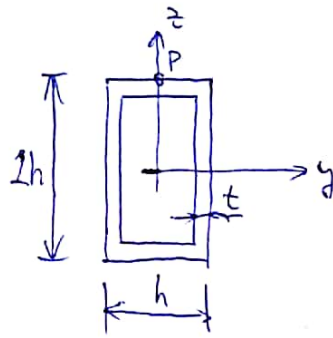
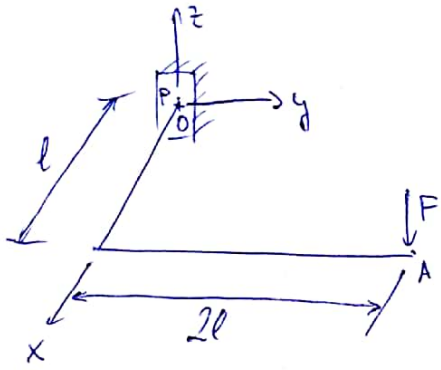


EBSZ. GY/1/1: Befogott tőrő



Adatok

- $l = 0,5 \text{ m} = 500 \text{ mm}$
- $h = 80 \text{ mm}$
- $t = 4 \text{ mm}$
- $\sigma_F = 450 \text{ MPa}$
- $F = 10 \text{ kN} = 10000 \text{ N}$

Feladat:

- $\sigma_e^{MHM} = ?$ P pontban, $n^{MHM} = ?$
- $\sigma_e^{MOHR} = ?$, $n^{MOHR} = ?$

Kiegészítős info

- nyírás hatása elhanyagolható
- csavarásból származó feszültség: $\tau^P \approx \frac{M_t}{4h^2t}$ (csak erre a keresztmetszetre, csak P pontra!)

Felhasznált összefüggések:

Navier-éplet:

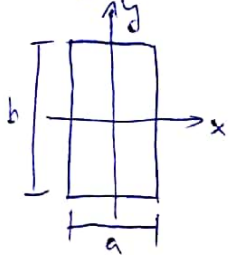
$$\sigma_x = \frac{M_h}{I_y} \cdot z$$

x-irányú rárdra,
y-irányú hajlításon!

Csavarás hatása

$$\tau_{xt} = \frac{M_t}{I_p} \cdot r$$

Téglalap km
másodrendű nyomatéka



$$I_x = \frac{ab^3}{12}$$

$$I_y = \frac{a^3b}{12}$$

$$I_p = I_x + I_y$$

mindig a tengelyre merőleges
síkban van 3. határvonal!

(polaris, másodrendű ny.)
(csavaráshoz)

Egyszerűsített feszültségek rárdra:

$$\sigma_e^{MHM} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

3 betű

$$\sigma_e^{MOHR} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

4 betű

Koncentrált erő nyomatéka



$$M_O = r_{OA} \times F_A$$

Megoldás:

igénybevétele: $M_O = r_{OA} \times F = \begin{bmatrix} l \\ 2l \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2lF \\ lF \\ 0 \end{bmatrix}$ $\leftarrow M_{ox} = M_t$: csavarás x-tengely körül
 $\leftarrow M_{oy} = M_h$: hajlítás y körül

$$I_y = I_y^{\text{külső}} - I_y^{\text{belső}} = \frac{h \cdot (2h)^3}{12} - \frac{(h-2t)(2h-2t)^3}{12} = 6,24 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{x,P} = \frac{M_h}{I_y} \cdot z_P = \frac{5 \cdot 10^6}{6,24 \cdot 10^6} \cdot 80 = 64,1 \text{ MPa}$$

$$z_P = h = 80 \text{ mm}$$

$$M_h = l \cdot F = 5 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\tau_{xy,P} = \frac{M_t \cdot r_P}{I_P} \approx \frac{M_t}{4h^2t} = \frac{10^7}{4 \cdot 80^2 \cdot 4} = 97,66 \text{ MPa}$$

$$r_P = \sqrt{z_P^2 + y_P^2} = z_P \quad \text{használjuk a kieg. példét!}$$

$$M_t = 2 \cdot l \cdot F = 10^7 \text{ Nm}$$

lyg:

a) $\sigma_{e,P}^{HMH} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} = 180,89 \text{ MPa}$

$$n^{HMH} = \frac{\sigma_{meg}}{\sigma_{e,P}^{HMH}} = \frac{450}{180,89} = 2,49$$

megengedett $\sigma_{e,P}$ folyáshatár

gazdaságos: $\sigma_e^{HMH} < \sigma_e^{MOHR}$
 az elmélet szerint kisebb az egyenértékű fesz.

b) $\sigma_{e,P}^{MOHR} = \sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau_{xy}^2} = 205,57 \text{ MPa}$

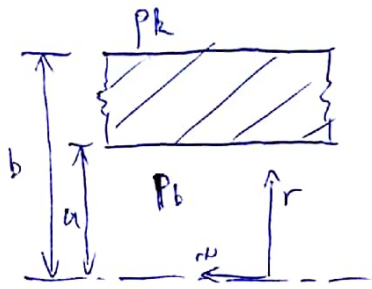
$$n^{MOHR} = \frac{\sigma_{meg}}{\sigma_{e,P}^{MOHR}} = \frac{450}{205,57} = 2,19$$

biztonságos: $n^{MOHR} < n^{HMH}$

a Mohr elmélet szerint kisebb a biztonsági tényező, nagyobb az egyenértékű fesz.

↓
 lehet, hogy nem felel meg Mohr szerint az a területrész ami HMH szerint igen.

EBST GY1/2: Vastagfalú cső (nyitott)



Adatok:

$$a = 40 \text{ mm}$$

$$P_b = P = 100 \text{ bar} = 100 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 10 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 10 \text{ MPa}$$

$$P_k = 0$$

$$\sigma_{\text{meg}} = 250 \text{ MPa}$$

Feladat

a) $b_{\text{min}} = ?$

b) $b'_{\text{min}} = ?$ ha $\sigma'_{\text{meg}} = \sigma_{\text{meg}}/2 = 125 \text{ MPa}$

Felhasznált összefüggések

$$\sigma_r(r) = A - \frac{B}{r^2} \quad \text{radiális irányú és}$$

$$\sigma_\theta(r) = A + \frac{B}{r^2} \quad \text{tangenciális feszültségek a csőfalban}$$

$$\sigma_z(r) = 0 \quad \text{tengelyirányú fesz. (nyitott cső)}$$

peremfeltételek:

$$\sigma_r(a) = -P_b \quad \text{mindkettő negatív}$$

$$\sigma_r(b) = -P_k \quad \text{vákuumviszonyok esetén!}$$

$$A = \frac{P_b a^2 - P_k b^2}{b^2 - a^2}$$

$$B = (P_b - P_k) \frac{a^2 b^2}{b^2 - a^2}$$

az σ_θ eloszlásához
szereplő param-
éterek.

$$\sigma_{e, \text{max}} = \frac{\sigma_\theta(a) - \sigma_r(a)}{2}$$

max. egyenértékű feszültség

Megoldás:

a) peremfeltételek: $\sigma_r(a) = -p \rightarrow A - \frac{B}{a^2} = -p \quad (1)$

$$\sigma_r(b) = 0 \rightarrow A + \frac{B}{b^2} = 0 \quad (2)$$

$$\sigma_{e, \text{max}}^{\text{MOHR}} = \sigma_\theta(a) - \sigma_r(a) = \left(A + \frac{B}{a^2}\right) - \left(A - \frac{B}{a^2}\right) = \frac{2B}{a^2} \rightarrow \sigma_{\text{meg}} = \frac{2B}{a^2} \quad (3)$$

(1)-(3): 3 egyenlet, 3 ismeretlen: A, B, b

$$(3): B = \frac{\sigma_{\text{meg}} \cdot a^2}{2} = \frac{250 \cdot 40^2}{2} = 2 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$(1): A = -p + \frac{B}{a^2} = -10 + \frac{2 \cdot 10^5}{40^2} = 115 \text{ MPa}$$

$$(2): b^2 = \frac{B}{A} \rightarrow b_{\text{min}} = \sqrt{\frac{B}{A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5}{115}} = 41,7 \text{ mm}$$

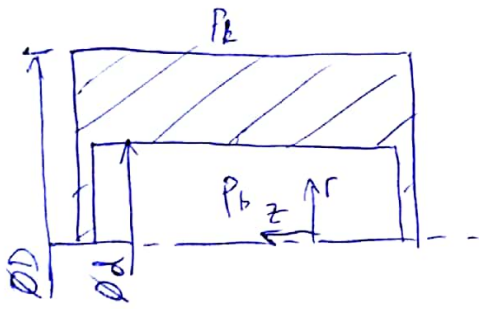
Megjegyzés $\frac{b}{a} = 1,04 \rightarrow$ vékonyfalú
csőnek tekinthető

b) $\sigma'_{\text{meg}} = 125 \text{ MPa}$

$$B' = 10^5 \text{ N}, \quad A' = 52,5 \text{ MPa}, \quad b'_{\text{min}} = 43,6 \text{ mm} \rightarrow \text{csak } 5\% \text{ méretnövekedés kell}$$

felé olyan "erős" anyagból

EBSZ GY1/3: Vasdagfalu' csö' (zirt)



Adatok:

$$d = 160 \text{ mm} \rightarrow a = \frac{d}{2} = 80 \text{ mm}$$

$$D = 320 \text{ mm} \rightarrow b = \frac{D}{2} = 160 \text{ mm}$$

$$p_b = 150 \text{ MPa}$$

$$p_k = 0$$

Feladat

a) feszültség-eloszlás: $\sigma_r(r), \sigma_\theta(r), \sigma_z = ?$

b) $\sigma_{e, \max}^{\text{MHR}}, \tau_{\max} = ?$

Felhasznált összefüggések:

$$\sigma_r(r) = A - \frac{B}{r^2}$$

$$\sigma_\theta(r) = A + \frac{B}{r^2}$$

$$\sigma_z(r) = \sigma_z = A \quad (\text{zirt csö})$$

$$A = \frac{p_b a^2 - p_k b^2}{b^2 - a^2}$$

$$B = (p_b - p_k) \frac{a^2 b^2}{b^2 - a^2}$$

$$\sigma_{e, \max}^{\text{MHR}} = \sigma_\theta(a) - \sigma_r(a)$$

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_\theta(a) - \sigma_r(a)}{2}$$

Megoldás:

a) $A = p_b \frac{a^2}{b^2 - a^2} = 50 \text{ MPa}$

$$B = p_b \cdot \frac{a^2 b^2}{b^2 - a^2} = 1\,280\,000 \text{ N} = 1,28 \cdot 10^6 \text{ N}$$

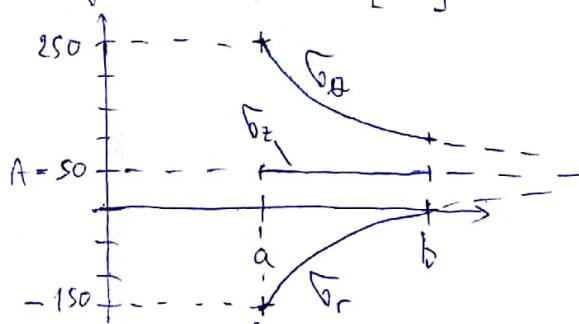
Ábrázolás: $B \frac{1,28 \cdot 10^6}{a^2} = 200 \text{ MPa}$

$$\frac{B}{b^2} = \frac{1,28 \cdot 10^6}{160^2} = 50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_r(r) = 50 - \frac{1,28 \cdot 10^6}{r^2} \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_\theta(r) = 50 + \frac{1,28 \cdot 10^6}{r^2} \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_z = 50 \text{ [MPa]}$$



b) $\sigma_{e, \max}^{\text{MHR}} = \sigma_\theta(a) - \sigma_r(a) = 250 - (-150) = 400 \text{ MPa}$

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_\theta - \sigma_r}{2} = 200 \text{ MPa}$$

↑
ott van, ahol $\sigma_{e, \max}^{\text{MHR}}$ azaz $r = a$ helyen