

MEZNÍ STAV PŘI OHYBU NOSNÍKŮ

Autoři: F. Plánička, M. Zajíček, V. Adámek

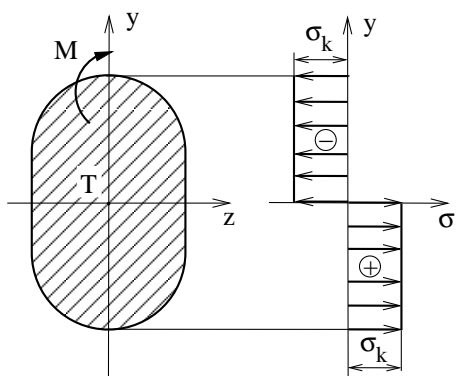
8.1 Shrnutí základních poznatků

Pevnostní podmínka podle mezního zatížení

Předpoklady řešení:

- pružně plastický materiál bez zpevnění
- prostý ohyb.

Průřezy se dvěma osami souměrnosti.



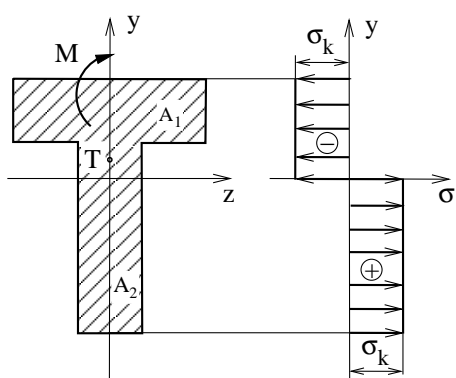
Obr. 1: Průřez se dvěma osami souměrnosti.

V případě průřezu se dvěma osami souměrnosti prochází neutrální osa z při ohybu těžištěm T plochy průřezu (viz obr. 1). Lze ukázat, že pro mezní ohybový moment M_{mez} platí

$$M_{mez} = 2 \sigma_k U_{A/2}, \quad (1)$$

kde $U_{A/2}$ je lineární moment poloviny plochy průřezu A k neutrální ose z .

Průřezy s jednou osou souměrnosti.



Obr. 2: Průřez s jednou osou souměrnosti.

Pokud má průřez pouze jednu osu souměrnosti, rozděljuje neutrální osa z plochu průřezu A na dvě stejné části $A_1 = A_2$ ($A_1 + A_2 = A$) a pro mezní moment potom platí

$$M_{mez} = (U_{A_1} + |U_{A_2}|) \sigma_k, \quad (2)$$

kde U_{A_1} a U_{A_2} jsou lineární momenty ploch A_1 a A_2 k neutrální ose z (viz obr. 2).

V analogii s teorií rovinného ohybu v pružném stavu lze mezní moment M_{mez} potom vyjádřit ve tvaru

$$M_{mez} = \sigma_k W_p, \quad (3)$$

MEZNÍ STAV PŘI OHYBU NOSNÍKŮ

Autoři: F. Plánička, M. Zajíček, V. Adámek

kde $W_p = 2U_{A/2}$ nebo $W_p = U_{A_1} + |U_{A_2}|$ je tzv. modul průřezu v ohybu v plastickém stavu. Pevnostní podmínku podle mezného stavu lze pak zapsat ve tvaru

$$M_{max} < M_{mez}. \quad (4)$$

Budeme-li uvažovat součinitel bezpečnosti k , analogicky jako v pružném stavu, bude pevnostní podmínka podle mezného stavu mít tvar

$$kM_{max} \leq M_{mez}. \quad (5)$$

Při dimenzování podle mezného zatížení vyjdeme potom z rovnosti

$$kM_{max} = \sigma_k W_p. \quad (6)$$

Z rovnice (6) lze vypočítat hodnotu W_p a z ní určit odpovídající rozměry průřezu.

8.2 Otázky k procvičení

1. Jaký materiál je uvažován při výpočtu mezného momentu?
2. Čemu se rovná mezní moment u průřezu se dvěma osami souměrnosti? Vysvětlete použité symboly.
3. Čemu se rovná mezní moment u průřezu s jednou osou souměrnosti? Vysvětlete použité symboly.
4. Napište podmínku pevnosti podle mezného zatížení.

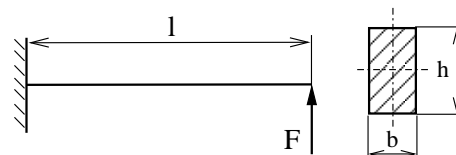
MEZNÍ STAV PŘI OHYBU NOSNÍKŮ

Autoři: F. Plánička, M. Zajíček, V. Adámek

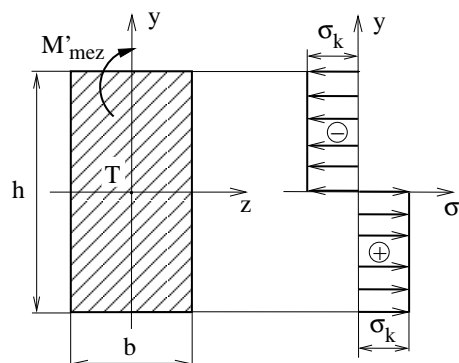
8.3 Řešené příklady a příklady k procvičení

Příklad 1:

Proveďte pevnostní kontrolu podle mezního zatížení nosníku obdélníkového průřezu znázorněného na obrázku. Dáno: F , l , b , h , σ_k .



Řešení:



Pevnostní kontrolu podle mezního stavu je nutné provést v nejnámáhanějším místě nosníku. Je zřejmé, že nejvíce namáhaným řezem nosníku bude řez v místě vetknutí. Maximální ohybový moment vnějších sil za mezního stavu potom můžeme vyjádřit jako

$$M'_{mez} = F_{mez} l. \quad (7)$$

Pro mezní moment vnitřních sil přitom platí

$$M_{mez} = 2 \sigma_k U_{A/2}, \quad (8)$$

kde statický (lineární) moment jedné poloviny průřezu k neutrální ose ohybu lze určit jako

$$U_{A/2} = b \frac{h}{2} \frac{h}{4} = \frac{bh^2}{8}. \quad (9)$$

Potom lze psát

$$W_p = 2 U_{A/2} = \frac{bh^2}{4}, \quad \text{a tedy} \quad M_{mez} = \sigma_k \frac{bh^2}{4}. \quad (10)$$

Z rovnosti $M'_{mez} = M_{mez}$ potom plyne

$$F_{mez} = \sigma_k \frac{bh^2}{4l}. \quad (11)$$

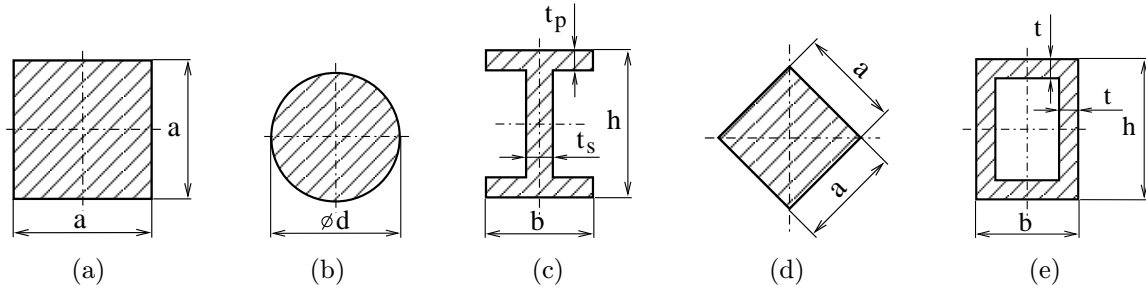
Závěrem lze říci, že pokud nemá u zadaného nosníku dojít ke vzniku mezního stavu, musí platit $F < F_{mez}$. V případě, kdy budeme uvažovat součinitel bezpečnosti k , musí být splněna nerovnost $kF \leq F_{mez}$.

MEZNÍ STAV PŘI OHYBU NOSNÍKŮ

Autoři: F. Plánička, M. Zajíček, V. Adámek

Příklad 2:

Určete moduly průřezu v plastickém stavu u následujících průřezů:



Výsledky:

a) $W_p = \frac{a^3}{4}$, b) $W_p = \frac{d^3}{6}$, c) $W_p = b t_p (h - t_p) + \frac{1}{4} t_s (h - 2t)^2$, d) $W_p = \frac{\sqrt{2}}{6} a^3$, e) $W_p = \frac{t h^2}{2} + (b - 2t)(h - t)t$.