

D:  $a_1 = 100 \text{ mm}$

$a_2 = 80 \text{ mm}$

$t_1 = 6 \text{ mm}$

$t_2 = 8 \text{ mm}$

Maximální přípustná  
smyková napětí

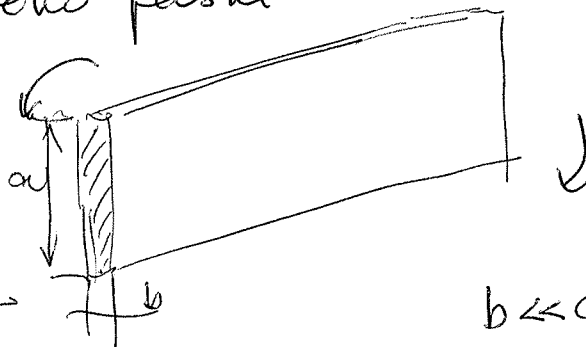
$\tau_D = 100 \text{ MPa}$

$I_x$ : krouticí moment

• krut ocelového pásu

$W_k = \frac{1}{3} ab^2$

$J_k = \frac{1}{3} ab^3$

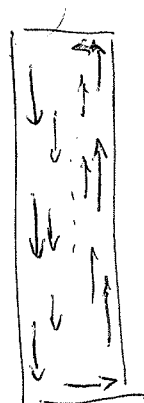


$b \ll a$   
tenkostěnné  
profily

$\tau_{\text{max}} = \frac{M_k}{W_k}$

žkrot

$\varphi = \frac{M_k}{G \cdot J_k}$



• největší  
smykové napětí  
je u krajů

$$M_k = M_{k1} + M_{k2} + M_{k3}$$

$\vdots$   
 $M_{k1}$ : krouticí moment přenesený horní  
 pásečkou

$M_{k2}$ : krouticí moment přenesený spodní  
 pásečkou

$M_{k3}$ : krouticí moment přenesený stojinou

$$M_{k1} = W_{k1} \cdot \tau_1 = \frac{1}{3} a_2 \cdot t_2^2 \cdot \tau_1$$

$$M_{k2} = W_{k2} \cdot \tau_2 = \frac{1}{3} a_2 \cdot t_2^2 \cdot \tau_1 = M_{k1} \quad (\text{i stejné srovnání napětí})$$

$$M_{k3} = W_{k3} \cdot \tau_3 = \frac{1}{3} a_1 t_1^2 \cdot \tau_3$$

[ze symetrie]

$$M_k = \frac{2}{3} a_2 t_2^2 \cdot \tau_1 + \frac{1}{3} a_1 t_1^2 \cdot \tau_3$$

jaký je poměr napětí v různých  
 tlustých páscech?

Výjde z rovnosti skrotu.

Všechny 3 pásy se musí na jednotku  
 délky ~~napětí~~ stejně  
 žkrotit

$$v_1 = v_2 = v_3$$

$v_1$  ... kmit horní pásnice

$v_2$  ... kmit spodní pásnice

$v_3$  ... kmit stojiny

Kmit: o kolik radiánů se krouží  
jednotka délky tyče [1 metr]

$$v = \frac{M_k}{G \cdot J_k} \Rightarrow v_1 = \frac{M_{k1}}{G \cdot \frac{1}{3} a_2 t_2^3} = v_2$$

$$v_3 = \frac{M_{k3}}{G \cdot \frac{1}{3} a_1 t_1^3}$$

protože

$$M_{k1} = W_{k1} \cdot \kappa_1 = \frac{1}{3} a_2 t_2^2 \kappa_1$$

$$M_{k3} = W_{k3} \cdot \kappa_3 = \frac{1}{3} a_1 t_1^2 \cdot \kappa_3$$

že

$$v_1 = \frac{\kappa_1 \cdot \frac{1}{3} a_2 t_2^2}{G \cdot \frac{1}{3} a_2 t_2^3} \quad \text{a} \quad v_3 = \frac{\kappa_3 \cdot \frac{1}{3} a_1 t_1^2}{G \cdot \frac{1}{3} a_1 t_1^3}$$

pobozdme

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau$$

$$\frac{\tau_1}{G \cdot t_2} = \frac{\tau_3}{G \cdot t_1} \Rightarrow \text{pro nás} \quad \frac{\tau_1}{t_2} = \frac{\tau_3}{t_1}$$

spatně  
oznaceno ✓

$$\frac{\tau_i}{t_i} = \text{konst} \quad \text{konstante pásu } \tau_i^0 \\ \text{smyk. napětí pásu } i.$$

→ otevřených přerězů platí, že  
čím hustší plech, tím je v něm  
větší smykové napětí. ✓

• My máme hustší pásmice než stojinu

$$t_2 = t_p = 8 \text{ mm}$$

$$t_1 = t_s = 6 \text{ mm}$$

⇒ největší smykové napětí je v pásmicích

$$\tau_3 = \tau_1$$

$$\tau_3 = \tau_{\max}$$

$$\tau_1 = \frac{\tau_3 \cdot t_2}{t_1}$$

$$\tau_3 = \frac{\tau_p \cdot t_s}{t_p}$$

Krouťací moment

$$M_k = \frac{2}{3} a_2 t_2^2 \cdot \frac{\tau_3 \cdot t_2}{t_1} + \frac{1}{3} a_1 t_1^2 \tau_3$$

$$M_k = \frac{\tau_3}{t_{\max}} \left[ \frac{2}{3} a_2 t_2^3 + \frac{1}{3} a_1 t_1^3 \right] = \frac{\tau_3}{t_2} \left[ \frac{2}{3} a_2 t_2^3 + \frac{1}{3} a_1 t_1^3 \right]$$

maťe zadane dovolene' srezkove!  
 nepet'  $\tau_{\max}$

$$\Rightarrow M_k = \frac{\tau_{\max}}{t_2} \cdot \left[ \frac{2}{3} a_2 t_2^3 + \frac{1}{3} a_1 t_1^3 \right]$$

$$= \frac{100 \cdot 10^6}{8 \cdot 10^{-3}} \left[ \frac{2}{3} \cdot 0,08 \cdot 0,008^3 + \frac{1}{3} \cdot 0,1 \cdot 0,006^3 \right] =$$

$$= 431 \text{ Nm}$$

Doplňující otázka:

tyč má 2 metry

Jc zatížena  $M_k = 431 \text{ Nm}$

o kolik se stupně se motá?

$$G = 70 \text{ GPa}$$


---

$$\varphi = \frac{M_k}{G \cdot J_k} \quad \text{kde}$$

$$J_k = \sum J_{ki}$$

my máme, že  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$

$$= \frac{M_{k1}}{G J_{k1}} = \frac{M_{k2}}{G J_{k2}} = \frac{M_{k3}}{G J_{k3}} = \frac{M_k}{G (J_{k1} + J_{k2} + J_{k3})}$$

$$J_{k1} = \frac{1}{12} a_2 \cdot t_2^3 \quad \dots \text{horní proužek}$$

$$J_{k2} = \frac{1}{12} a_2 t_2^3 = J_{k1} \quad \dots \text{dolní proužek}$$

$$J_{k3} = \frac{1}{12} a_1 t_1^3 \quad \dots \text{stojina}$$

$$\varphi = \overset{\text{délka tyče}}{2} l \cdot \alpha = 2 \cdot l \cdot \frac{M_k}{G \cdot (2J_{k1} + J_{k2})} =$$

$$= l \cdot \frac{M_k}{G \left( \frac{2}{3} a_2 t_2^3 + \frac{1}{3} a_1 t_1^3 \right)} = 2 \cdot \frac{431}{70 \cdot 10^{10} \left( \frac{2}{3} \cdot 0,11 \cdot 0,008^3 + \frac{1}{3} \cdot 0,08 \cdot 0,006^3 \right)}$$

$$70 \cdot 10^{10}$$

$$\varphi = 3,57 \cdot \cancel{10^{-3}} \text{ rad}$$

$$3,57 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$$

$$\varphi = \cancel{0,000357} \cdot \cancel{10^3} \text{ } 0,2^\circ$$

$$2,04^\circ$$