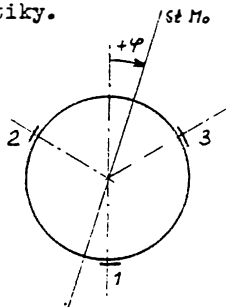


ZJIŠŤOVÁNÍ VNITŘNÍCH ÚČINKŮ PRUTŮCH ROTAČNĚ SYMETRICKÉHO PRŮŘEZU VYVOLANÝCH OBECNÝM ZATÍŽENÍM

Při experimentální analýze stavu napjatosti konstrukcí a jejich částí se často setkáváme s úlohou najít vnitřní účinky prutu rotačně symetrického průřezu při zatížení osovou silou a ohybovým momentem působícím v obecné rovině rovnoběžné s osou prutu. Jestliže je poloha roviny ohybového momentu známá je experimentální řešení jednoduché. V případě, kdy ohybový moment působí v neznámé rovině, se pro experimentální analýzu používají 3 tensometry instalované symetricky po 120° ve směru osy prutu ve společné příčné rovině. Ze tří naměřených poměrných deformací ϵ_1 , ϵ_2 a ϵ_3 je možno stanovit poměrnou deformaci odpovídající osovému zatížení ze vztahu

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3}{3}$$

a dále grafickým řešením, které uvádí prof. Hájek ve skriptech strojní fakulty. Návod pro dálkové studium je založen na znalosti polohy roviny ohybového momentu a velikosti poměrné deformace v krajiním vlákně průřezu odpovídající ohybovému momentu. Grafické řešení spočívá v nalezení neutrální osy průřezu podmínky nulové deformace. Nevýhodou tohoto grafického řešení je jeho pracnost a nepřesnost, která vzrůstá, když ohybové deformace jsou značně menší než osové. Cílem příspěvku je početní řešení této problematiky.



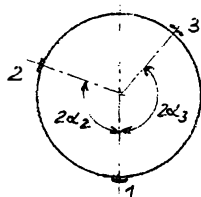
Při odvození početního řešení vycházíme v podstatě z grafické konstrukce a po algebraických úpravách dostáváme pro úhel φ , který svírá rovina ohybového momentu s rovinou procházející osou průřezu a tensometrem vztah

$$\varphi = \arctg \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_3) \sqrt{3}}{2\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3}$$

Úhel φ vychází v intervalu od -90° do 90° . Abychom při výpočtu poměrné ohybové deformace ε_o vyloučili limitní případ, kdy dvě ze tří naměřených poměrných deformací jsou stejné a zároveň zvýšili přesnost výpočtu i při malých ohybových deformacích odvozujeme tři vztahy pro ε_o v závislosti na velikosti vypočteného úhlu φ . Zde uvedeme na ukázkou vztah pro ε_o při $0^\circ \leq \varphi < 60^\circ$

$$\varepsilon_o = \frac{\varepsilon_3 - \varepsilon_1}{\cos \varphi + \cos(60 - \varphi)}$$

Platnost uvedených výpočtových vztahů je podmíněna dodržováním úhlu 120° mezi jednotlivými tensometry jejich instalací.



Pro tři tensometry instalované na obecných úhlech $2\alpha_2$ a $2\alpha_3$ byly obdobným způsobem odvozeny následující výpočtové vztahy

$$\varphi = \arctg \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \cos 2\alpha_3 - (\varepsilon_3 - \varepsilon_1) \cos 2\alpha_2}{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \sin 2\alpha_3 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1) \sin 2\alpha_2}$$

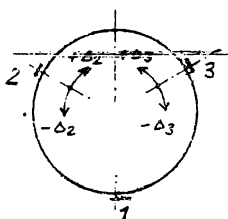
Vztahy pro poměrnou ohybovou i poměrnou osovou deformaci byly odvozeny opět v závislosti na velikosti úhlu φ ve třech vztazích zde uvedeme pro ukázkou vztahy pro úhel

$$0^\circ \leq \varphi < \alpha_2$$

$$\varepsilon_0 = \frac{\varepsilon_3 - \varepsilon_1}{\cos \varphi - \cos(2\alpha_3 + \varphi)}$$

$$\varepsilon_5 = \frac{(\varepsilon_3 - \varepsilon_1) \cos(2\alpha_3 + \varphi)}{\cos \varphi - \cos(2\alpha_3 + \varphi)} + \varepsilon_3$$

Použitím těchto a dalších výpočtových vztahů pro obecné úhly α_2 a $2\alpha_3$ je možno analyzovat vliv nepřesnosti instalaci tensometrů na velikost chyby v určení úhlu φ a poměrných deformací ε_0 a ε_5 při použití 3 tensometrů po 120° . Provedená analýza ukazuje,



že je třeba sledovat i orientaci chyby v instalaci. Když ~~ku příkladu připustíme maxi-~~ mální chybu ve stanovení poměrné ohybové a osové deformace ε tak při soulas-
ném znaménku chyby může být

$$\Delta_{2 \max} = \Delta_{3 \max} = 5^\circ$$

Maximální chyba v určení úhlu φ bude v tomto případě 3° .
Při opačném znaménku chyb vycházejících $\Delta_{2 \max} = -\Delta_{3 \max} = 10^\circ$ a
maximální chyba při φ bude zde 10° . V případě
kdy se jedná o chybu instalaci pouze u jednoho z tenso-
metrů 2 nebo 3 a opět připustíme maximální chybu 6 % může
být $\Delta_{2 \max} = 10^\circ$ $\Delta_3 = 0$, maximální chyba v určení úhlu
 φ je v tomto případě $6,5^\circ$.