

Laboratorní cvičení L4 : Stanovení modulu pružnosti

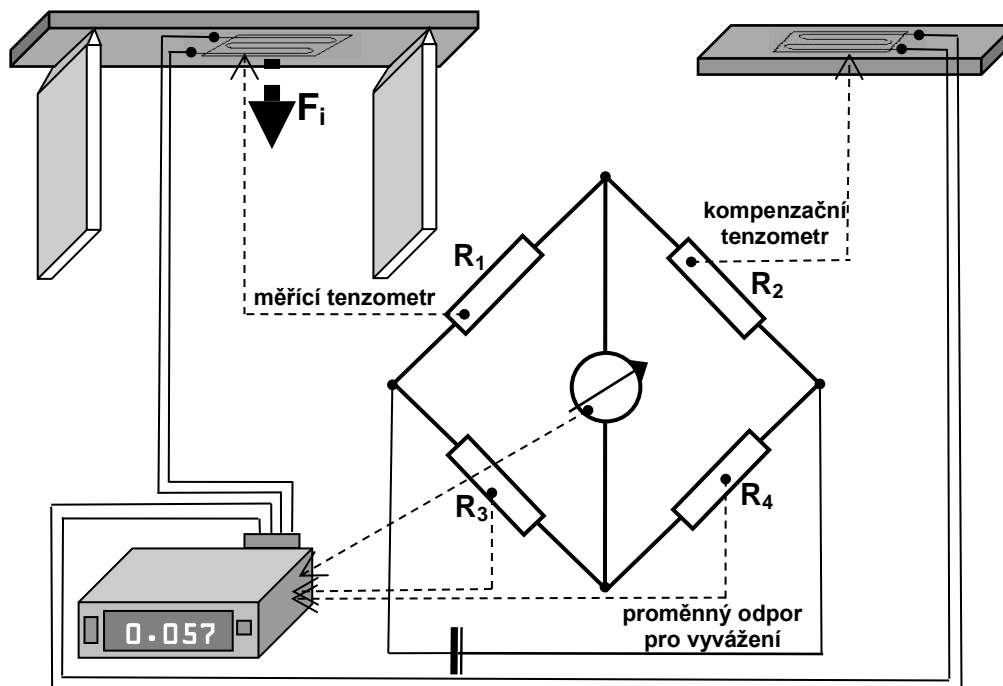
1. Příprava

- Modul pružnosti statický a dynamický (kap. 3.11.2., str. 75, str.36, 40)
- Měření statického modulu pružnosti (kap. 5.11.1, str.909 - 917, str.364 – 366, v 1. vydání kapitola 5.11.1 není)
- Grafické vyjádření modulu pružnosti, dopočet deformace k nule
- Měření deformací, mechanické a elektrické tenzometry

2. Postup

Vyučující rozdělí studenty na 3 pracoviště, každá skupina pracuje samostatně

Schéma měření modulu pružnosti v ohybu:



Vzorek se pro účely této zkoušky bude zatěžovat stupňovitě asi po 10% očekávané největší síly (běžné měření probíhá opakovaným zatížením na hodnotu 30% max. síly, při které by došlo k porušení zkoušeného materiálu).

Zatěžovací schéma bude zadáno na cvičení podle zkoušeného materiálu.

Postup zkoušky:

1. Zapněte přístroj
2. Vynulujte přístroj tlačítkem O a počkejte, dokud se hodnota na displeji neustálí
3. Zatižte materiál pomocí závaží na hodnotu F_1
4. Po ustálení přečtěte naměřenou hodnotu deformace z displeje a zapište ji do tabulky jako **1. měření** při F_1 [%].

5. Odlehčete materiál na hodnotu F_0 a ustálenou hodnotu zapište jako **1. měření** při F_0 [‰].
6. Stejný postup opakujte i pro hodnoty zatížení F_2 a F_3 .
7. Po každém zatížení F_i je třeba odlehčit na základní zatížení F_0 a zapsat hodnotu deformace.
8. V průběhu měření by nemělo zatížení nikdy klesnout na nulu (*miska na závaží nesmí zůstat prázdná*).
9. Po jednom kompletním měření (*zatížení F_1 až F_3 + odlehčování na F_0*) přístroj na chvíli vypněte.
10. Změřte příčné rozměry vzorku **b , h** [mm] v místě zatěžování (pozor, **nestrhňte nalepené tenzometry!**), každý rozměr změřte alespoň 2x.
11. Změřte vzdálenost podpor l [mm].
12. Měření zopakujte podruhé podle bodů 1 až 9 a zapište jako **2. měření**.

Při měření digitálním posuvným měřítkem zkontrolujte, zda není měřítko přepnuto na měření v palcích a před měřením ho vynulujte!

3. Protokol

Modul pružnosti v tahu za ohybu (formulář L4: a) Modul pružnosti v tahu za ohybu

- stanovte poměrné pružné deformace ε_i v ‰ z osazených tenzometrů jako rozdíl mezi čtením při zatížení F_i a čtením po následném odlehčení na základní zatížení F_0 pro obě měření a vypočítejte jejich průměr $\bar{\varepsilon}_i$ [‰]
- dopočítejte deformace ε_0 [‰] mezi základním zatížením a nulou z podobnosti trojúhelníků (str. 911 – obr. 5.70, str. 364- obr. 5.72) a spočítejte celkovou relativní deformaci ($\bar{\varepsilon}_i + \varepsilon_0$) [‰]
- napětí σ_i [MPa] pro příslušné zatížení se stanoví v závislosti na použitém způsobu zatížení
- stanovte modul pružnosti E_i [MPa] na základě Hookova zákona pro jednotlivé zatěžovací kroky
- vypočítejte průměrný modul pružnosti v tahu za ohybu E [MPa] pro měřený materiál

Modul pružnosti v tahu oceli (formulář L4: b) Modul pružnosti v tahu

Data pro výpočet budou zadána z měření pomocí mechanických tenzometrů (str. 912 – obr. 5.71, str. 365 - obr. 5.73).

- stanovte skutečné pružné deformace Δl v mm z osazených tenzometrů výpočtem rozdílů mezi čtením při zatížení a čtením po následném odlehčení na základní zatížení
- ze skutečných deformací a odměrné délky tenzometrů (l_{01} , l_{02}) spočítejte deformace poměrné ε_i [‰]
- další postup je stejný jako při výpočtu modulu pružnosti v tahu za ohybu

Pro zpracování protokolu lze využít následující matrici.

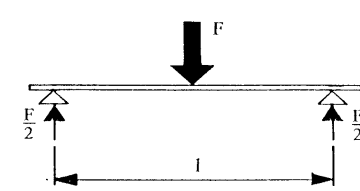
Protokol ruční - přibližně stejný vzhled jako protokol používající matrici – rámečky a položky musí být umístěny v odpovídající části stránky jako u matrice.

L4 : Modul pružnosti

JMÉNO:		PIN:
Skupina:	Vyučující:	
Datum zadání:	Datum odevzdání:	Počet příloh:

Výsledky:		
Zkoušený materiál :		
Modul pružnosti v tahu za ohybu	MPa	
Ocel		
Modul pružnosti v tahu	GPa	

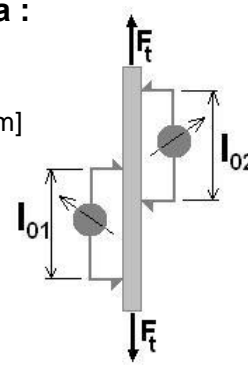
L4: a) MODUL PRUŽNOSTI V TAHU ZA OHYBU

Materiál :	Rozměry průřezu : [mm]	Zatěžovací schéma : 
Zdroj zatěžovací síly :	Průřezový modul : [mm ³]	
Měřicí zařízení: odporový tenzometr, zapojený do Wheatstoneova můstku	Deformace při základním zatížení F₀: $\varepsilon_0 = \varepsilon'_1 \cdot \frac{F_0}{F_1 - F_0} =$	
		$l =$ [mm] $M_i = \frac{F_i * l}{4}$

Zatěž. síla F _i	Čtení přístroje		Deformace při odlehčení z F _i na F ₀ poměrná ε			Celková deformace (ε _i ' + ε ₀)	Ohybový moment M _i	Napětí $\sigma_i = \frac{M_i}{W}$	Modul pružnosti $E_i = \frac{\sigma_i}{(\varepsilon_i' + \varepsilon_0)} * 10^{-3}$
	1.měření	2.měření	1.měř.	2. měř.	prům.ε _i '				
[N]	[‰]		[‰]			[‰]	[N. mm]	[MPa]	[MPa]
F ₁ =									
F ₀ =									
F ₂ =									
F ₀ =									
F ₃ =									
F ₀ =									

Průměrná hodnota modulu pružnosti:

L4: b) MODUL PRUŽNOSTI V TAHU

Materiál : OCEL	Rozměr průřezu: [mm] d ₁ = d ₂ = prům. d =	Zatěžovací schéma : odměrné délky: [mm] l ₀₁ = l ₀₂ = 
Zdroj zatěžovací síly : Lis FP 100	Plocha průřezu (kruh): [mm ²] A =	
Měřicí přístroj : 2 mechanické tenzometry se setinnými indikátorovými hodinkami	Deformace při základním zatížení F_{t0}: $\varepsilon_0 = \varepsilon'_1 \cdot \frac{F_{t0}}{F_{t1} - F_{t0}} =$	

Zatěž. síla F _{ti}	Čtení přístroje		Deformace při odlehčení z F _{ti} na F _{t0}					Celková deformace (ε _i ' + ε ₀)	Napětí $\sigma_i = \frac{F_{ti}}{A}$	Modul pružnosti $E_i = \left(\frac{\sigma_i}{\varepsilon_i + \varepsilon_0} \right)$
			skutečná Δl		poměrná $\varepsilon_i = \frac{\Delta l_i}{l_{0i}}$					
	1.tenzometr	2. tenzometr	1. tenz.	2. tenz.	1. tenz.	2. tenz.	prům.ε _i '			
[N]	[mm]		[mm]		[-]			[-]	[MPa]	[MPa]
F _{t1} =										
F _{t0} =										
F _{t2} =										
F _{t0} =										
F _{t3} =										
F _{t0} =										

Průměrná hodnota modulu pružnosti oceli: