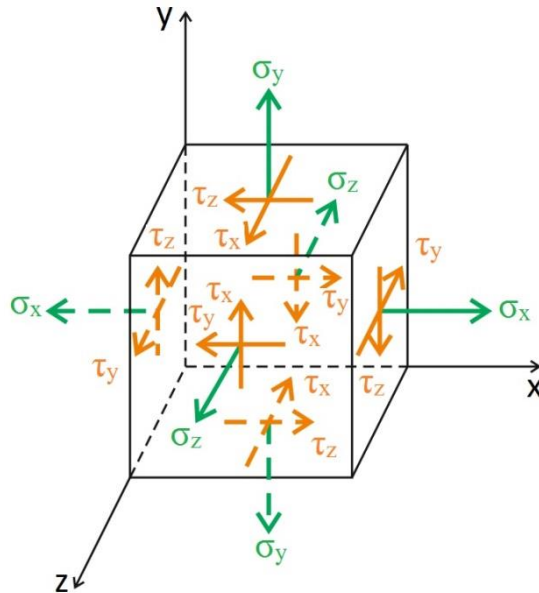


MEDZNÉ STAVY MATERIÁLOV

Stav napätosti v bode telesa je určený tenzorom napätia T_σ . Označenie zložiek tohto tenzora je na obrázku.



$$T_\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_z & \tau_y \\ \tau_z & \sigma_y & \tau_x \\ \tau_y & \tau_x & \sigma_z \end{bmatrix}$$

- znamienková konvencia pre zložky tenzora – ak napätie pôsobí v kladnom smere osi, potom napätie má kladné znamienko.

- normálová zložka σ všeobecného napätia:

$$\sigma = \vec{n}^T T_\sigma \vec{n} = \begin{bmatrix} \cos\alpha & \cos\beta & \cos\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_z & \tau_y \\ \tau_z & \sigma_y & \tau_x \\ \tau_y & \tau_x & \sigma_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\alpha \\ \cos\beta \\ \cos\gamma \end{bmatrix}$$

- hlavné napätia $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ v bode telesa (v ktorom je stav napätosti určený tenzorom napätia T_σ) získame riešením rovnice (po vyčíslení determinantu):

$$\begin{vmatrix} \sigma_x - \sigma & \tau_z & \tau_y \\ \tau_z & \sigma_y - \sigma & \tau_x \\ \tau_y & \tau_x & \sigma_z - \sigma \end{vmatrix} = 0$$

- maximálne šmykové napätie :

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$$

kde $\sigma_{max} = \sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3 = \sigma_{min}$

Podmienky pevnosti pre materiály v tvárnom stave:

a) Trescova – Guestova podmienka maximálnych šmykových napätí τ_{max} :

$$\sigma_{red} = 2 \times \tau_{max} = \sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_{max} - \sigma_{min} \leq \sigma_{dov}$$

$$\sigma_{red} = \frac{\sigma_{medz}}{k} = \frac{R_e}{k}$$

- σ_{red} – redukované napätie
- τ_{max} – maximálne šmykové napätie
- σ_1 – hlavné napätie
- σ_3 – hlavné napätie
- σ_{max} – maximálne hlavné napätie
- σ_{min} – minimálne hlavné napätie
- σ_{dov} – dovolené napätie
- σ_{medz} – medzné hodnoty napätia
- k – miera bezpečnosti (koeficient bezpečnosti)

b) Huber – von Mises - Henckey podmienka (HMH):

$$\sigma_{red} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6 \times (\tau_x^2 + \tau_y^2 + \tau_z^2)} \leq \sigma_{dov}$$

$$\sigma_{red} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} \leq \sigma_{dov}$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1 \times \sigma_2 + \sigma_2 \times \sigma_3 + \sigma_3 \times \sigma_1)} \leq \sigma_{dov}$$

$$\sigma_{red} = \frac{\sigma_{medz}}{k} = \frac{R_e}{k}$$

- σ_{red} – redukované napätie
- σ_x – hlavné napätie v smere, v ktorom napätie pôsobí
- σ_y – hlavné napätie v smere, v ktorom napätie pôsobí
- σ_z – hlavné napätie v smere, v ktorom napätie pôsobí
- σ_1 – hlavné napätie
- σ_2 – hlavné napätie
- σ_3 – hlavné napätie
- τ_x – šmykové napätie v smere, v ktorom napätie pôsobí
- τ_y – šmykové napätie v smere, v ktorom napätie pôsobí
- τ_z – šmykové napätie v smere, v ktorom napätie pôsobí
- σ_{dov} – dovolené napätie
- σ_{medz} – medzné hodnoty napätia
- k – miera bezpečnosti (koeficient bezpečnosti)

Podmienky pevnosti pre materiály v krehkom stave:

a) Rankinova podmienka maximálneho normálového napätia:

$$-\sigma_{dov,d} \leq \sigma_{red} \leq \sigma_{dov,t}$$

$$\sigma_{dov,d} = \frac{\sigma_{medz,d}}{k_d}$$

$$\sigma_{dov,t} = \frac{\sigma_{medz,t}}{k_t}$$

- σ_{red} – redukované napätie
- $\sigma_{dov,d}$ – dovoľené tlakové napätie
- $\sigma_{dov,t}$ – dovoľené ťahové napätie
- $\sigma_{medz,d}$ – medzné hodnoty napätia pre tlak
- $\sigma_{medz,t}$ – medzné hodnoty napätia pre ťah
- k_d – miera bezpečnosti (koeficient bezpečnosti) pre tlak
- k_t – miera bezpečnosti (koeficient bezpečnosti) pre ťah

b) Mohrova podmienka krehkej pevnosti:

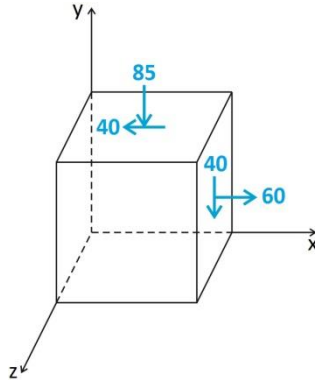
$$\sigma_{red} = \sigma_1 - \frac{\sigma_{medz,t}}{\sigma_{medz,d}} \times \sigma_3 \leq \sigma_{dov,t}$$

$$\sigma_{dov,d} = \frac{\sigma_{medz,d}}{k_d}$$

$$\sigma_{dov,t} = \frac{\sigma_{medz,t}}{k_t}$$

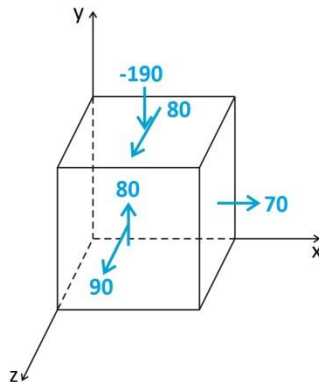
- σ_{red} – redukované napätie
- $\sigma_{dov,d}$ – dovoľené tlakové napätie
- $\sigma_{dov,t}$ – dovoľené ťahové napätie
- $\sigma_{medz,d}$ – medzné hodnoty napätia pre tlak
- $\sigma_{medz,t}$ – medzné hodnoty napätia pre ťah
- k_d – miera bezpečnosti (koeficient bezpečnosti) pre tlak
- k_t – miera bezpečnosti (koeficient bezpečnosti) pre ťah
- σ_1 – hlavné napätie
- σ_3 – hlavné napätie

Pre kritické miesto súčiastky boli vypočítané napätia $\sigma_x = 60$ MPa, $\sigma_y = -85$ MPa, $\tau_z = 40$ MPa, podľa obrázka. Stav materiálu (pri zohľadnení prevádzkových podmienok) zodpovedá tvárnemu stavu. Je potrebné rozhodnúť, či súčiastku vyrobiť z 11323 ($R_{e,11323} = 230$ MPa, $R_{m,11323} = 370$ MPa), alebo z 11523 ($R_{e,11523} = 455$ MPa, $R_{m,11523} = 580$ MPa), ak nemá dôjsť k vzniku plastických deformácií a miera bezpečnosti (koeficient bezpečnosti) má byť minimálne 1,5.



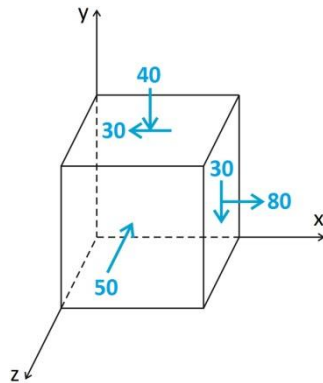
Výpočet:

Určite mieru bezpečnosti (koeficient bezpečnosti) pre materiál 422420 (liatinu feriticko perlitickú) nachádzajúcu sa v krehkom stave, pre bod v ktorom sú hodnoty napätia znázornené na obrázku. Použite obe hypotézy pre krehký stav materiálu, pričom za medznú hodnotu napätia voľte $\sigma_{medz,t} = 200$ MPa, resp. $\sigma_{medz,d} = 600$ MPa.



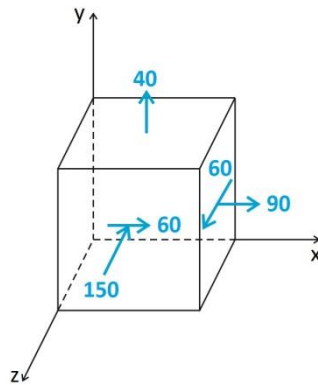
Výpočet:

Pre kritické miesta súčiastky boli vypočítané napätia podľa obrázka. Určite pre oceľ 11523 koeficienty bezpečnosti pre tvárny stav. Za medznú hodnotu napätia voľte medzu klzu – jej hodnotu nájdete v strojníckych tabuľkách.



Výpočet:

Pre kritické miesta súčiastky boli vypočítané napätia podľa obrázka. Určite koeficienty bezpečnosti pre materiál v krehkom stave, pričom za medznú hodnotu napätia voľte $\sigma_{medz,t} = 200$ MPa, resp. $\sigma_{medz,d} = 750$ MPa.



Výpočet: