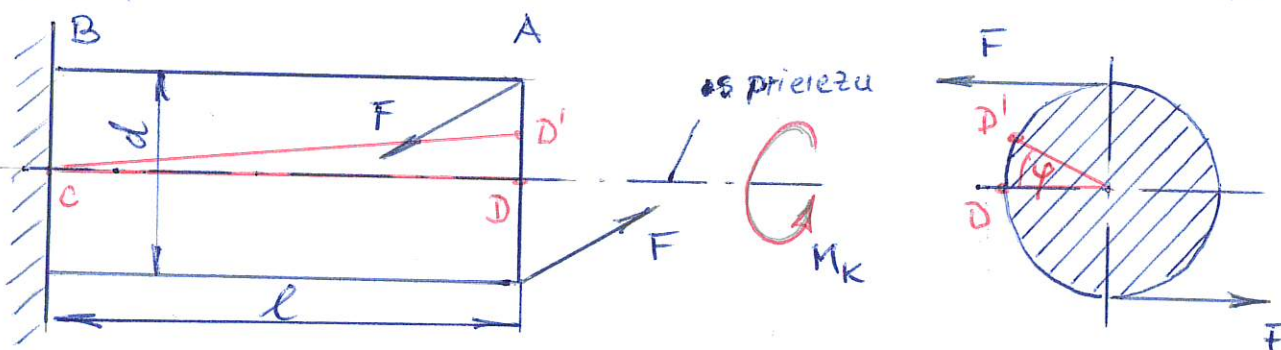


PREDMET : TECHNICKÁ MECHANIKA

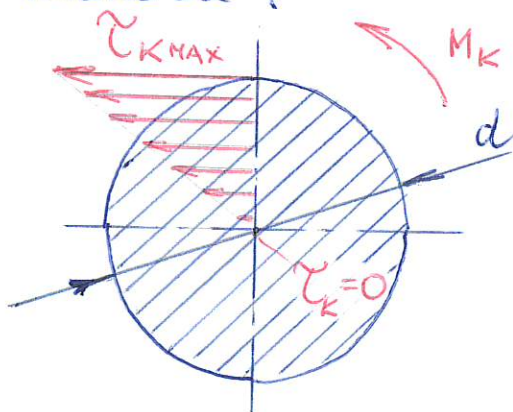
TRIEDA : 3. MSZ

TEMA : NAMÁHANIE KRÚTENÍM (KRÚT)

PRIEREZ SÚČIASTKY JE NAMÁHANÝ KRÚTENÍM, AK ZATAŽUJÚCA SILA (SILY), SPÔSOBUJÚCE KRÚTIACI MOMENT M_K , KTORÝ JE KOLMÝ NA OS PRIEREZU SÚČIASTKY.



KRÚTIACI MOMENT M_K V JEDNOTLIVÝCH PRIEREZOCH SÚČIASTKY SPÔSOBUJE TANGENCIÁLNE NAPÄTIE τ_K , KTORÉ NA ROZDIEL OD ŤAHOVÉHO NAPÄTIA σ_L , TLAKOVÉHO NAPÄTIA σ_d A ŠMYKOVÉHO NAPÄTIA τ_s NIE JE PO PLOCHE PRIEREZU KONŠTANTNÉ, MEŇÍ SA Z NULOVEJ HODNOTY NA OSI PRIEREZU (NEUTRÁLNE VLÁKNO) NA MAXIMÁLNU HODNOTU $\tau_{K \max}$ NA OBUODE PRIEREZU :



Pozn. : $\tau_{K \max}$ je po obvode prierezu konštantné !

VÝPOČET $\tau_{K \text{ MAX}}$

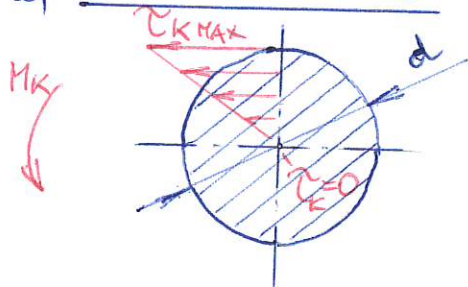
$$\tau_{K \text{ MAX}} = \frac{M_K}{W_K}$$

M_K - KRÚTIACI MOMENT [N·mm]

W_K - MODUL PRIEREZU V KRÚTENÍ [mm³]

MODUL PRIEREZU V KRÚTENÍ W_K JE VEĽKOSŤ, VYJADRUJÚCA ODOLNOSŤ PRIEREZU VOČI KRÚTENIU A JEJ VEĽKOSŤ ZÁVISÍ OD VEĽKOSTI A TVARU PRIEREZU.

a) KRUHOVÝ PRIEREZ :



$$W_K = \frac{J_P}{\frac{d}{2}} = \frac{0,1 \cdot d^4}{\frac{d}{2}} = \underline{\underline{0,2 \cdot d^3}} \quad [\text{mm}^3]$$

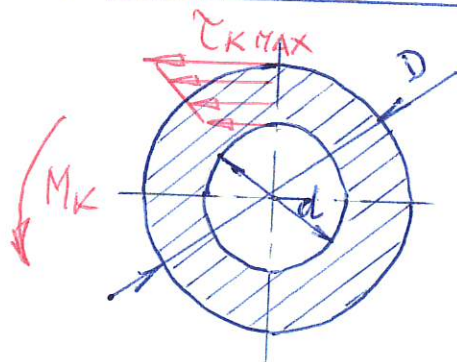
J_P - POLÁRNY MOMENT [mm⁴]

$$J_P = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \underline{\underline{0,1 \cdot d^4}}$$

MAXIMÁLNE NAPÄTIE V KRÚTENÍ $\hat{\tau}_{K \text{ MAX}}$:

$$\tau_{K \text{ MAX}} = \frac{M_K}{W_K} = \frac{M_K}{0,2 \cdot d^3} \quad [\text{MPa}]$$

b) MEDZIKRUHOVÝ PRIEREZ :



POLÁRNY MOMENT J_P :

$$J_{P\odot} = J_{P\bigcirc} - J_{P\circ} = 0,1 \cdot D^4 - 0,1 \cdot d^4 = \underline{\underline{0,1 \cdot (D^4 - d^4)}}$$

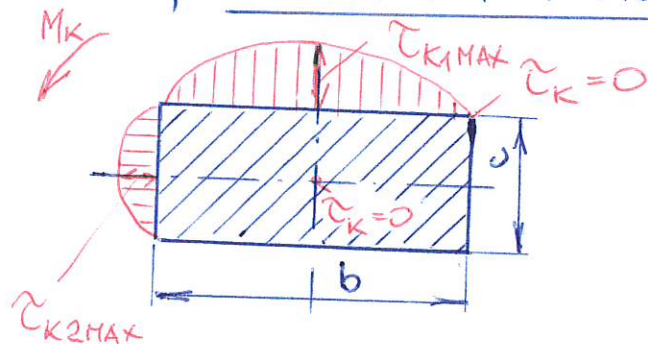
MODUL PRIEREZU V KRÚTENÍ W_K :

$$W_K = \frac{J_{P\odot}}{\frac{D}{2}} = \underline{\underline{\frac{0,2 \cdot (D^4 - d^4)}{D}}}$$

MAXIMÁLNE NAPÄTIE V KRÚTENÍ :

$$\tau_{K \text{ MAX}} = \frac{M_K}{W_K} = \frac{M_K}{\frac{0,2 \cdot (D^4 - d^4)}{D}} \quad [\text{MPa}]$$

c) OBĎĽŽNIKOVÝ PRIEREZ $b \times c$:



MODUL PRIEREZU:

$$W_{K\Box} = \alpha \cdot b \cdot c^2 \quad [\text{mm}^3]$$

koeficient α závisí od pomeru $\frac{b}{c}$
(Zb. úloh z TEM str. 200)

MAXIMÁLNE NAPÄTIE V KRÚTENÍ τ_{K1MAX} JE NA OBVODE PRIEREZU V STREDE DLHŠEJ STRANY b :

$$\tau_{K1MAX} = \frac{M_K}{W_K} = \frac{M_K}{\alpha \cdot b \cdot c^2} \quad [\text{MPa}]$$

DOVOLENÉ NAPÄTIE V KRÚTENÍ τ_{DK} :

- závisí od materiálu súčiastky namáhannej krútením, volí sa 60 až 65 % z dovoleného napätia v ťahu:

$$\tau_{DK} = (0,6 \div 0,65) \cdot \sigma_{Dt}$$

- pri výpočte τ_{DK} platí časový priebeh zaťaženia, t.j. ak krútiaci moment je striedavý nárazový $M_{KIII n}$, potom dovolené napätie v krútení pri striedavom nárazovom zaťažení je:

$$\tau_{DKIII n} = 0,625 \cdot \sigma_{DtIII n} = 0,625 \cdot \frac{2}{3} \cdot k_{III} \cdot \frac{0,6 \cdot \sigma_{Pt}}{k}$$

σ_{Pt} - MEDZA PEVNOSTI V ŤAHU

k - MIERA BEZPEČNOSTI

k_{III} - KOEF. STRIEDAVÉHO ZATŽENIA

PEVHOSTNÁ PODMIENKA PRE KRÚTENIE :

MAXIMÁLNE NAPÄTIE V KRÚTENÍ $\tau_{K \max}$ SPÔSOBENÉ KRÚTIACIM MOMENTOM M_K , MUSÍ BYŤ MENŠIE NEŽ DOVOLENÉ NAPÄTIE V KRÚTENÍ MATERIÁLU ZATAŽENEJ SÚČASTKY :

$$\tau_{K \max} \leq \tau_{D,K} \quad [\text{MPa}]$$

a) PRE KRUHOVÝ PRIEREZ SÚČASTKY :

$$\tau_{K \max} \leq \tau_{D,K}$$

$$\frac{M_K}{0,2 \cdot d^3} \leq \tau_{D,K}$$

b) PRE MEDZIKRUHOVÝ PRIEREZ SÚČASTKY :

$$\tau_{K \max} \leq \tau_{D,K}$$

$$\frac{M_K}{0,2 \cdot (D^4 - d^4) / D} \leq \tau_{D,K}$$

c) PRE OBDĹŽNIKOVÝ PRIEREZ SÚČASTKY :

$$\tau_{K, \max} \leq \tau_{D,K}$$

$$\frac{M_K}{\alpha \cdot b \cdot c^2} \leq \tau_{D,K}$$

POUŽITIE PEVHOSTNEJ PODMIENKY V KRÚTENÍ :

1. NA KONTROLU DIMENZOVARIA SÚČASTKY :

Vypočítame skutočné maximálne napätie v krútení $\tau_{K \max}$, spôsobené krútiacim momentom M_K a porovnáame s dovoleným napätím v krútení materiálu súčastky, ak platí : $\tau_{K \max} < \tau_{D,K}$, súčiastka vyhovuje, ak

platí: $\tau_{k \max} > \tau_{D,k}$, súčiastka je poddimenzovaná, nevyhovuje, musíme:

- zmenšiť M_k
- zväčšiť prierez súčiastky
- zmeniť materiál súčiastky.

2. NA VÝPOČET MAXIMÁLNEHO ZATÁŽENIA $M_{k \max}$:

$$\tau_{k \max} \leq \tau_{D,k}$$

$$\frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{D,k}$$

$$\underline{\underline{M_k \leq \tau_{D,k} \cdot W_k \quad [\text{Nm}]}}$$

3. NA VÝPOČET MINIMÁLNEHO PRIEMERU (hriadeľa):

$$\tau_{k \max} \leq \tau_{D,k}$$

$$\frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{D,k}$$

$$\frac{M_k}{0,2 \cdot d^3} \leq \tau_{D,k}$$

...

$$\underline{\underline{d \geq \sqrt[3]{\frac{M_k}{0,2 \cdot \tau_{D,k}}} \quad [\text{mm}]}}$$

UHOL SKRÚTENIA SÚČIASTKY φ :

PRI SKRÚCANÍ VÁLECA (úvodný obrázok) SA MYSLIEŤ VLÁKNO CD SKRÚTI DO SKRÚTKOVICE CD' A PRIEREZ A SA VOČI UPEVNEŇENÉMU PRIEREZU B POTOČÍ O UHOL φ - UHOL SKRÚTENIA V RADIÁNOCH!

$$\varphi_{\text{RAD}} = \frac{M_K \cdot l}{G \cdot J_P} \quad [\text{RADIÁN}]$$

M_K - KRÚTACI MOMENT $[\text{N} \cdot \text{mm}]$

l - Dĺžka súčiastky $[\text{mm}]$

G - MODUL PRUŽNOSTI
V ŠMYKU $[\text{MPa}]$

$$G_{\text{ocel}} = 0,81 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

J_P - POLÁRNY MOMENT $[\text{mm}^4]$

φ - UHOL SKRÚTENIA V STUPŇOCH:

$$\varphi^\circ = \frac{180}{\pi} \cdot \varphi_{\text{RAD}} \quad [^\circ]$$

ϑ (theta) - POMERNÉ SKRÚTENIE:

$$\vartheta = \frac{\varphi^\circ}{l} \quad [^\circ/\text{m}]$$

l - dĺžka súčiastky $[\text{m}]$

UHOL SKRÚTENIA PRI OBDĚŽNÍKOVÝCH PRIEREZOCH:

POMERNÉ SKRÚTENIE ϑ :

$$\vartheta = \frac{M_K}{B \cdot b \cdot c^3 \cdot G} \quad [\text{RAD}/\text{mm}]$$

M_K - krútiaci moment $[\text{N} \cdot \text{mm}]$

b - dlhšia strana prierezu

c - kratšia strana prierezu

G - modul pružnosti v šmyku

B - koeficient pomeru $\frac{b}{c}$

(Zb. úloh TEM str. 200)

UHOL SKRÚTENIA V RADIÁNOCH:

$$\varphi_{\text{RAD}} = \vartheta \cdot l$$

UHOL SKRÚTENIA V STUPŇOCH:

$$\varphi^\circ = \frac{180}{\pi} \cdot \varphi_{\text{RAD}}$$