

7.5 Stanovení modulu pružnosti v tahu přímou metodou

Namáháme-li nějaké těleso tahem, deformuje se. Tato deformace ε je až po mez úměrnosti přímo úměrná deformačnímu napětí σ

$$\varepsilon = \frac{1}{E} \sigma, \quad (102)$$

kde E je Youngův modul pružnosti v tahu. Deformací ε rozumíme relativní délkové prodloužení

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}, \quad (103)$$

kde l_0 značí původní délku a Δl prodloužení měřeného tělesa — v našem případě ocelového drátu o průměru d . Napětí σ je poměr velikosti deformující síly F a plošného průřezu S vzorku

$$\sigma = \frac{F}{S}, \quad S = \pi d^2/4. \quad (104)$$

Dosazením rovnic (102) a (103) do vztahu (104) obdržíme

$$E = \frac{4l_0}{\pi d^2 a}, \quad \text{kde } a = \frac{\Delta l}{F}. \quad (105)$$

Symbol a představuje prodloužení tělesa při zatížení jednotkovou silou. Pokud studujeme malé deformace (do meze úměrnosti, kdy ještě platí Hookův zákon) je tato veličina konstantní a představuje směrnici v lineární závislosti

$$\Delta l = aF + b, \quad (106)$$

kde b je hodnota počátečního prodloužení. Je-li počáteční prodloužení přibližně nulové, platí zjednodušená rovnice

$$\Delta l \approx aF. \quad (107)$$

Měřicí zařízení sestává z tenkého, dlouhého ocelového drátu umístěného ve svislé poloze, jehož horní konec je upevněný a na druhém konci je zavěšená miska se závaží. Prodlužování drátu je přenášeno na indikátorové hodinky, které měří hodnoty Δl .

Úkol: Zjistěte hodnotu Youngova modulu pružnosti v tahu ocelového drátu.

Pomůcky:

- Měřicí zařízení s indikátorovými hodinkami.
- Sada závaží.
- Mikrometr.

Tabulka 10: Tabulka pro záznam měření.

n	d/mm	N	m/kg	F/N	Δl_1 /mm	Δl_2 /mm	$\Delta l = \frac{1}{2}(\Delta l_1 + \Delta l_2)$ /mm
1		1	0				
2		2	0.5				
3		3	1.0				
..

Postup měření:

- Mikrometrem změřte 10x průměr namáhaného drátu d . Odhadujte tisíciny milimetru.
- Do tabulky (10) запиšte počáteční hodnotu prodloužení drátu. Závaží přidávejte po 0.5 kg a zapisujte hodnoty prodloužení Δl_1 . Měření provádějte až do vyčerpání celé sady závaží.
- Stejně měření provádějte při klesajícím zatížení a do tabulky zapisujte hodnoty Δl_2 .
- Délku drátu l_0 naleznete na vývěsce v laboratoři.

Zpracování naměřených údajů:

- Sestrojte graf závislosti $\Delta l = f(F)$ a ověřte, zda jste měření prováděli v oblasti malých deformací.
- Pokud jste měření prováděli v oblasti malých deformací, pak ze závislosti (106) resp. (107) naleznete pomocí metody nejmenších čtverců hodnotu směrnice a a použijte ji pro výpočet modulu pružnosti v tahu E (105).
- Vypočítejte absolutní a relativní chybu výsledku a hodnotu E srovnajte s hodnotou modulu pružnosti v tahu oceli z fyzikálních tabulek.