

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

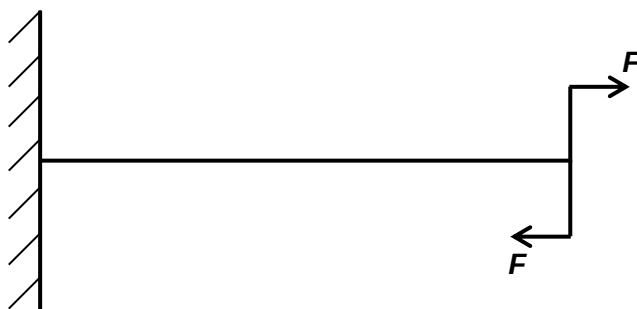
<i>Předmět:</i>	<i>Ročník:</i>	<i>Vytvořil:</i>	<i>Datum:</i>
MECHANIKA	DRUHÝ	ŠČERBOVÁ M. PAVELKA V.	12. KVĚTNA 2013
<i>Název zpracovaného celku:</i>			
NAMÁHÁNÍ NA OHYB			

NAMÁHÁNÍ NA OHYB

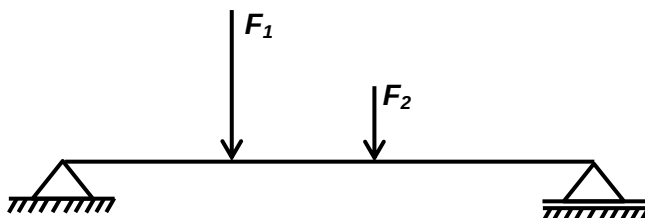
Nejdůležitější konstrukční prvek pro ohyb je ***nosník***.

Rozlišujeme:

- a) ohyb způsobený silovou dvojicí, tzv. ***čistý ohyb***, který se vyskytuje zřídka.



- b) ohyb způsobený ***příčnými silami***, ležícími v jedné rovině, která prochází osou souměrnosti průřezu daného nosníku. Ohyb je doprovázen smykem. Vliv smyku zanedbáváme (je velmi malý).



Z obrázku je zřejmé, že horní vlákna nosníku jsou namáhána na tlak a dolní vlákna na tah. To znamená, že napětí vyvolané namáháním na ohyb má charakter ***napětí normálového***, tj. působí kolmo na namáhaný průřez.

Mezi taženou a tlačnou částí je vrstva, která se neprotáhla ani nezkrátila. Je to ***neutrální vrstva*** jdoucí těžištěm. V neutrální vrstvě je napětí nulové. Její průsečnicí s řešeným průřezem je ***neutrální osa***.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Napětí v ohybu není po průřezu rozloženo rovnoměrně. Napětí roste úměrně od neutrální osy.

Velikost napětí v ohybu počítáme ze vztahu

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o},$$

kde σ_o – napětí v ohybu,
 M_o – maximální ohybový moment,
 W_o – průřezový modul v ohybu.

Rozměrové rovnice pro napětí v ohybu σ_o

$$MPa = \frac{N \cdot mm}{mm^3} = \frac{N}{mm^2},$$

$$Pa = \frac{N \cdot m}{m^3} = \frac{N}{m^2}.$$

Při dimenzování strojních součástí se vychází z podmínky, že skutečné napětí vznikající v zatížených strojních součástech nesmí být větší než příslušné napětí dovolené, odpovídající materiálu ze kterého je součást vyrobena, a způsobu zatížení.

VÝPOČTOVÁ (PEVNOSTNÍ) ROVNICE PRO OHYB

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do}$$

Dovolené napětí v ohybu je u konstrukčních ocelí $\sigma_{Do} = \sigma_{Dt}$.

Pro průřezový modul v ohybu W_o platí vztah

$$W_o = \frac{\text{kvadratický moment průřezu k neutrální ose průřezu}}{\text{vzdálenost okrajového vlákna průřezu od neutrální osy}}.$$

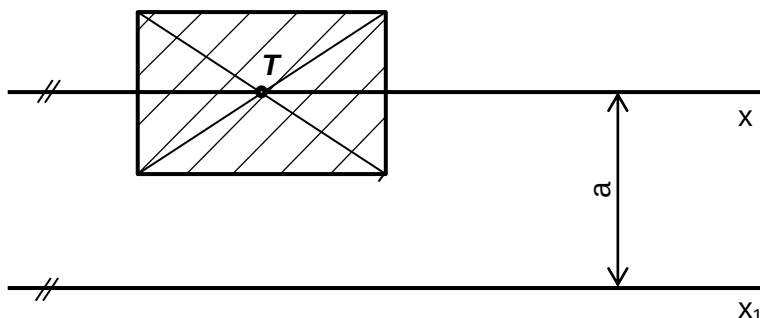
Průřezové moduly se nesmějí slučovat. To znamená, že při řešení průřezového modulu u obecného obrazce musíme nejdříve vypočítat kvadratický moment průřezu a teprve tento dělit vzdáleností okrajového vlákna.

Průřezové moduly v ohybu základních geometrických obrazců jsou uvedeny ve strojnických tabulkách. V technické praxi se často používají různé válcované profily (L, T, U, I). Numerické hodnoty průřezových charakteristik $I (J)$ a W_o pro obě hlavní osy průřezu jsou uvedeny ve strojnických tabulkách.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nosníky přenášející velká zatížení se zhotovují svařováním, resp. nýtováním ze základních obdélníkových nebo válcovaných profilů.

Chceme-li určit kvadratický moment průřezu k libovolné ose rovnoběžné s osou procházející těžištěm průřezu (neutrální osa), použijeme **Steinerovy věty**.



STEINEROVA VĚTA

Kvadratický moment průřezu k libovolné ose rovnoběžné s neutrální osou se rovná kvadratickému momentu k neutrální ose zvětšenému o součin velikosti průřezu a druhé mocniny vzdálenosti obou os.

$$I_{x1} = I_x + S \cdot a^2,$$

kde I_x – kvadratický moment průřezu k neutrální ose [mm^4],

S – plošný obsah průřezu [mm^2],

a – vzdálenost osy x procházející těžištěm od rovnoběžné osy x_1 [mm].

Kvadratické momenty průřezů složených obrazců můžeme slučovat jen tehdy, jsou-li momenty vztaženy na společnou osu. Pak platí:

$$I = \sum_{i=1}^n I_i$$

Jestliže plochy nemají společnou osu souměrnosti, pak všechny kvadratické momenty průřezu dílčích ploch musíme převést z jejich těžišťových os na rovnoběžnou společnou neutrální osu a teprve potom je sloučit. Pak platí:

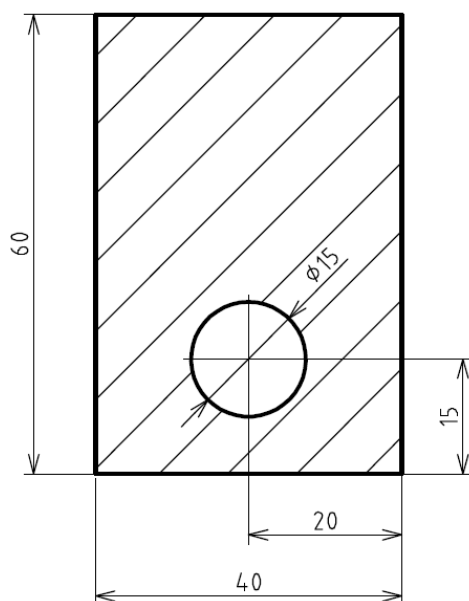
$$I = \sum_{i=1}^n (I_i + S_i \cdot a_i^2).$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ÚLOHA 1

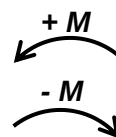
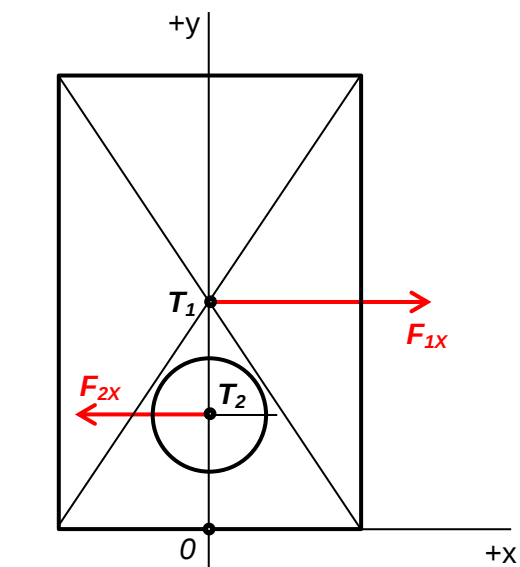
Určete kvadratický moment průřezu složené rovinné plochy k centrální ose procházející těžištěm složené rovinné plochy.

Zadání rozměrů:



ŘEŠENÍ:

a) Určíme početně těžiště složené rovinné plochy.



$$F_{1x} = 40 \cdot 60 = 2\,400 \text{ N}$$

$$F_{2x} = -\frac{\pi \cdot d^2}{4} = -\frac{\pi \cdot 15^2}{4} = -176,63 \text{ N}$$

$$F_{Vx} = F_{1x} - F_{2x} = 2\,400 - 176,63 = 2\,223,37 \text{ N}$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$$F_{vx} \cdot y_T = -F_{1x} \cdot 30 + F_{2x} \cdot 15$$

$$F_{vx} \cdot y_T = -2\,400 \cdot 30 + 176,63 \cdot 15$$

$$F_{vx} \cdot y_T = -69\,350,55$$

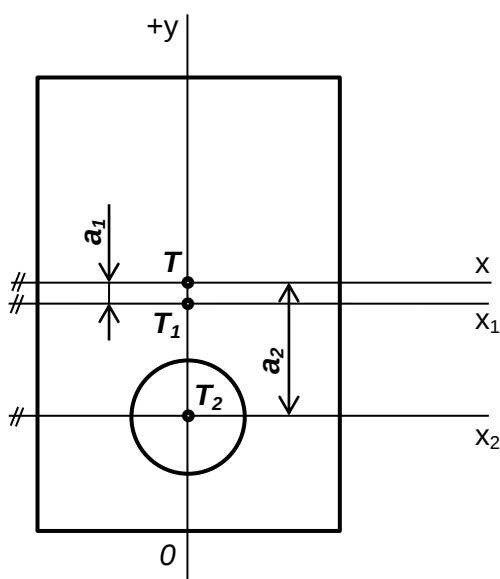
$$-2\,223,37 \cdot y_T = -69\,350,55$$

$$y_T = \frac{-69\,350,55}{-2\,223,37} = 31,2 \text{ mm}$$

$$T[x_T; y_T]$$

$$T[0; 31,2]$$

- b) Určíme kvadratické momenty průřezu dílčích ploch (obdélníkové a kruhové) k jejich těžišťovým osám x_1 a x_2 .



$$a_1 = 1,2 \text{ mm}$$

$$S_1 = 40 \cdot 60 = 2\,400 \text{ mm}^2$$

$$a_2 = 16,2 \text{ mm}$$

$$S_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 15^2}{4} = 176,63 \text{ mm}^2$$

$$I_{x1\Box} = \frac{40 \cdot 60^3}{12} = 720\,000 \text{ mm}^4$$

$$I_{x2\circ} = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 15^4}{64} = 2\,483,79 \text{ mm}^4$$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- c) Dílčí plochy nemají společnou osu souměrnosti. Kvadratické momenty dílčích ploch převedeme pomocí Steinerovy věty na neutrální osu x procházející těžištěm složené rovinné plochy.

$$I_{x\Box} = I_{x1\Box} + S_1 \cdot a_1^2 = 720\,000 + 2400 \cdot 1,2^2 = 723\,456 \text{ mm}^4$$

$$I_{x\circ} = I_{x2\circ} + S_2 \cdot a_2^2 = 2\,483,79 + 176,63 \cdot 16,2^2 = 48\,838,6 \text{ mm}^4$$

- d) Kvadratické momenty průřezu dílčích ploch převedených na neutrální osu sloučíme.

$$I_x = I_{x\Box} - I_{x\circ} = 723\,456 - 48\,838,6 = 674\,617,4 \text{ mm}^4$$

Kvadratický moment průřezu složené rovinné plochy k ose y .

Osa y je pro dílčí plochy společnou osou souměrnosti. Nemusíme tedy použít Steinerovy věty.

$$I_{y\Box} = \frac{40^3 \cdot 60}{12} = 320\,000 \text{ mm}^4$$

$$I_{y\circ} = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 15^4}{64} = 2\,483,79 \text{ mm}^4$$

$$I_y = I_{y\Box} - I_{y\circ} = 320\,000 - 2\,483,79 = 317\,516,21 \text{ mm}^4$$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

U ohybu nebývá největší ohybový moment M_0 přímo zadán. Bývají zadány zatěžující síly a jejich rozmístění na nosníku. Z těchto údajů musíme hledat místo působení největšího ohybového momentu a vypočítat jeho velikost. Má-li nosník v celé své délce konstantní průřez, je i jeho modul průřezu v ohybu W_0 konstantní. U těchto nosníků vzniká největší ohybové napětí v místě, kde působí největší ohybový moment. Proto je nutné znát **průběh ohybového momentu** v celé délce nosníku, abychom mohli určit nejvíce namáhaný průřez a vypočítat největší ohybové napětí. Zároveň s průběhem ohybového momentu zjišťujeme i průběh **posouvajících sil**, což jsou síly zatěžující a síly vazbové, které působí kolmo na podélnou osu nosníku a snaží se posunout dva sousední průřezy vůči sobě. Způsobují tak namáhání průřezu i na smyk.

Průběh posouvajících sil a ohybových momentů zobrazujeme graficky.

OBECNÝ POSTUP ŘEŠENÍ:

1. Určíme vazbové síly.
2. Určíme průběh posouvajících sil T a zakreslíme jej pod nosník. Posouvající sílu pro daný průřez vypočteme jako algebraický součet všech vnějších sil vlevo nebo vpravo od průřezu.
3. Určíme průběh ohybových momentů M a zakreslíme jej pod průběh posouvajících sil. Ohybový moment v libovolném průřezu nosníku vypočteme jako algebraický součet momentů všech vnějších sil působících vlevo nebo vpravo od průřezu k tomuto průřezu.
4. Z pevnostní rovnice určíme rozměry průřezu nosníku.

POUŽITÁ LITERATURA

[1] MRŇÁK, L. a DRDLA, A. Mechanika pružnost a pevnost pro SPŠ strojnické. 3. opravené vyd. Praha: SNTL, 1980. 366 s.

[2] SKÁLA, V. a STEJSKAL, V. Mechanika pro SPŠ nestrojnické. 3. vyd. Praha: SNTL, 1986. 207 s.