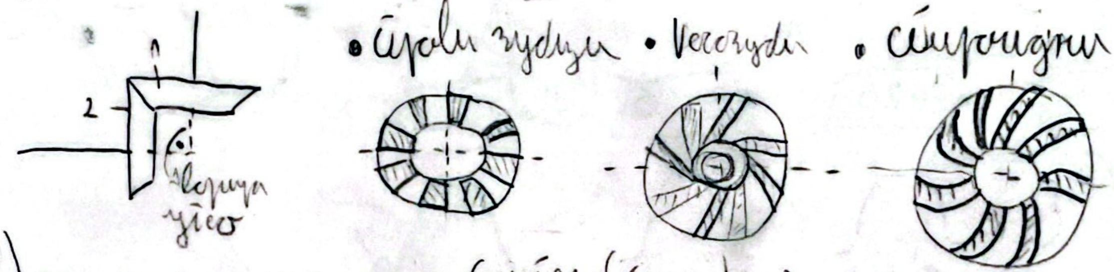
а) са паралелним осама (цилиндрични)

• правозуби • косозуби • стреласти



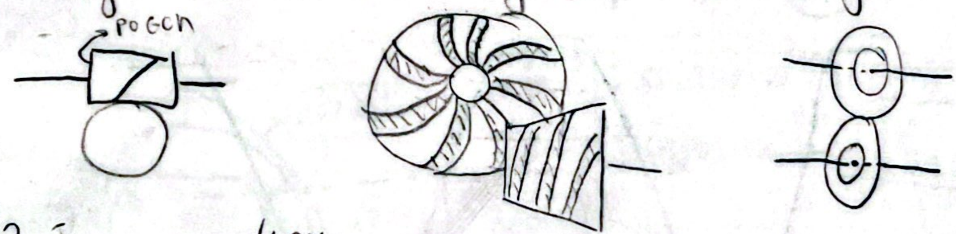
б) осе које се секу (конусни)

• прави зупци • косозуби • спироидни

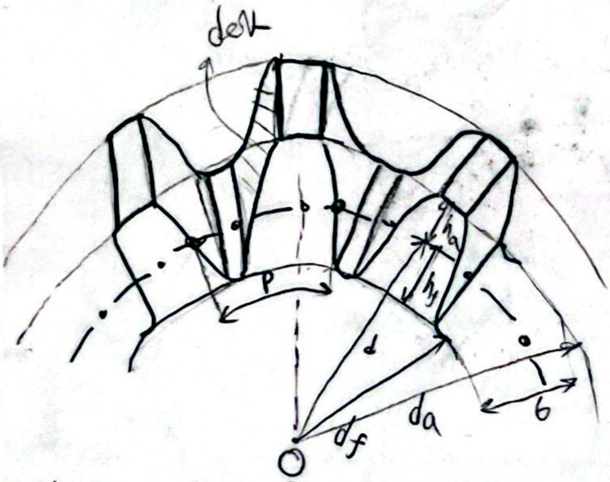


в) осе које се мимоилазе (хиперболоидни)

• пужни • хипоидни • завојни



2. Зупци и озубљења

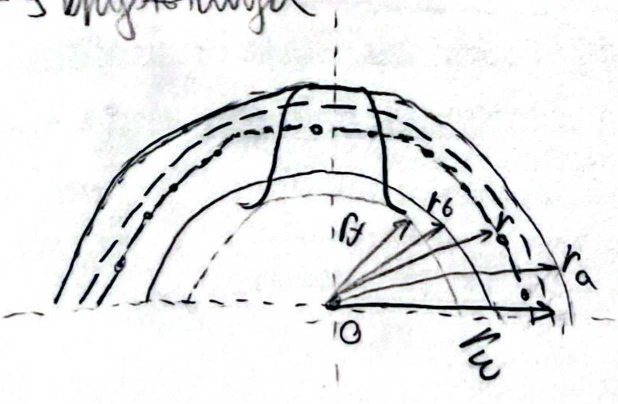


- када нема мерења спрега одређена, стетуто де 1 dok.

p - подеони корак је лучно растојање између суседних истоимених бокова мерено дуж подеоне кружнице у месној равни

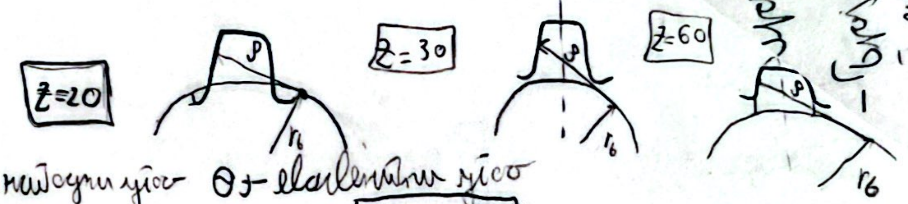
$O = p\cdot z = d\cdot\pi$; $\frac{p}{\pi}\cdot z = d$; $\frac{p}{\pi} = m$ $\Rightarrow$ $d = mz$, $p = m\pi$

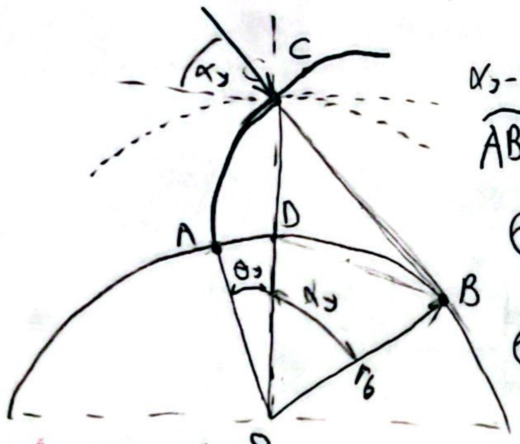
- S кружница



d_f - подножни пр.
d_a - темени пр.
d - називни пр.
p - корак
h - висина
b - ширина

3. Еволвента круга





α_y – нападни угао θ_y – еволвентни угао

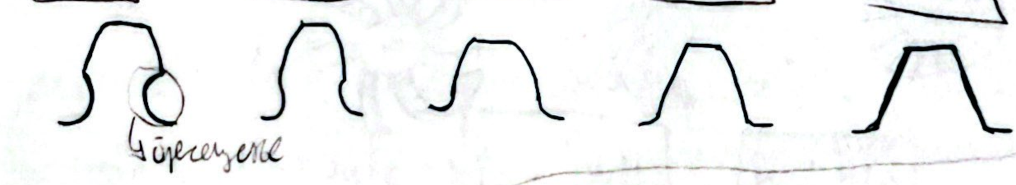
$\overset{\frown}{AB} = \overline{CB}$; $\overset{\frown}{AD} = r_b \cdot \theta_y \rightarrow \theta_y = \frac{\overset{\frown}{AD}}{r_b}$

$\theta_y = \frac{\overset{\frown}{AB} - \overset{\frown}{DB}}{r_b} = \frac{\overline{CB} - \overset{\frown}{DB}}{r_b}$; $\Delta OCB \rightarrow tg\alpha_y = \frac{\overline{CB}}{r_b}$ $\overset{\frown}{DB} = r_b \alpha_y$

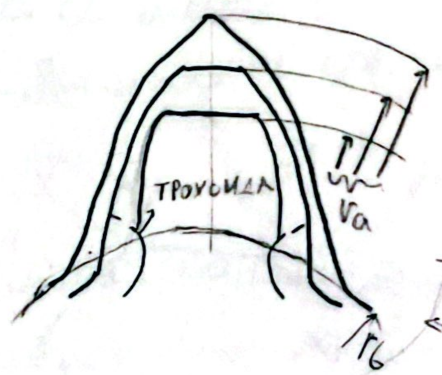
$\theta_y = tg\alpha_y - \alpha_y = inv\alpha$

z↑, расте дебљина у корену
z<17, нежељено подсецање

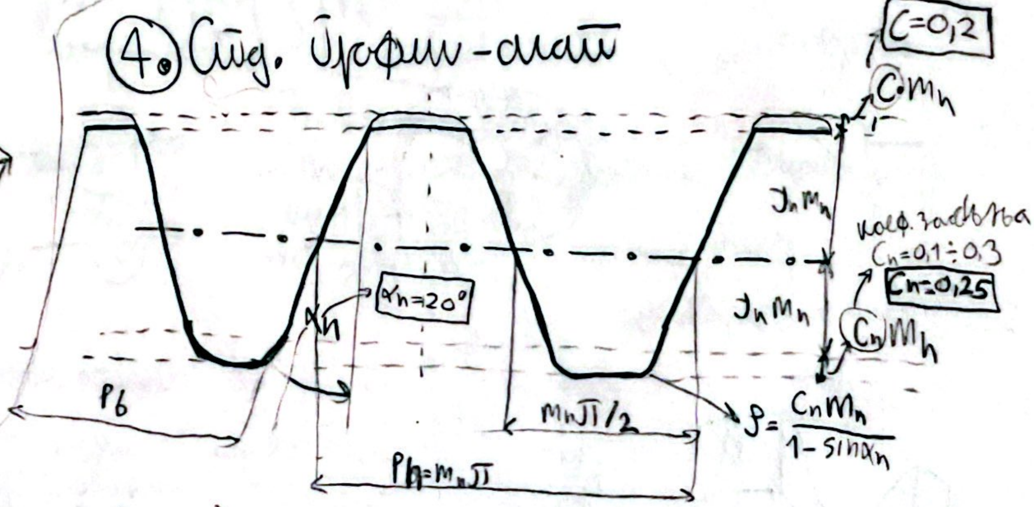
– Слике зубаца:



– Трохоида



4. Стд. профил – алат



– Алат је равни зупчаник (z=∞)

– Принципи израде еволвенте:

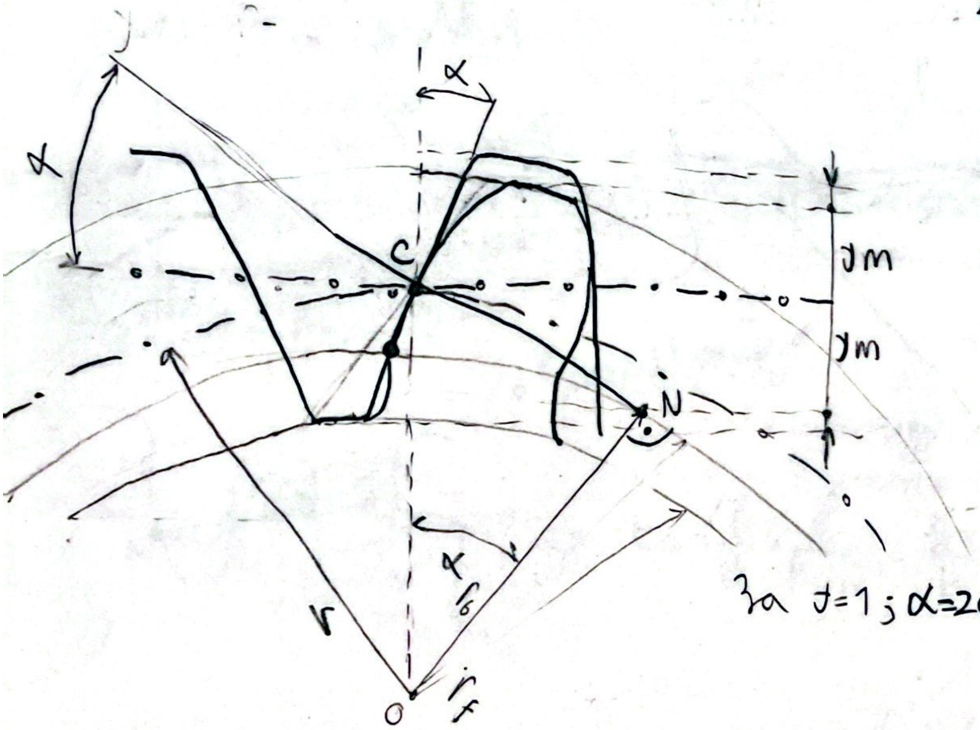
а) котрљање основне праве по основној кружници – брушење

б) котрљање поделне праве по поделној кружници – подоње

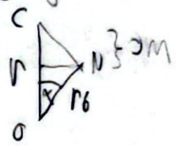
в) котрљање кинематских кружница – брусне

5. Гранични број зубаца

– Број зубаца код којих се прва тачка на активном делу профила поклапа са првом тачком еволвенте



ΔOCN:



$$y \cdot m = r - r_b \cos\alpha$$

$$[r_b = r \cdot \cos\alpha]$$

$$y \cdot m = r(1 - \cos^2\alpha)$$

$$\left[r = \frac{m \cdot z}{2}\right]$$

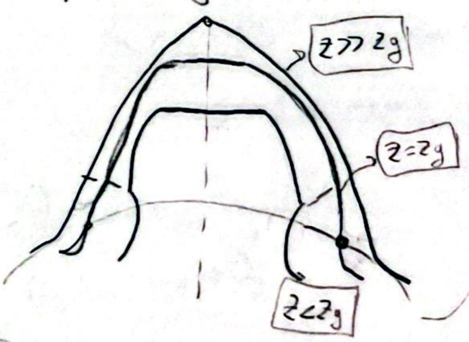
$$y = \frac{z}{2}(1 - \cos^2\alpha)$$

$$z = \frac{2y}{1-\cos^2\alpha} \Rightarrow \boxed{z = \frac{2y}{\sin^2\alpha}}$$

За $y = 1$; $\alpha = 20° \rightarrow z_g = 17{,}1 \Rightarrow \boxed{z_g = 17}$

↳ нема подсецања зубаца

– Трохоида

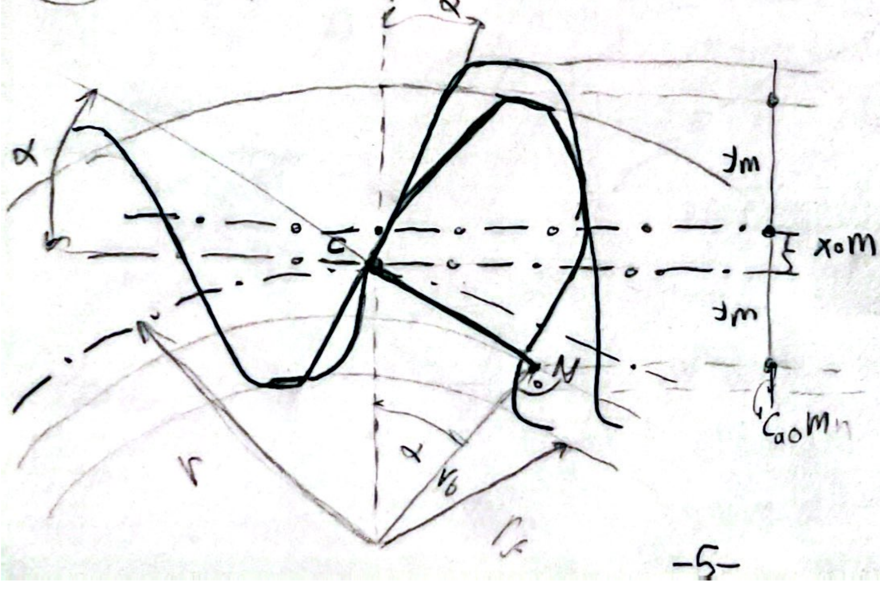


$z < z_g$: аштраница која се брзо шири, слаб корен

$z \gg z_g$: зашиљеност: $\boxed{S_{a\,min} > 0{,}2 \cdot m_n}$!!

Решења:
1) $z < 17 \rightarrow x > 0$; 2) $17 < z < 30$ $x > 0$ → смањује напон
3) [illegible] α 4) $S_a < S_{a\,min} \rightarrow x < 0$

6. Померање профила



ΔOCN:

$$ym = r - r_b\cos\alpha + xm = r\sin^2\alpha + xm$$

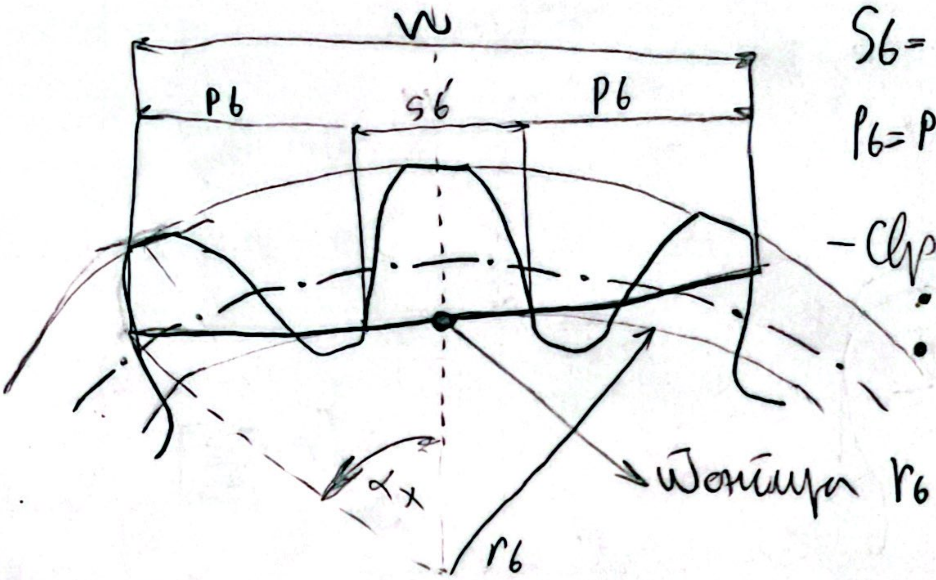
↳ $x = y - \frac{r}{m}\sin^2\alpha$; $r = \frac{mz}{2}$

$$\boxed{x = y - \frac{z}{2}\sin^2\alpha}$$

за $y=1$; $\alpha = 20°$; $z_g = 17$ → $\boxed{x = 0}$

– За $z < 17$ уводи се померање.
За $z = 17 \rightarrow \boxed{x = 0}$.
– Повећањем x корен је дебљи, а шиљи оштрији, најма за z
– Померање у негативном смеру код већег бр. z.

7. Мера преко зубаца



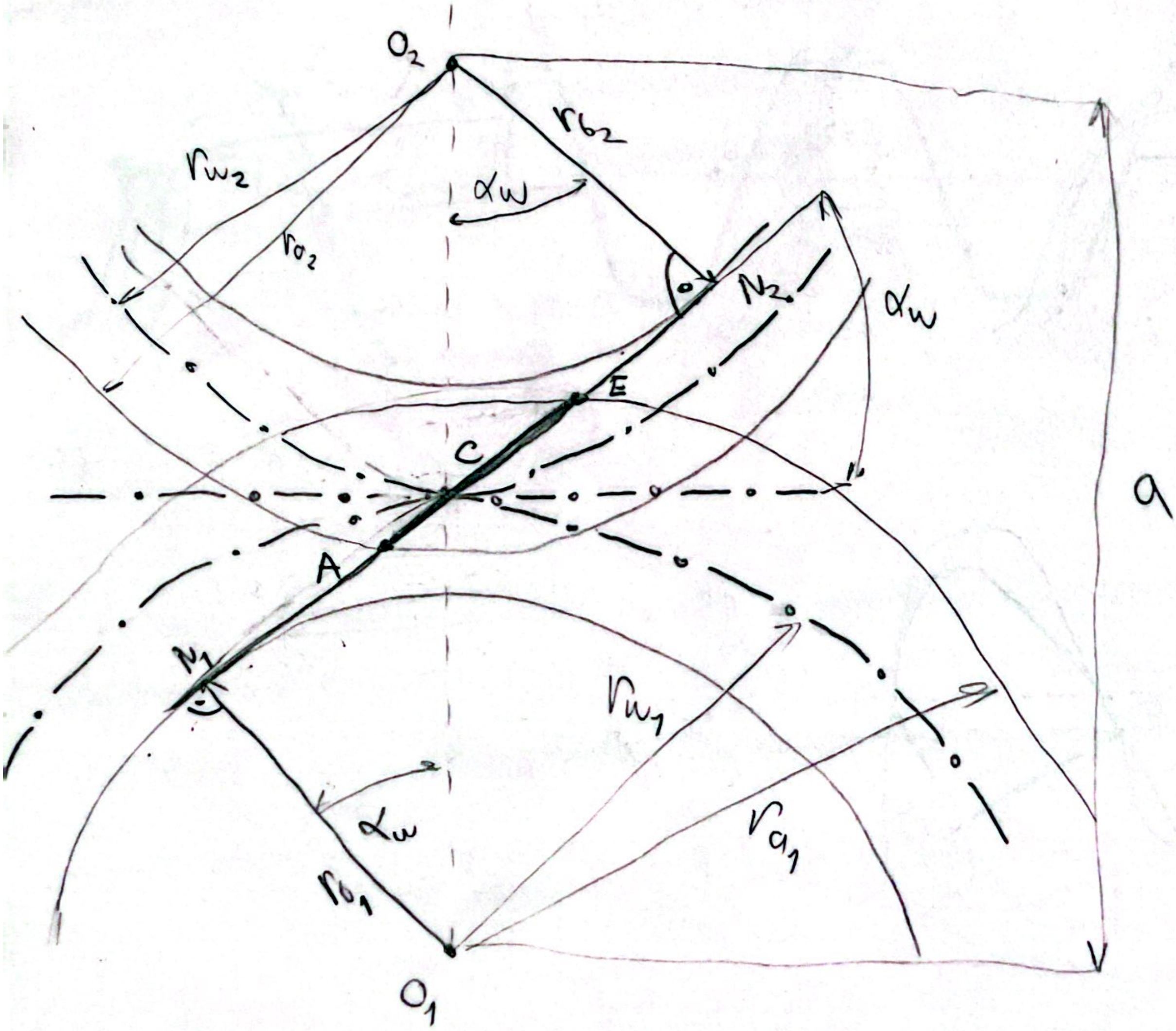
$$W = (z_w - 1)p_b + s_b$$

$$s_b = d_b\left(\frac{s}{d} + inv\,\alpha\right)$$

$$p_b = p \cdot \cos\alpha$$

– Сврха мере преко зубаца су:
- контрола израде → $z_w = \dots$
- идентификација зупчаника
  ↳ $W_3 - W_2 = \dots \rightarrow$ m= ; z=

8. Спрезање



Додирница је геом. место тачака додира профила зубаца у односу на неку непокретну раван. [$\overline{N_1N_2}=\overline{N_1C}+\overline{CN_2}$]

– Активна дужина додирнице је део додирнице на коме се спрежу зупчаници [$l=\overline{AE}$]

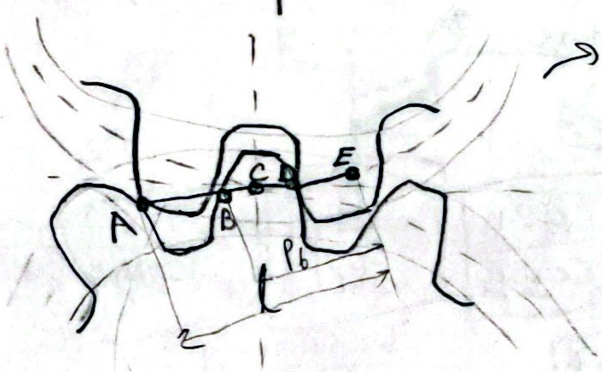
– α_w – угао додирнице

$$r_{w1}+r_{w2}=a$$

$$\overline{N_1N_2}=\overline{N_1C}+\overline{CN_2}=r_{w1}\sin\alpha_w+r_{w2}\sin\alpha_w=\sin\alpha_w\cdot a$$

$$l=\overline{AE}=\overline{N_1E}+\overline{AN_2}-\overline{N_1N_2}=\sqrt{r_{a1}^2-r_{b1}^2}+\sqrt{r_{a2}^2-r_{b2}^2}-a\cdot\sin\alpha_w$$

* Степен спрезања



→ ε_α – степен спрезања профила

↳ показује однос учешћа једнопарне и двопарне спреге зубаца

$$\varepsilon_\alpha=\frac{l}{p_b}=\frac{l}{p\cdot\cos\alpha}=\frac{g_\alpha}{p}=\frac{g_\alpha}{m\pi}$$

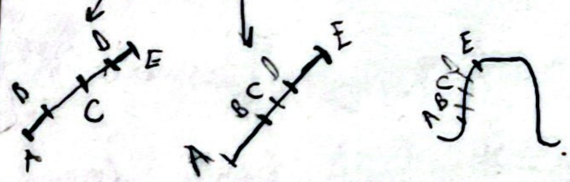
g_α – додирни лук

→ $\varepsilon_\alpha=1\div2$ – теоретски

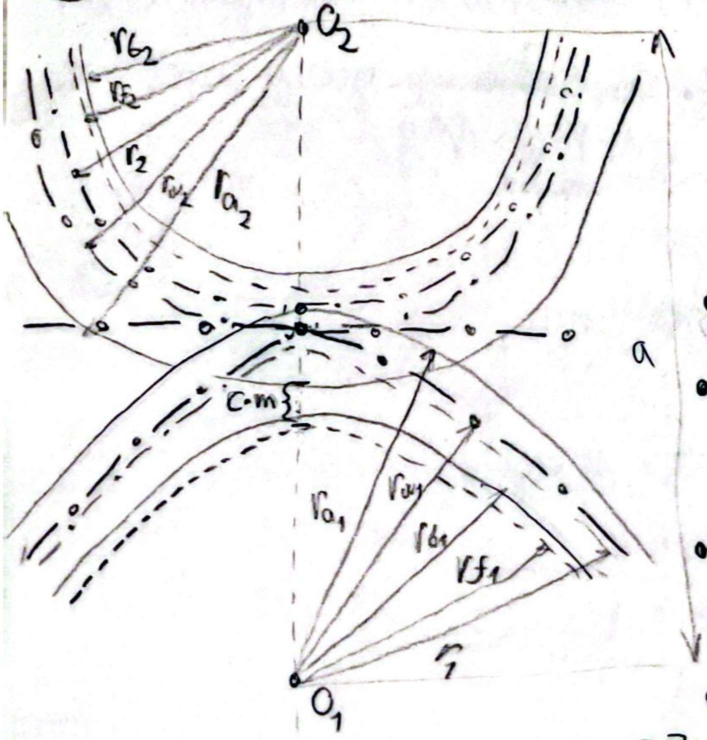
↳ $\varepsilon_\alpha=1$ – једнопарна спрега AB + DE

$\varepsilon_\alpha=2$ – двопарна спрега BD

$\varepsilon_\alpha=1,3\div1,8$ – практично



9. Димензије зупчаника



• a – осно растојање: $a=r_{w1}+r_{w2}=\frac{r_{b1}}{\cos\alpha_w}+\frac{r_{b2}}{\cos\alpha_w}=\frac{r_1\cos\alpha}{\cos\alpha_w}+\frac{r_2\cos\alpha}{\cos\alpha_w}$

$$a=(r_1+r_2)\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_w}$$

$x_1+x_2=0$ → $a=\frac{m}{2}(z_1+z_2)$

• r_w – кин. кр.: $u=\frac{r_{w2}}{r_{w1}}$; $r_{w2}=r_{w1}\cdot u$; $r_{w1}=\frac{a}{u+1}$

• r – подеона кр.: $d_1=m\cdot z_1$; $d_2=m\cdot z_2$

• r_f – подножна кр.: $r_f=r+m(y-x+c_{a0})$; $y=1$, $c_{a0}=0,25$

• r_a – темена кр.: $c=0,2$

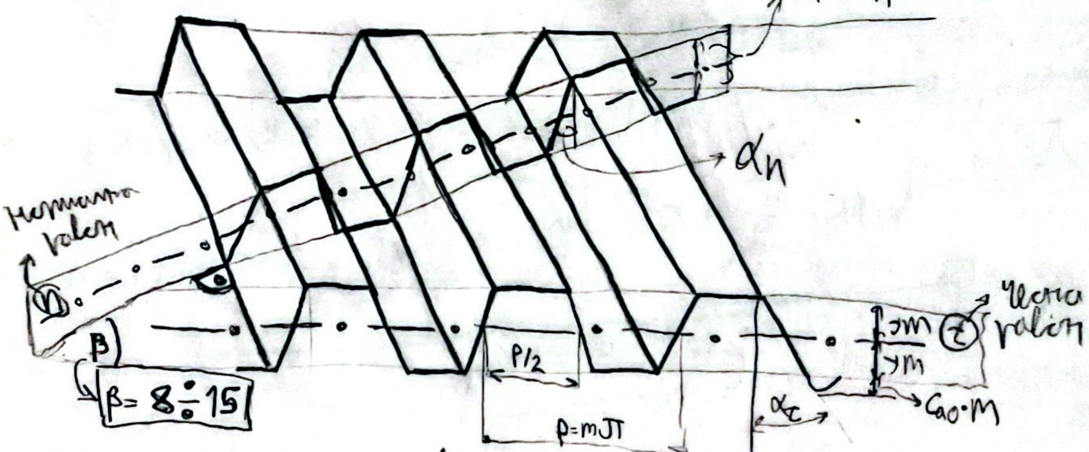
$$a=r_{a2}+cm+r_{f1}\rightarrow r_{a2}=a-cm-r_{f1}$$

• кин. пр. однос:

$$u=\frac{r_{w2}}{r_{w1}}=\frac{r_{b2}/\cos\alpha_w}{r_{b1}/\cos\alpha_w}=\frac{r_{b2}}{r_{b1}}=\frac{r_2\cos\alpha}{r_1\cos\alpha}=\frac{mz_2/2}{mz_1/2}\Rightarrow u=\frac{z_2}{z_1}$$

10. Косозуби зупчаници

– Код косих: $\varepsilon_\alpha > ...$



(n) → нормална раван → стандардни профил

m_n – станд.; $\alpha_n = 20^\circ$; $y = 1$

(t) → чеона раван: $m_t, \alpha_t, \vartheta_t$

– Веза чеоне и нормалне равни: $tg\,\alpha_t = \frac{tg\,\alpha_n}{\cos\beta}$; $p_t = \frac{p_n}{\cos\beta}$; $m_t = \frac{m_n}{\cos\beta}$

$\vartheta_t m_t = \vartheta_n m_n \rightarrow \vartheta_t = \vartheta_n \cos\beta$; $x_t = x_n \cos\beta$

11. Укупни степен спрезања

$$\varepsilon_\alpha = \frac{l}{p_b} = \frac{l}{p\cos\alpha} = \frac{g_\alpha}{p}$$

$$\varepsilon_\beta = \frac{g_b}{p} = \frac{b\,tg\beta}{p} = \frac{b\,tg\beta_b}{p_b} = \frac{b\sin\beta}{m_n\pi}$$

$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$

ε_α → степен спрезања профила

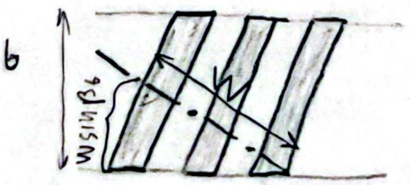
ε_β → степ. спрез. бокова

• Предности:

1. – продужен контакт спрезања
 – више зубаца у спрези
 – већа носивост, мањи напони
2. – постепенији улаз у спрег
 – мирнији рад

• Мане:

1. – заношење зубаца даје аксијалну силу
2. – сложенија и скупља израда
3. – могуће мерити меру преко зубаца у одређеним условима:



12. [illegible]ерећење и расподела

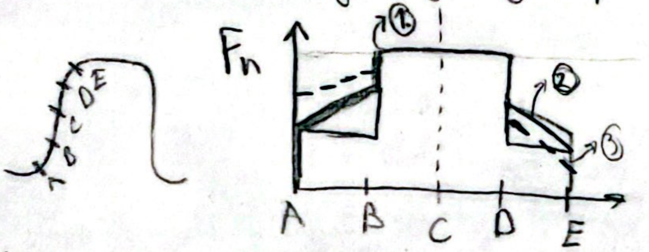
$$T_1 = \frac{T_{s_2}}{\eta_{1-2} i_{1-2}}$$

$$F_{t_1} = \frac{2T_1}{d_1}, \quad F_{t_2} = \frac{2T_2}{d_2}$$

$$\boxed{F_{t_1} = F_{t_2} = F_{nom}}$$

$$\boxed{F_{mer} = F_{nom} \cdot K}$$

- фактор K_A – ф. спољашњих сила (погонски фактор)
- фактор K_V – ф. унутр. дин. сила (динамички фактор) $\rightarrow K_V = f\left(\varepsilon_\beta; IT; \frac{v z_1}{100}\sqrt{\frac{m}{s}}\right)$
- фактор K_α – ф. неравномерне расподеле оптерећења на парове зубаца у спрези $\rightarrow K_\alpha = f\left(\frac{F_t \cdot k_v \cdot k_A}{b}; IT; \beta; \text{облик ободa}\right)$

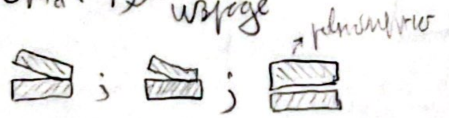


1. једнопарни спет
2. $\Delta P = 0$, двапарни спет
3. $\Delta P \neq 0$

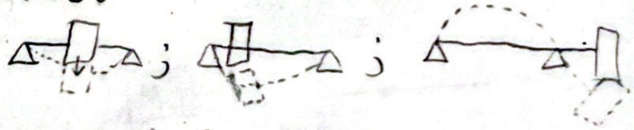
$IT \downarrow \rightarrow$ одступање грешке је мање

- фактор K_β – ф. неравномерне расподеле оптерећења дуж зубаца у спрези (дужи)

1. f_{ma} (T_β) → тачност израде



2. f_ℓ:



- утиче: положај зупчаника и крутост вратила (f_ℓ), тачност израде, хабање

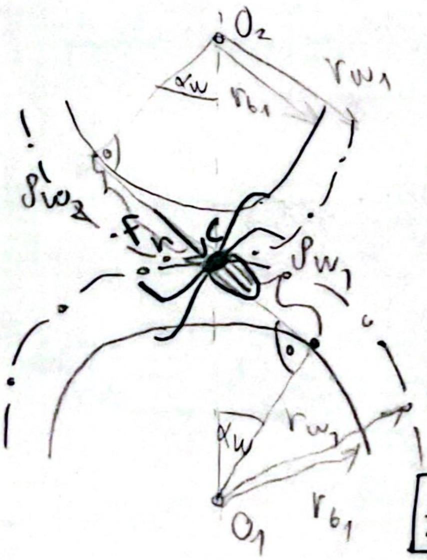
$$K_\beta = f\left(IT, b, \frac{F_t k_A k_v}{b}, \text{мат.}, \text{положај}\right)$$

13. Оптерећење на додиру (H) (површинско)

$$F_n = \frac{T_1}{r_{b_1}} = \frac{T_1}{r \cos\alpha} = \frac{F_t}{\cos\alpha}$$

- F_n дуж линије спреге!

$$\sigma_H = 0{,}418 \cdot \sqrt{\frac{F_n E}{\rho \cdot b}} \qquad E = \frac{2E_1 E_2}{E_1 + E_2} \qquad \rho = \frac{\rho_{w_1} \cdot \rho_{w_2}}{\rho_{w_1} + \rho_{w_2}}$$



- Један начин σ_H

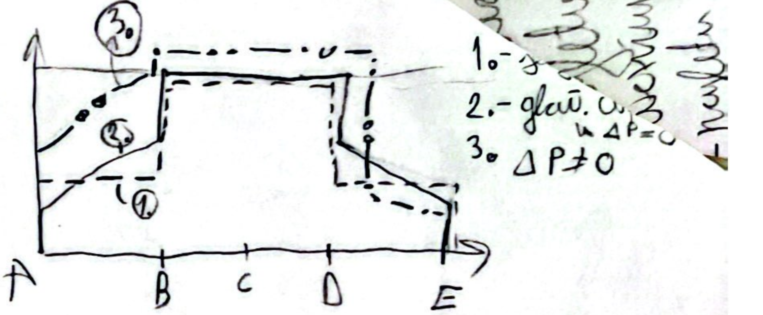
$$\boxed{r_2 = u \cdot r_1} \quad \begin{cases} \rho_{w_1} = r_{b_1} \cdot tg\,\alpha_w = r_1 \cos\alpha_w \cdot tg\,\alpha_w \\ \rho_{w_2} = u \cdot r_1 \cos\alpha\, tg\,\alpha_w \end{cases}$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\rho_{w_1} + \rho_{w_2}}{\rho_{w_1} \cdot \rho_{w_2}} = \frac{r_1 \cos\alpha\, tg\,\alpha_w (1+u)}{r_1^2 \cos^2\alpha\, tg^2\alpha_w \cdot u} = \frac{1+u}{u} \cdot \frac{2}{d_1 \cos\alpha\, tg\,\alpha_w}$$

$$\sigma_{H_C} = 0{,}418 \cdot \sqrt{\frac{F_{t_1}}{\cos\alpha} \cdot E \cdot \frac{1+u}{u} \cdot \frac{2}{d_1 \cos\alpha \cdot tg\,\alpha_w} \cdot \frac{1}{b}} = \sqrt{0{,}175 \cdot *}$$

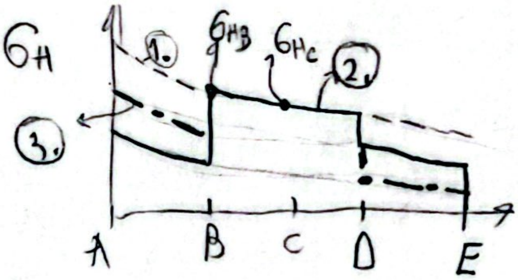
$$\boxed{Z_E^2 = E \cdot 0{,}175} \quad \boxed{Z_H^2 = \frac{2}{\cos^2\alpha\, tg\,\alpha_w}} \rightarrow \boxed{\sigma_{H_C} = Z_E Z_H \sqrt{\frac{F_{t_1}}{d_1 \cdot b} \cdot \frac{1+u}{u}}}$$

$\sigma_{H1}=\sigma_{H2}=\sigma_H$! → само d_1 се тражи!



$$\sigma_H = Z_E \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \cdot Z_\beta \cdot \sqrt{\frac{F_t}{b d_1} \cdot \frac{u+1}{u} \cdot K_A \cdot K_V \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta}}$$

• Критични напон $[\sigma_H]$

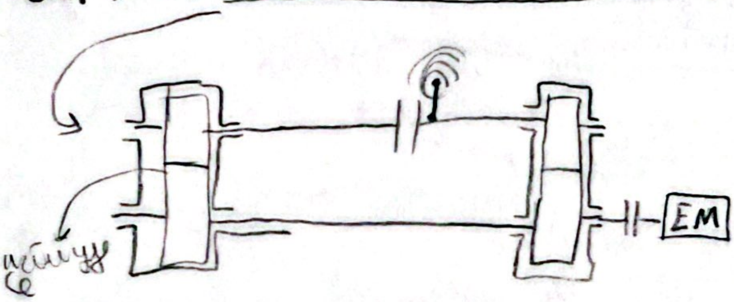


$$[\sigma_H] = \sigma_{Hlim} \cdot Z_1 \cdot Z_2$$ – када се не поклапа са моделом

Z_1 – корекциони фактори за зупчанике → $Z_L \cdot Z_V \cdot Z_R \cdot Z_W \cdot Z_X$

Z_2 – кор. ф. за оптерећење у току рада → Z_N, Z_G

σ_{Hlim} → из затворене кола снаге, тестирањем зупчаника модела



Критично стање – хабање

– pitting

$a=100mm$, $u=1$, $m_n=3...5$, $v=10\,\frac{m}{s}$ ...

• Степен сигурности S_H

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

$S_H = 1,25...2,5$

$S_{Hmin} \geq 1,25$

$1 < S_H < 1,25$ – повећано разарање

$1,25 < S_H < 2,5$ – прихватљиво -||-

$S_H > 2,5$ – предимензионисан

Напон у подножју (F) (заморни)

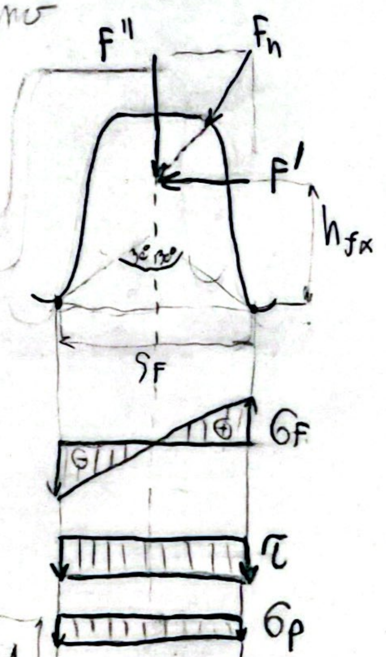
- Највећи напон тамо где може да се наслања једнакостранични Δ чија основица зубу
- највећи крак у тачки E

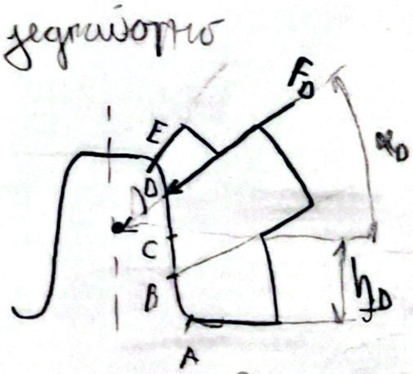
- једнопарно

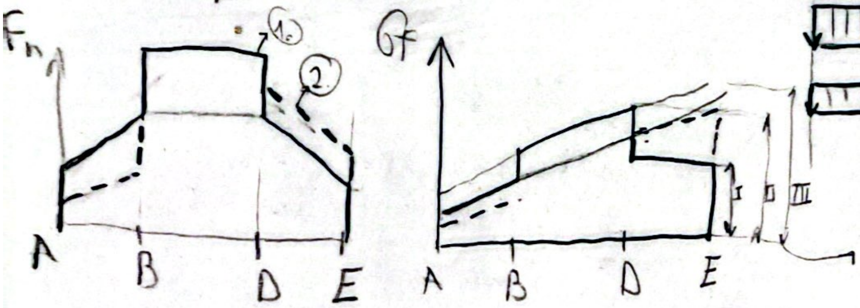
- двапарно

F'' - савија

F' - сабија







I - $\sigma_{FE} \rightarrow \Delta P = 0$

II - σ_{FD}

III - σ_{Fa}

$$\sigma_{Fa} = \frac{M}{W} \; ; \; M = F_n \cdot h_{Fa} \cdot \cos\alpha_a \rightarrow h_{Fa} = f_h \cdot m_n \; ; \; F_n = F_t / \cos\alpha_n$$

$$M = F_t \frac{\cos\alpha_a}{\cos\alpha_n} \cdot f_h \cdot m_n$$

$$W = \frac{6 \cdot S_F^2}{6} = \frac{6 \cdot f_s^2 m_n^2}{6}$$

$$\sigma_{Fa} = \frac{F_t}{6 \cdot m_n} \cdot \underbrace{\frac{6 f_h \cos\alpha_a}{f_s^2 \cos\alpha_n}}_{Y_{Fa}} \cdot Y_{Sa}$$

$$\sigma_{F1,2} = Y_{Fa_{1,2}} \cdot Y_{Sa_{1,2}} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{F_t}{6 \cdot m_n} \cdot K_a \cdot K_v \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta}$$

$$\sigma_{FD} = Y_\varepsilon \sigma_{Fa}$$

$$\sigma_{FE} = K_{F\alpha} \sigma_{FD}$$

- кр. напон $[\sigma_F]$

$$[\sigma_F] = \sigma_{Flim} \cdot Y_{ST} \cdot Y_{RT} \cdot Y_{\delta R} \cdot Y_X \cdot Y_N \cdot Y_б$$

(Y_{ST} — F2; $Y_N \cdot Y_б$ — ако је [illegible] дин. издржљивост ограничено)

- степен сиг. S_F

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

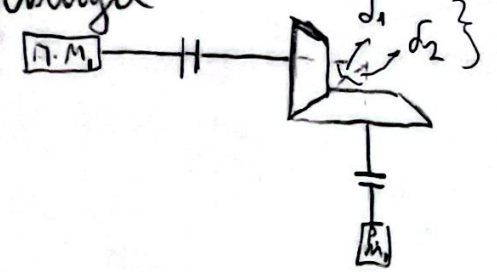
- Критичния набор дин. изгр. модела:

$[\cdot \sigma_H] = \sigma_{HLim} \quad \cdot [\sigma_F] = Y_{ST} \cdot \sigma_{FLim}]$

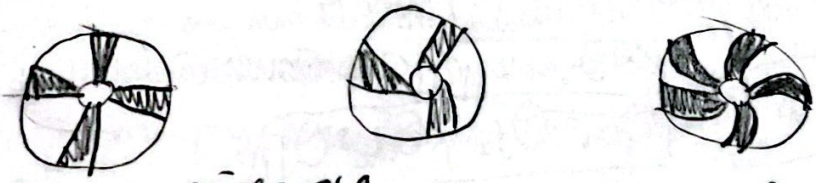
2. КЛК ME2

8.3. Конусни зупчаници

1. Слика



2. Подела
   - правоъгълни
   - коси
   - спирални



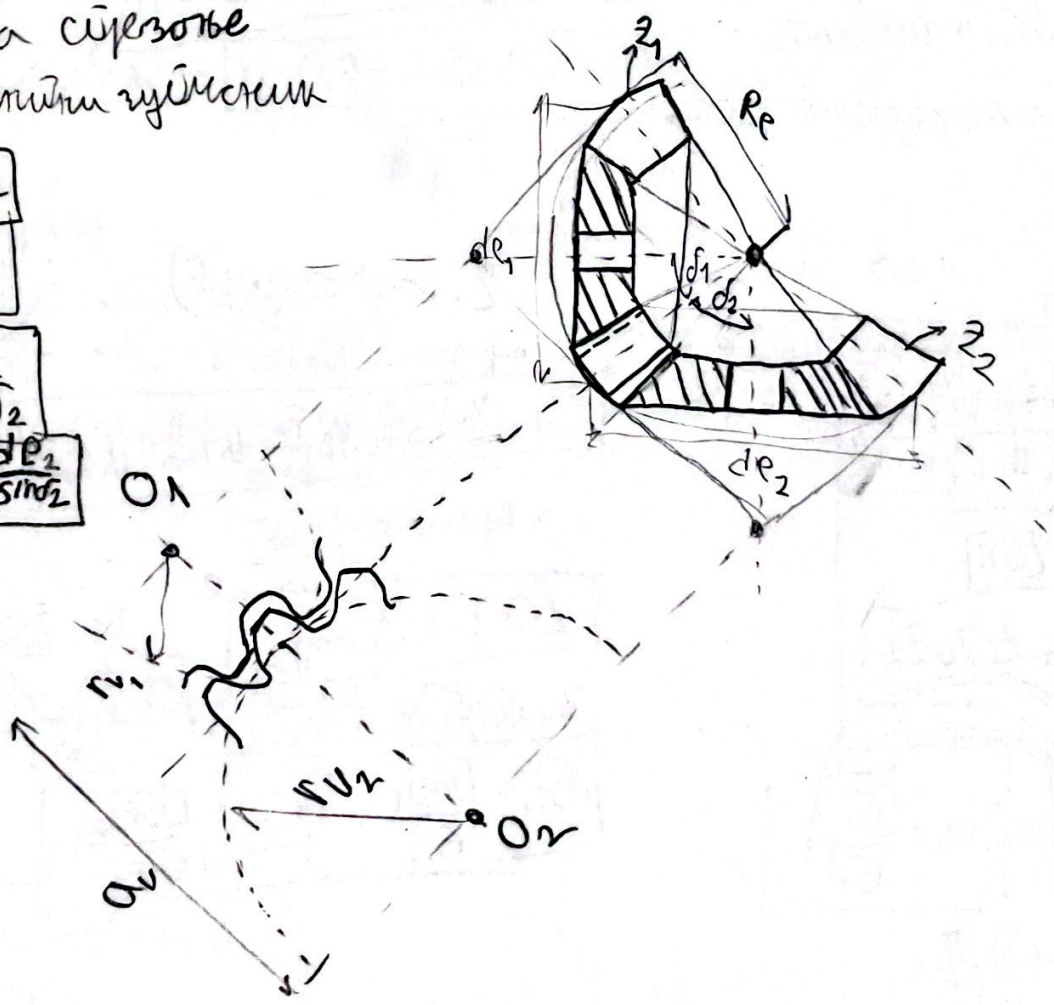
3. Слика сферични
V- виртуални зъбници

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

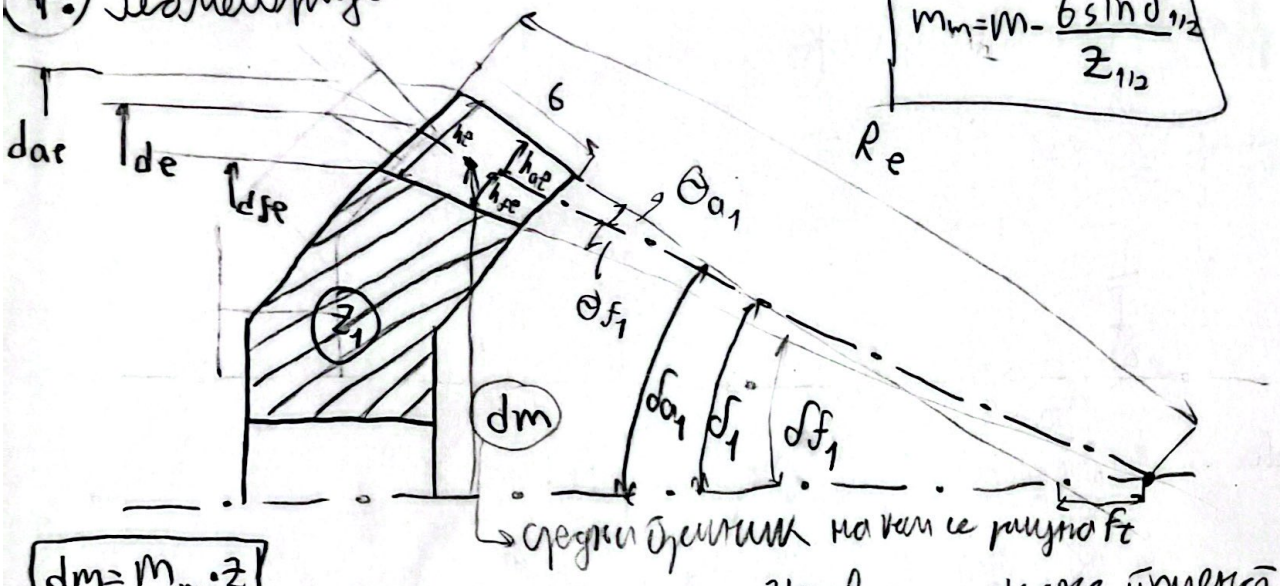
$$r_{v1} = \frac{d_{e1}}{2\cos\delta_1}$$

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

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



4. Геометрија



$$m_m = m - \frac{b \sin\delta_{1,2}}{z_{1,2}}$$

→ средни делични напон се рачуна F_t

$$d_m = m_m \cdot z$$

$$d_e = m z$$

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

Услов за одређење шпенског зазора:

$$\Theta_{a1} = \Theta_{f2};\ \Theta_{a2} = \Theta_{f1}$$

5. Израчунавање

$$F_t = \frac{2T}{d_m}$$ → преносни однос.

1. Док (H)

• радно... σ_H

$$\sigma_H = Z_E Z_H Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{F_{t1}}{b d_{m1}} \cdot \frac{u \pm 1}{u} \cdot K_H} \cdot Z_A^{0,8}$$

$$K_H = K_A K_V K_{H\alpha} K_{H\beta}$$

• критично $[\sigma_H]$

$$[\sigma_H] = \sigma_{H\lim} Z_L Z_v Z_R$$

• сигурносни сп.

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

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

$\sigma_{H1} = \sigma_{H2} = \sigma_H$!

2. Подножје (F)

• радни... σ_F

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

• критично $[\sigma_F]$

$$[\sigma_F] = \sigma_{FLim} (Y_{ST})^2$$

• сигурносни сп.

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

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

$$1{,}5 \le S_{H/F} \le 2{,}5$$

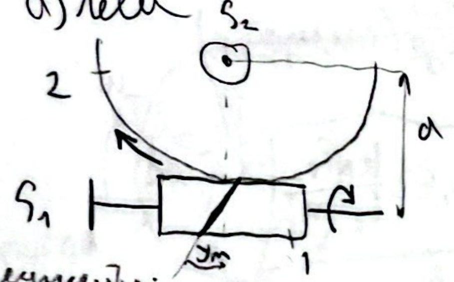
Пужни зупчаници *

1 (челик)
2 (бронза, месинг, SL)

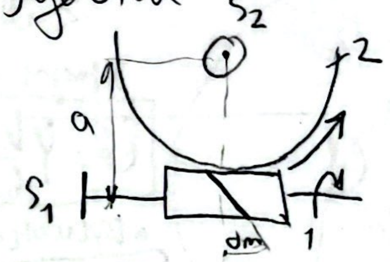
1. Примена и одлике L/D

! Погонски је пужни завртањ (1), а гоњени је пужни зупчаник (2).

а) леви



б) десни



$z_1 = 1, 2 / 3 \ (6)$

$z_2 = 40 \div 80$

Предности:

1) Користе се код мимоилазних вратила под углом од 90°.
2) Велики преносни однос. $i = 20 \div 80$
3) Бешуман рад, константан пр. однос

Мане:

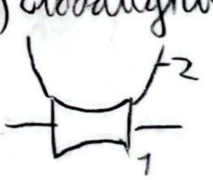
1) Велико загревање → $\eta = 0{,}7 \div 0{,}8 \ (0{,}85)$

Подела:

1) Цилиндрични

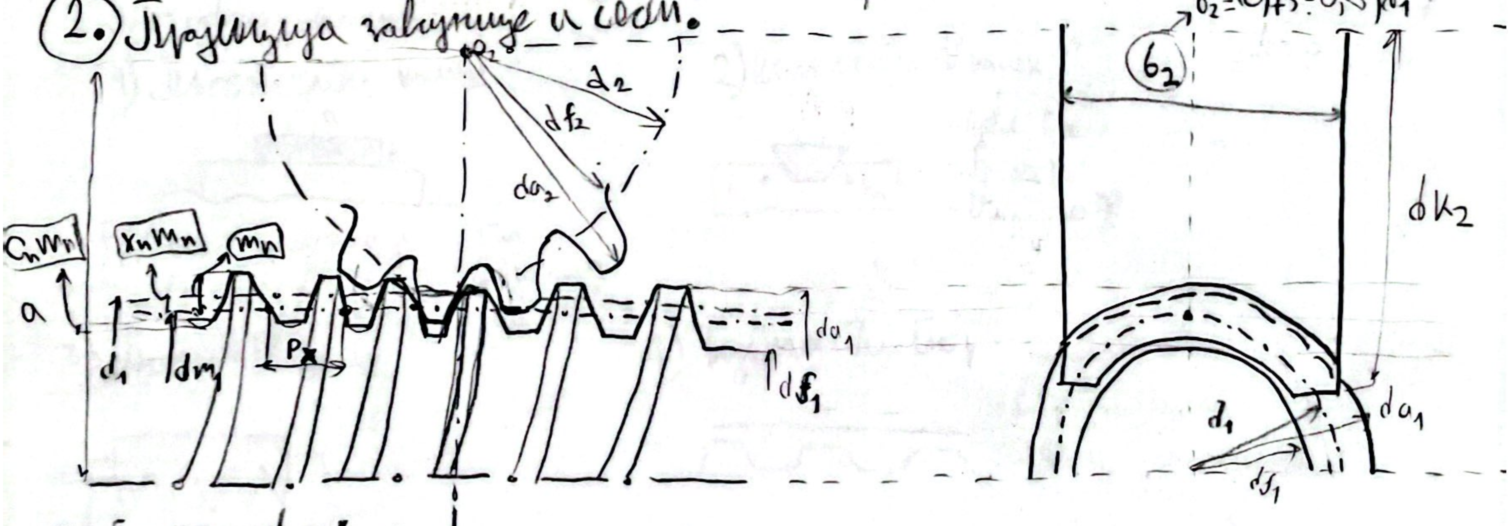
- $\varepsilon_\alpha = 1 \div 2$
- ZA, ZI, ZN, ZK, ZH

2) глобоидни



+ веће ε_α
− скупо, компликовано

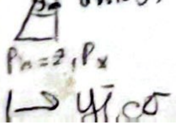
2. Геометрија завојнице и точка.



q - пужни број → $7 \div 20$

$$d_m = q \cdot m_x$$

$$q = \frac{z_1}{tg \gamma_m} \qquad m_x = \frac{m_n}{\cos \gamma_m}$$

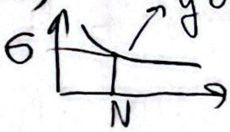


$$tg \gamma_m = \frac{P_h}{O} = \frac{z_1 P_x}{d_m \pi} = \frac{z_1 m_x \pi}{d_m \pi}$$

↳ [illegible] !

3. Чврстоћа

- Испитује се само пужни зупчаници (од бронзе) → $CuSn$
- при застоју → дозвољено до 0,3 m



1. Бок (H)

• рачуни σ_H

$$\sigma_H = Z_E Z_\rho \sqrt{\frac{K_a T_2}{a^3}}, \quad T_2 = \frac{P_2}{\omega_2}$$

• критични $[\sigma_H]$

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

• степен сиг. S_H

$$S_H = S_{H2} = \frac{[\sigma_H]_2}{\sigma_H} \geq 1 \ (1,25)$$

[illegible]

Z_h – фактор века: $Z_H = \left(\frac{25000}{L_h}\right)^{1/6} \leq 1,6$

2. Подножје (савијање)

• рачуни τ_F

$$\tau_F = Y \frac{K_A F_{t2}}{b_2 m_n} = 0,63 \frac{K_A F_{t2}}{b_2 m_n}, \quad F_{t2} = \frac{2T_2}{d_2}$$

• критични $[\tau_F]$

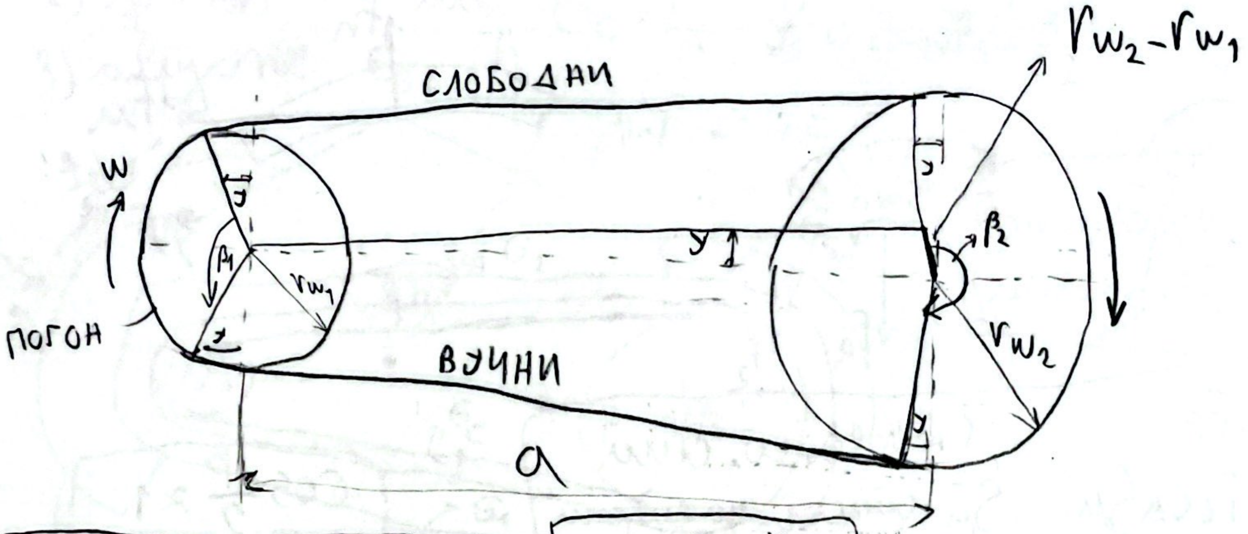
$$[\tau_F] = \tau_{F\lim} Y_{NL}$$

• с.с. S_F

$$S_F = \frac{[\tau_F]}{\tau_F}$$

Ремени преносници

1. Слика и дужина каиша



$\boxed{\beta_1 = 180° - 2\gamma}$; $\boxed{\beta_2 = 180° + 2\gamma}$; $\boxed{\sin\gamma = \frac{r_{w_2} - r_{w_1}}{a}}$

$\boxed{F_t < F_\mu}$ - пренос трењем

- дужина каиша

$$\boxed{L = 2a\cos\gamma + r_{w_1}\beta_1 + r_{w_2}\beta_2} \quad (\beta \text{ у } rad)$$

$$\boxed{L = 2a\cos\gamma + \frac{\pi}{180°}\left(r_{w_1}\beta_1 + r_{w_2}\beta_2\right)} \quad (\beta \text{ у } °)$$

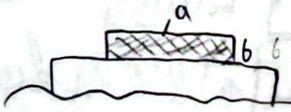
$$i = \frac{d_{w_2}}{d_{w_1}} \cdot \frac{1}{1-\xi_k}$$

ξ_k → ф. проклизавања

2. Подела

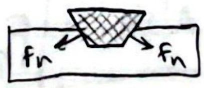
I По облику каиша:

1) Пљоснати каиши



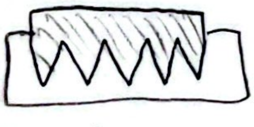
$F_p\uparrow$ сила притиска је највећа
мала дебљина - веће брзине $v = 60 \frac{m}{s}$

2) клинасти V каиш



- веће F_n
- F_p мање
- $v_{max} = 30 \frac{m}{s}$

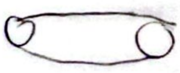
3) Поли-V каиш

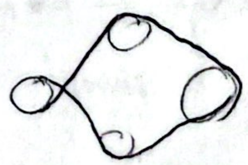


4) Зупчасти пор

- F_p најмања
- нема проклизавања

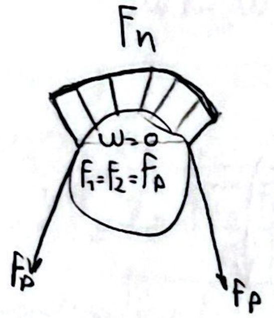
• отворени • затворени • комбиновани





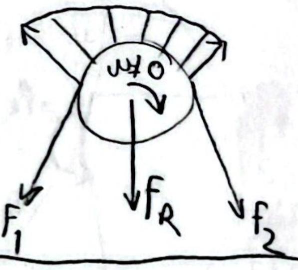
③ Силе у каишу

1. Равнотежно стање

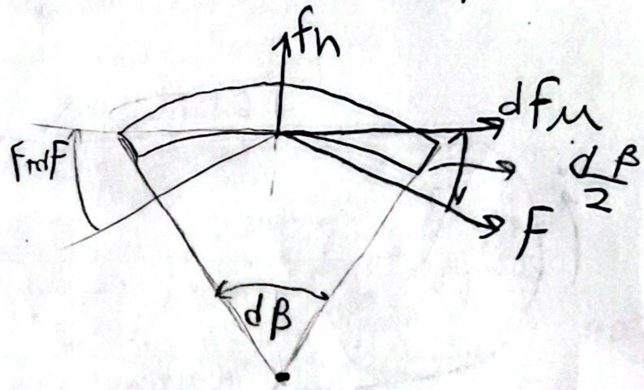


2. Погонско стање

$F_1 > F_2$



3. Елементарно равн.



$F_1 + F_2 = F_p$ — C_A - коеф. ст. сила

$F_1 - F_2 = F_t C_A S_\mu$ — S_μ - ст. сиг. на страни проклизавања

$\cos\frac{d\beta}{2} \approx 1$

$\sin\frac{d\beta}{2} \approx \frac{d\beta}{2}$

$dF\sin\frac{d\beta}{2} \approx 0$

* Извођење F_1, F_2, F_p

$$\Sigma X = 0;\ (-F+dF)\cos\frac{d\beta}{2} + F\cos\frac{d\beta}{2} + dF_\mu = 0 \rightarrow dF_\mu = dF$$

$$\Sigma Y = 0;\ (-F+dF)\sin\frac{d\beta}{2} - F\sin\frac{d\beta}{2} + dF_n = 0 \rightarrow dF_n = F d\beta$$

$$dF_\mu = \mu dF_n = \mu F d\beta = dF \rightarrow \int_{F_1}^{F_2}\frac{dF}{F} = \int_0^\beta \mu d\beta \rightarrow \ln\frac{F_1}{F_2} = \mu\beta \,/ e \rightarrow \frac{F_1}{F_2} = e^{\mu\beta}$$

$$\rightarrow F_1 = F_2 e^{\mu\beta} \rightarrow F_2(-1+e^{\mu\beta}) = F_t C_A S_\mu \rightarrow F_2 = \frac{F_t C_A S_\mu}{e^{\mu\beta}-1}$$ → сила у слободном каишу

$$\rightarrow F_1 - \frac{F_1}{e^{\mu\beta}} = F_t C_A S_\mu \rightarrow F_1 = \frac{e^{\mu\beta}}{e^{\mu\beta}-1} F_t C_A S_\mu$$ → сила у вучној грани

$$\rightarrow F_p = \frac{e^{\mu\beta}+1}{e^{\mu\beta}-1}\frac{F_t C_A S_\mu}{2}$$ → сила притезања

$$\rightarrow F_R = 2 F_{p_1}\cos\frac{\gamma}{2}$$ → резултантна сила

$$F_{p_1} = \frac{F_t C_A S_\mu}{2 \cdot z} + k v^2$$

z → бр. каишева

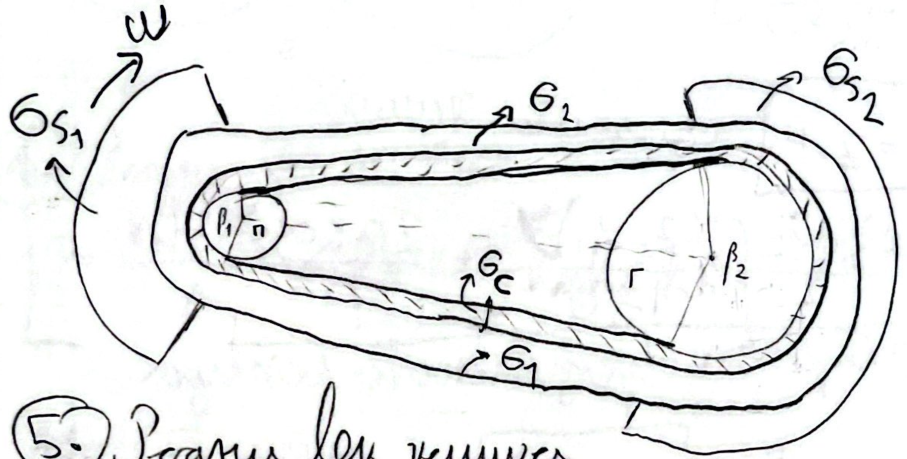
k → маса каиша по јед. дужине

Напони у каишу

1) Затезање $\sigma_1 = \frac{F_1}{A} > \sigma_2 = \frac{F_2}{A}$

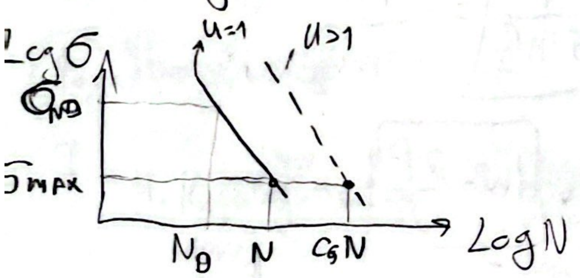
2) Центрифугална сила $\sigma_c = \frac{F_c}{A} = f_s v^2$ → $f_s = \frac{x v}{L}$ → учестаност савијања

3) Савијање $\sigma_{s1} = \frac{h}{d_{w1}} E > \sigma_{s2} = \frac{h}{d_{w2}} E$



$$\sigma_{max} = \sigma_c + \sigma_{s1} + \sigma_1$$
$$\sigma_{min} = \sigma_c + \sigma_2$$

5. Радни век каиша



$\sigma_{ND} = 6 \div 9 \frac{N}{mm^2}$

$N_D = 10^7$

$m = 8$

$$\sigma_{ND}^m \cdot N_D = \sigma_N^m N = const.$$

$$N = \left(\frac{\sigma_{ND}}{\sigma_N}\right)^m \cdot N_D = L_h 3600 f_{s1}$$

σ_N → σ_{max}

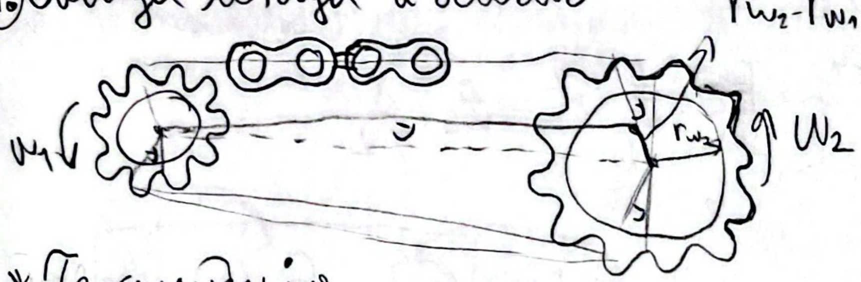
$$L_h = \frac{N_D}{3600 f_s} \left(\frac{\sigma_{ND}}{\sigma_{max}}\right)^m \cdot C_s \cdot C_{NR}$$

C_s → ф. савијања

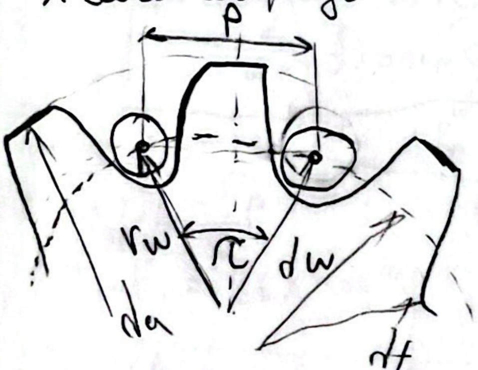
C_{NR} → ф. оптерећења

10. Ланчани преносници

1. Слика ланца и остало



* Геометрија



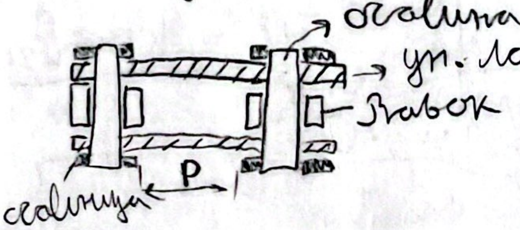
$$\boxed{L = z \cdot p} \rightarrow \text{дужина ланца}$$

$$z = \frac{z_1+z_2}{2} + \frac{(z_2-z_1)\alpha}{180} + \frac{2a\cos\alpha}{p}$$

Потребан број чланака ланца

$$\tau = \frac{360^\circ}{z} ; \sin\frac{\tau}{2} = \frac{p/2}{r_w} = \frac{p}{d_w} ; \boxed{d_w = \frac{p}{\sin\frac{\tau}{2}}} = \frac{p}{\sin\frac{180}{z}}$$

* Слика чланака



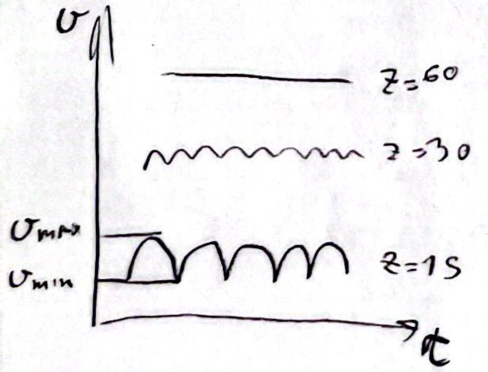
$$zp = d_w \pi \rightarrow \boxed{d_w = \frac{zp}{\pi}}$$

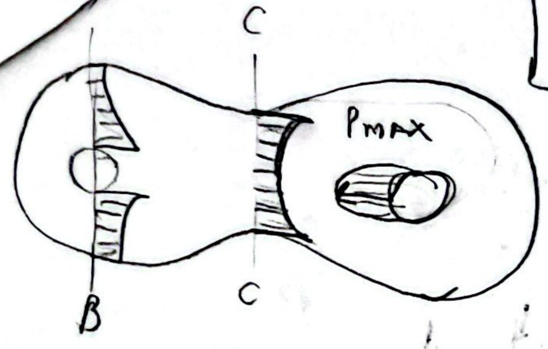
2. Оптерећење

$$F_T = \frac{2T}{d_w} ; \left[v_{max} = r_w \cdot \omega = \frac{p\omega}{2\sin\frac{\tau}{2}} \right] ; \left[v_{min} = r_w = \frac{p\omega}{2tg\frac{\tau}{2}} = v_{max}\cos\frac{\tau}{2} \right]$$

$$\boxed{F_{mer} = F = (K_A F_t + F_c)K_\alpha}$$

$F_c = q \cdot v^2$ → цент. сила; q → маса (специфична)





→ С.С. услед лома

$$S_D = \frac{F_D}{F} = \frac{F_M \cdot \vartheta_D}{k_\sigma(k_A F_t + F_c)}$$

F_M - сила кидања

$\vartheta_D = 0,1$ за $S \to D$

→ (0,15 ÷ 0,2) ваљчани

→ (0,04 ÷ 0,05) зупчасти

4. Радни век ланаца

$$p = \frac{K_A F_t + F_c}{A} \le p_N \cdot k_a k_x k_a k_L \cdot k_h$$

$p < p_{doz}$

11. Спојнице

1. Подела

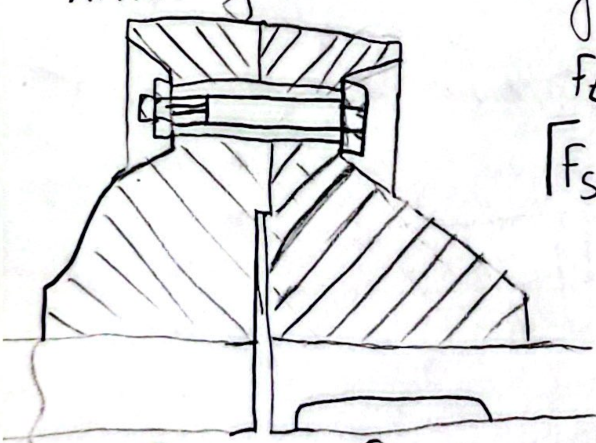
I

1. Нераздвојиве
   - круте
   - еластичне
   - зглобне
2. Раздвојиве
   - конусне
   - зупчасте
   - фрикционе
   - синхро-спојнице
3. Специјалне
   - сигурносне
   - једносмерно
   - центрифугалне
   - хидродин.

II По принципу рада: механичке, хидрауличке, електричне

2. Круте спојнице

* Неподешене



Услов: $F_\mu > F_S$

$$F_t = \frac{2T}{d_z}$$

$$F_S = \frac{F_t}{z} = \frac{2T}{d_z \cdot z}$$

$$F_b \mu \cdot i > F_S S_\mu$$

$$F_b = \frac{F_p}{\zeta_p}$$

$$\frac{F_p \mu}{\zeta_p} = \frac{2T}{d_z z} S_\mu$$

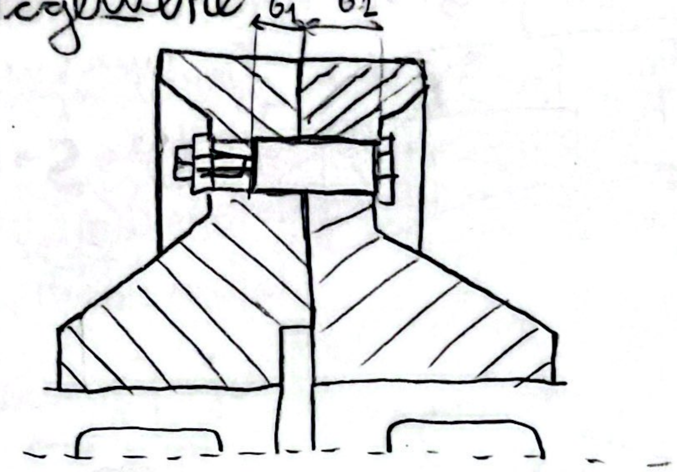
$$F_p = \frac{2T}{d_z z} \frac{S_\mu \zeta_p}{\mu}$$

$$\tau = \frac{T_n}{0,2 d_3^3}; \quad S_\tau = \frac{\tau_{TM}}{\tau}$$

$$\sigma = \frac{F_p}{A_s}; \quad S_\sigma = \frac{\sigma_{TM}}{\sigma}$$

$$S = \frac{\dots}{\sqrt{\dots}}$$

* Подешене



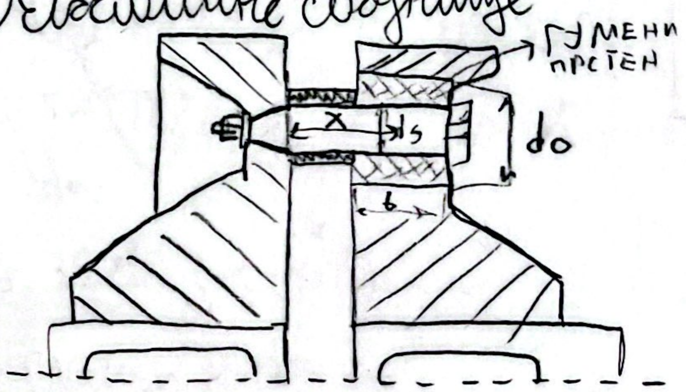
$F_s = \frac{2T}{z d_z} \partial r$

$\hookrightarrow \tau = \frac{4F_s}{D_2^2 \pi} \rightarrow S_\tau = \frac{\tau_T}{\tau}$

$\hookrightarrow p = \frac{F_s}{b D_2} \rightarrow S_p = \frac{p_T}{p}$

$b_{min} = b_1$

3.) Еластичне спојнице



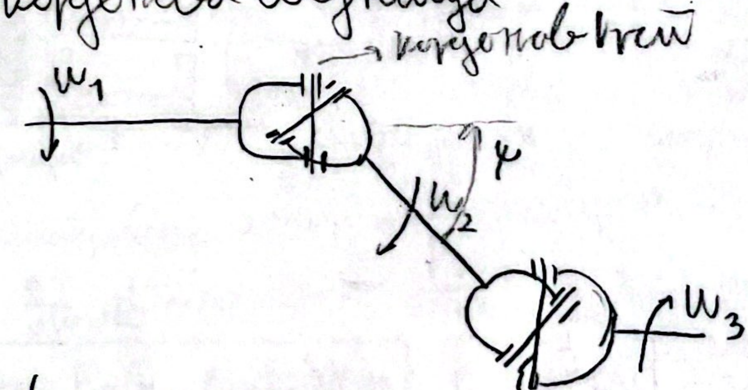
$F_{t1} = F_s = \frac{2T}{z d_z}$

$\sigma_s = \frac{M}{W} = \frac{F_{t1} \cdot x}{0,1 d_s^3}$ } $S_\sigma = \frac{\sigma_{TM}}{\sigma}$

$[\sigma] = \sigma_{TM}$

$p = \frac{F_{t1}}{b d_s} < p_{doz}$

4.) Кардонова спојница

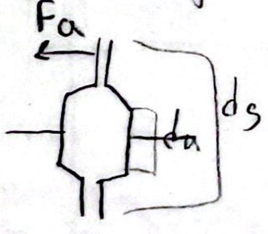


$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\cos\psi}{1 - \sin^2\psi \cos^2\psi}$

$\frac{\omega_1}{\omega_3} = const. = 1$

5.) Фрикционе

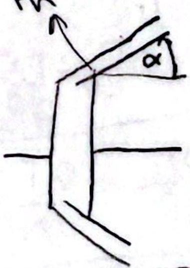
1) Са равним дод. површ.



$F_a = F_n$

$F_\mu \cdot \frac{d_m}{2} = F_n \mu \frac{d_m}{2} = T S_M$

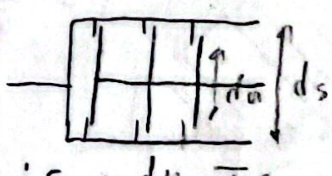
2) Са конусним



$F_n \neq F_a$

$F_n = \frac{F_a}{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}$

3) Са ламелама



$i F_n \mu \frac{d_m}{2} = T S_M$

$p = \frac{F_n}{A} < p_{doz} \rightarrow p = \frac{S_M 2T}{i \mu d_m A}$