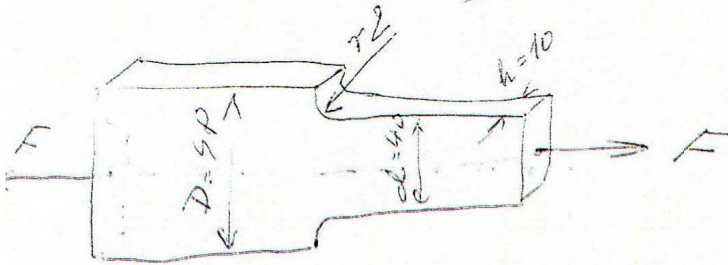
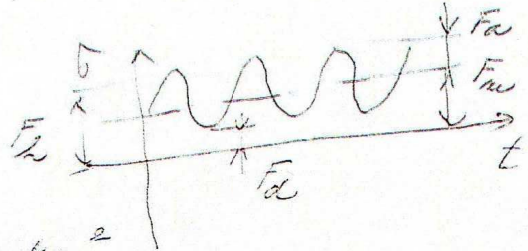


Ukážte bezpečnost náboje v tahu. Síla F má periodický průběh. Homogenní materiál.

Dáno: $R_m = 600 \text{ MPa}$; $R_e = 420 \text{ MPa}$, $\eta = 0,9$, $F_m = 36 \text{ kN}$



$F_d = 44 \text{ kN}$



Řešení:

Průměr náboje (tuh): $S = d \cdot l = 4 \text{ cm}^2$

$F_m = \frac{F_h + F_d}{2} = 20 \text{ kN}$; $F_a = \frac{F_h - F_d}{2} = 16 \text{ kN}$

$\sigma_m = \frac{F_m}{S} = \frac{20 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^{-4}} = 50 \text{ MPa}$; $\sigma_a = \frac{F_a}{S} = 40 \text{ MPa}$

Ukážte únavu

Pro $d=40$ (obrotová pružina) je $\tau_1 \approx 0,88$
 poměr $\frac{r}{d} = \frac{2}{40} = 0,05$; $\frac{D}{d} = \frac{48}{40} = 1,2 \Rightarrow \alpha_c = 2,15$

β_t podle souř. ústředí (Styky - Soumaru):

$\beta_t = 1 + q(\alpha_c - 1) = 1 + 0,4(2,15 - 1) = 1,8$

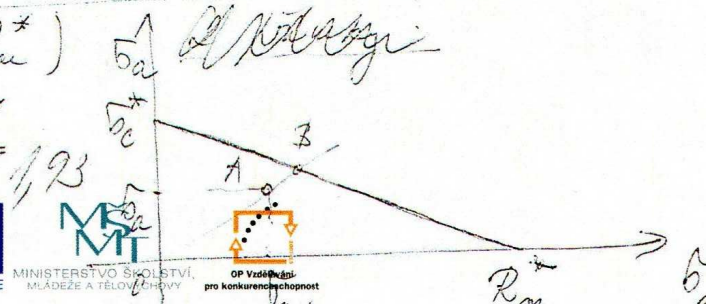
Ukážte únavu (př. 4) $q_1 \approx 0,65$ a př. $\frac{R_e}{R_m} = \frac{420}{600} = 0,7$

$q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{0,65 + 0,7}{2} = 0,7$ je $q_2 = 0,75$

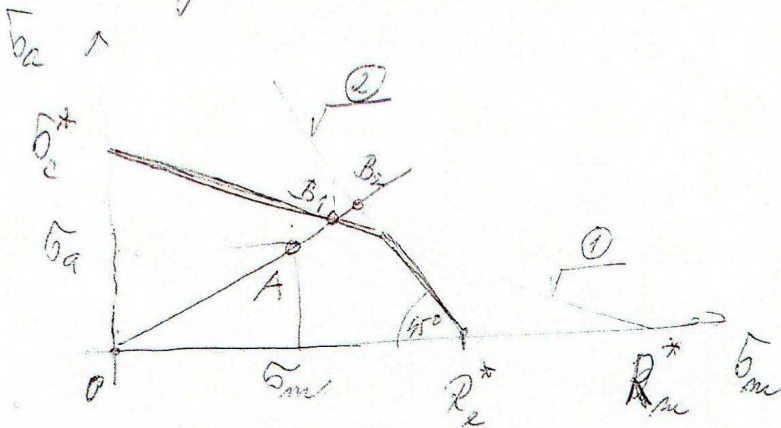
$\sigma_{Dc}^* = \frac{0,35 \cdot R_m \cdot \tau_1 \cdot \eta}{\beta_t} = \frac{0,35 \cdot 600 \cdot 0,88 \cdot 0,9}{1,8} \approx 92 \text{ MPa}$

Bezpečnost: ($R_e \approx R_e^*$; $R_m \approx R_m^*$) σ_a σ_m

1. předpoklad - aditivní;
 $\beta = \left(\frac{\sigma_a}{\sigma_c^*} + \frac{\sigma_m}{\sigma_m^*} \right)^{-1} = \left(\frac{40}{92} + \frac{50}{600} \right)^{-1} = 1,93$



2 funkce - odstranění ušlechtlé čáry



ψ pro $R_m = 600$ je

$$\psi = \frac{\psi}{\beta_t} = \frac{0,05}{1,8} = \dots$$

$$\textcircled{1} k_1 \sigma_a + b \psi \epsilon_m^* = \sigma_c^* \Rightarrow k_1 = \frac{\sigma_c^*}{\sigma_a + \psi \epsilon_m^*} = \frac{92}{40 + 0,028 \cdot 5}$$

$$\textcircled{2} k_2 \sigma_a + k_2 \epsilon_m^* = R_2^* \Rightarrow k_2 = \frac{R_2^*}{\sigma_a + \epsilon_m^*} = \frac{420}{40 + 50} =$$

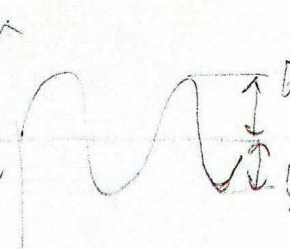
NE $k_2 > k_1 \Rightarrow k = k_1 = 2,22$

graficky: $k_1 = \frac{OB_1}{OA}$ $k_2 = \frac{OB_2}{OA}$

1) charakteristický středový průřez

$$\sigma_{a, \text{dtr}} = \frac{\sigma_a}{1 - \frac{\epsilon_m}{R_m^*}} = \frac{60}{1 - \frac{50}{600}} = 43,6 \text{ MPa}$$

$$k = \frac{\sigma_c^*}{\sigma_{a, \text{dtr}}} = \frac{92}{43,6} = 2,11$$



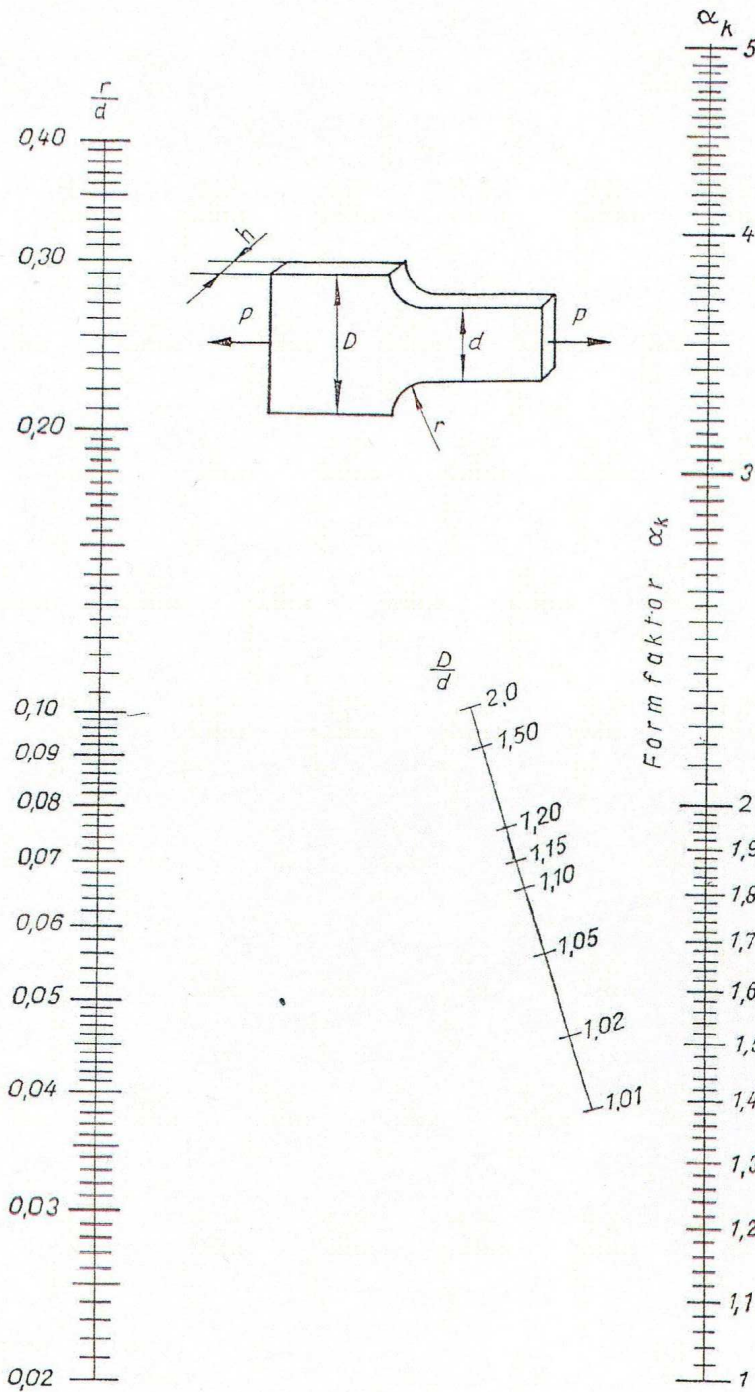


Bild 72. Formfaktor (der bewegliche Teil dieses Nomogramms ist das Lesezeichen)

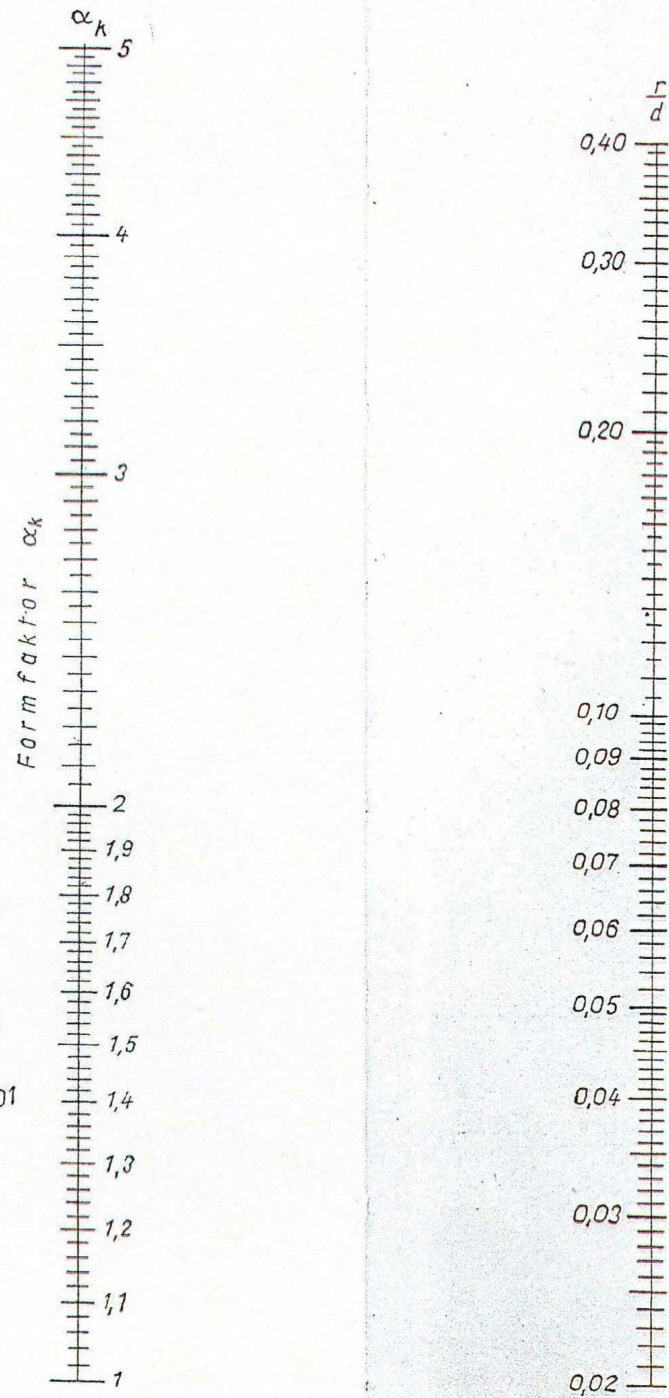
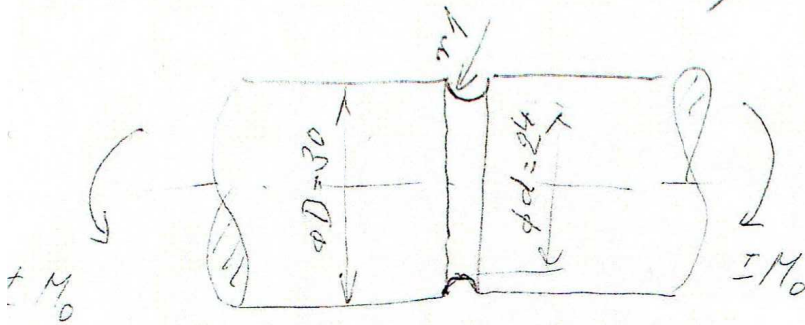


Bild 73. Form



Určete bezpečnostní koeficient při návrhu soustavy součástí při rozběhu.

Dáno: $M_0 = M_a = 100 \text{ Nm}$; $R_m = 420 \text{ MPa}$, $\eta = 0,9$



Řešení:

Převodní ~~účinnost~~ obvyklí napětí $\sigma_0 = \sigma_a = \frac{M_0}{W_0} = 73,5$

$$W_0 = \frac{\pi d^3}{32} = 1,36 \text{ cm}^3$$

účinné napětí + korekce

pro $d = 24 \text{ mm}$ je $\alpha_2 \approx 1,03$ (st. 2)

pro $\frac{r}{d} = \frac{1}{24} = 0,042$ a $\frac{D}{d} = \frac{30}{24} = 1,25$ je $\alpha_0 = 2,34$ (st. 1)

Podle Soderberga:

$$\beta_0 = \frac{\alpha_0}{1 + \frac{\alpha_0 - 1}{\alpha_0} \cdot \frac{R}{r}} = 1,82$$

$$s = \frac{200}{R_m} = 0,524$$

$$\sigma_{co} = \frac{0,43 R_m \alpha_2 \cdot \eta}{\beta_0} = 91 \text{ MPa}$$

$$k = \frac{\sigma_{co}}{\sigma_a} = \frac{91}{73,5} = 1,24$$

Účinné napětí + korekce

1 → 2 3

pro $\frac{r}{d} = \frac{3}{24} = 0,125$ a $\frac{D}{d} = 1,25$ je $\alpha_0 = 1,65$

$$\beta_0 = \frac{1,65}{1 + \frac{0,65 \cdot 0,524}{1,65 \cdot 1,3}} = 1,47$$

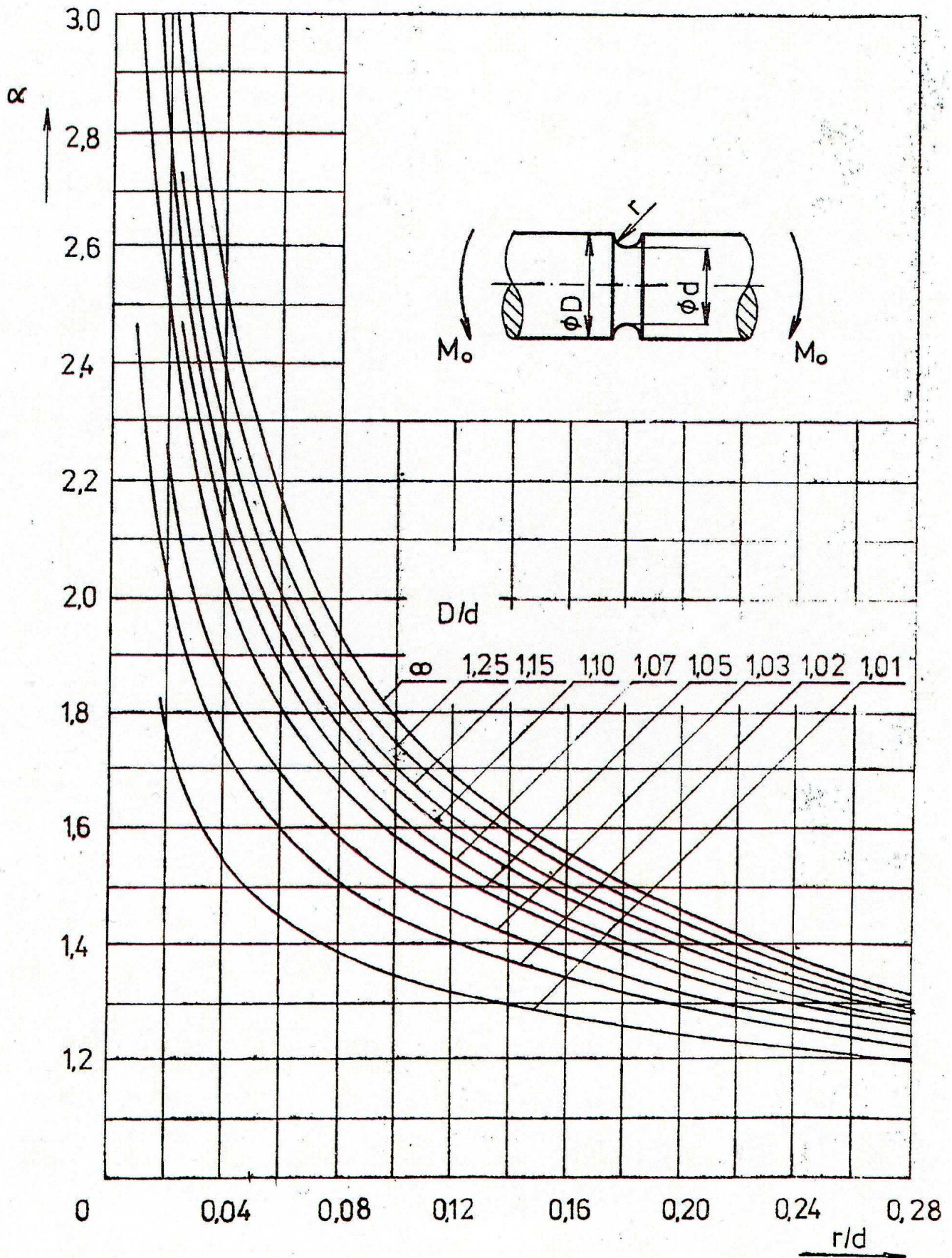
$$\sigma_{co} = \frac{0,43 \cdot 420 \cdot 1,03 \cdot 0,9}{1,47} = 113 \text{ MPa}$$

$$k = \frac{113}{73,5} = 1,54$$

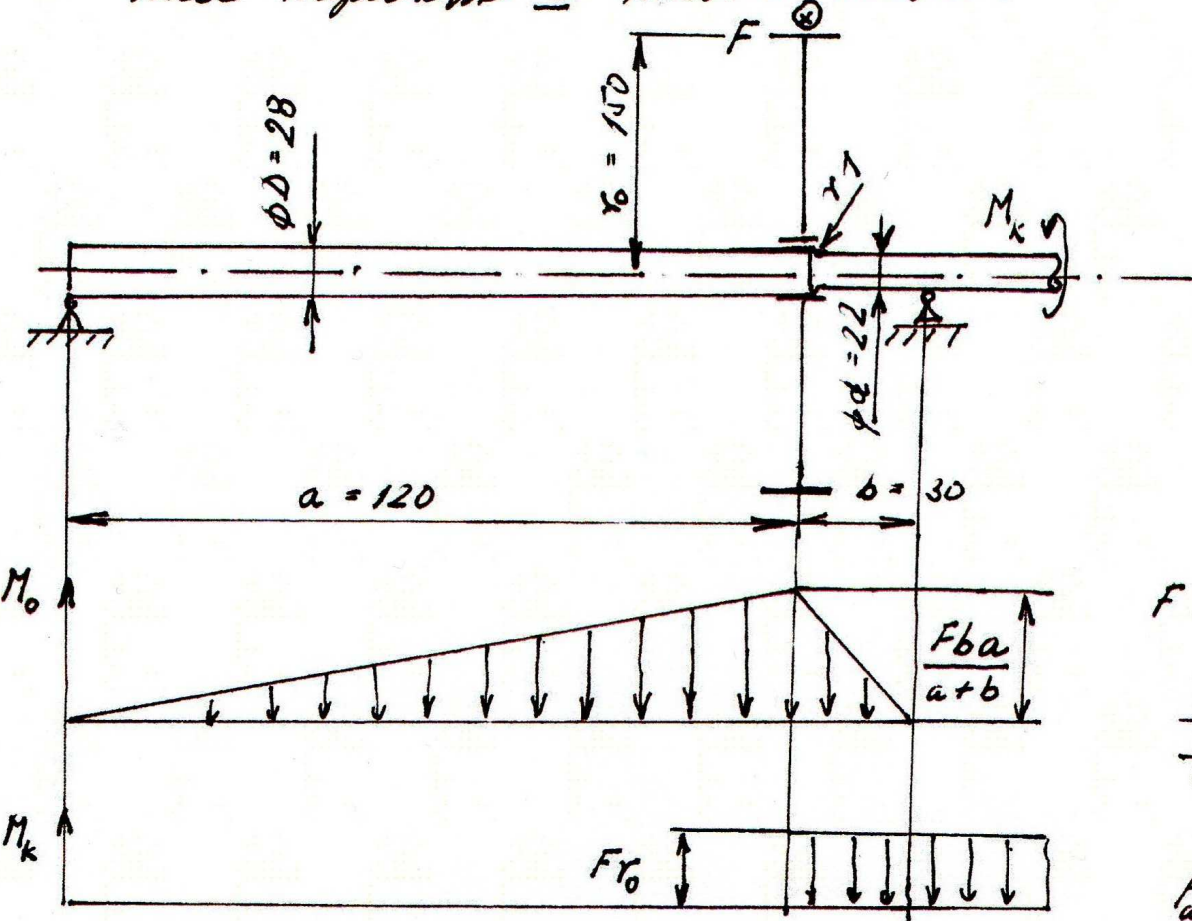


Tab 6

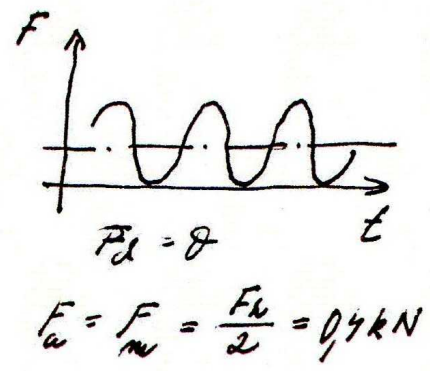
TVAROVÝ ČINITEL α pro tyč se zápichem



Uvěď bezpečnostní místo řezu!



Dáno:
 $R_m = 480 \text{ MPa}$
 $R_e = 300 \text{ MPa}$
 $\eta = 0,9$
 $\tau_p \approx 310 \text{ MPa}$
 $F_h = 0,8 \text{ kN}$



Řešíme evlast pro ohyb a krut.

Naučování na ohyb:

σ_0 má střídavý průběh (hrůdel rotace) s měnící se velikostí $M_0(F)$. Vypočítáme největší velikost M_0 :

$$M_0 = \frac{F a b}{a + b} = \frac{0,8 \cdot 10^3 \cdot 0,12 \cdot 0,03}{0,15} = 19,2 \text{ Nm} = M_a$$

$$\sigma_0 = \sigma_a = \frac{32 M_a}{\pi d^3} = \frac{32 \cdot 19,2 \cdot 10^{-6}}{\pi \cdot 28^3 \cdot 10^{-6}} = 18,4 \text{ MPa}$$

Výpočet nese únavy σ_c^* :

pro $\frac{r}{d} = \frac{1}{22}$ a $\frac{D}{d} = \frac{28}{22}$

odčítáme r Act. per osazení a ohyb

průměr nitel trau $\alpha_0 = 2,1$

Z grafu (přiloha) odčítáme $\eta_1 = 0,47$ per $R_m = 480 \text{ MPa}$ a

$$\eta_2 = 0,57 \text{ per } \frac{R_e}{R_m} = 0,625$$



Sončivitel rutoru cihrodli

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2} = 0,52$$

a rutoroj čivitel $\beta_0 = 1 + q(\alpha_0 - 1) = 1 + 0,52(2,1 - 1) = 1,57$

Mez únavy

$$\sigma_c^* = \frac{0,43 \cdot R_m \cdot \eta_2 \cdot \eta}{\beta_0} = \frac{0,43 \cdot 480 \cdot 1,06 \cdot 0,99}{1,57} = 125 \text{ MPa}$$

kde $\eta_2 = 1,06$ odčítame v príloze.

Sončivitel bezpečnosti $k_\sigma = \frac{\sigma_c^*}{\sigma_a} = \frac{125}{18,4} = 6,79$

Namáhání na kmit:

Práh F , M_k i σ je pulsujeví (rujivý):

$$M_{kb} = F \cdot l_0 = 0,8 \cdot 10^3 \cdot 0,15 = 120 \text{ Nm}$$

$$M_{km} = M_{ka} = 60 \text{ Nm}$$

$$\sigma_m = \sigma_a = \frac{16 M_{ka}}{\pi d^3} = 23,7 \text{ MPa}$$

Vypočítáme únavy σ_c^* :

pro $\frac{r}{d} = \frac{1}{22}$ a $\frac{D}{d} = \frac{28}{22}$ odčítame v tab. pro oceli a kmit

$$\alpha_k = 1,68$$

Pro kmit platí $q_1 = q_2 = 0,57$,

Únavoj čivitel $\beta_k = 1 + q(\alpha_k - 1) = 1 + 0,57(1,68 - 1) = 1,39$

Mez únavy

$$\sigma_c^* \approx \frac{0,25 \cdot R_m \cdot \eta_3 \cdot \eta_k}{\beta_k} = \frac{0,25 \cdot 480 \cdot 1,01 \cdot 0,95}{1,39} = 83 \text{ MPa}$$

Žde $\eta_k \approx \frac{1 + \eta}{2} = 0,95$ a $\eta_3 = 1,01$ odčítame v príloze.



Thív středního napětí $\frac{\sigma_c}{\sigma_p}$ τ_m (nabezení mezi čáry 1 přímkou)

$$k_z = \left(\frac{\tau_a}{\tau_c^*} + \frac{\tau_m}{\tau_p^*} \right)^{-1} = \left(\frac{28,7}{83} + \frac{28,7}{310} \right)^{-1} = 2,28 \text{ pro } \tau_p^* \approx \tau_p$$

Celková bezpečnost:

Přesně podle stejné rovnice ušetří čáry:

$$\frac{k^2}{k_z^2} + \frac{k^2}{k_\sigma^2} \left(\frac{\sigma_c^*}{\tau_c^*} - 1 \right) + \frac{k}{k_\sigma} \left(2 - \frac{\sigma_c^*}{\tau_c^*} \right) = 1$$

vyjde z kvadratické rovnice $k = 2,04$

Zjednodušený model (vhodný pro $\frac{\sigma_c^*}{\tau_c^*} \rightarrow 2$)

$$\frac{1}{k^2} = \frac{1}{k_z^2} + \frac{1}{k_\sigma^2}$$

udává $k = \frac{1}{2} 2,16$.

Zde $\frac{\sigma_c^*}{\tau_c^*} = \frac{125}{83} \approx 1,5$ nepřesují.