

Úloha 10: Stanovení modulu pružnosti v tahu

Pomůcky

Měřicí aparatura, laser, stupnice, 7 závaží, mikrometr, pásové měřítko, digitální váha

Úkoly

Stanovte modul pružnosti v tahu E materiálu drátu zrcátkovou metodou.

Dílní úkoly

1. Určete průměr drátu d a jeho délku l_0 .
2. Určete vzdálenost R stupnice od zrcátka.
3. Stanovte hmotnost všech sedmi závaží m_i .
4. Zjistěte závislost polohy značky na hmotnosti $n = f(m)$ při postupném zatěžování a odlehčování.
5. Graficky znázorněte závislost $n = f(m)$ a ověřte, že je lineární.

Poznámky k měření

- Pro měření délek zvolte vždy nejpřesnější možné měřidlo.
- Průměr drátu změřte na pěti různých místech. V případě odečtení různých hodnot zpracujete jako opakované měření.
- Nezávisle proměnná ve vztahu $n = f(m)$ je vždy hmotnost všech závaží, která v daném okamžiku zatěžují aparaturu.
- Na stupnici je nutné zavést znaménkovou konvenci, která bude dodržena při odečtu počtu dílků na stupnici.
- Poslední hodnota naměřená při zatěžování je zároveň první hodnotou měřenou při odlehčování. Vyhodnoťte naměřená data pro zatěžování a odlehčování pomocí jedné lineární regrese a najděte konstantu K jako směrnici přímky $n = n_0 + Km$.
- Parametry aparatury a a b uvádí výrobce: $a = (90,00 \pm 0,50)$ mm, $b = (50,00 \pm 0,50)$ mm.

Matematický model pro výpočet nepřímo měřené veličiny

Modul pružnosti v tahu E :

$$E = \frac{8 g_t a R l_0}{\pi d^2 b^2} \cdot \frac{1}{K} \quad (1)$$

g_t ... tíhové zrychlení

l_0 ... počáteční délka drátu

d ... průměr drátu

R ... vzdálenost zrcátka od stupnice

a ... vzdálenost místa uchycení zatěžovaného drátu přes kladku od pevné osy (parametr aparatury)

b ... vzdálenost místa uchycení měřeného drátu od pevné osy (parametr aparatury)

K ... směrnice přímky $n = n_0 + Km$, která je výstupem lineární regrese

Poznámky a návod k výpočtu nejistot

Modul pružnosti v tahu E :

- Nejistoty se určují na základě vztahu (1).
- Nejistoty tabulkových hodnot (zde tíhové zrychlení g_t) lze v kontextu laboratorních měření zanedbat a při výpočtu nejistot jsou považovány za konstanty.
- Veličiny, které se podílejí na nejistotě typu A: K a d (pouze v případě opakovaného měření).
- Veličiny, které se podílejí na nejistotě typu B: a , b , d , l_0 a R .
- Pro parametry a a b výrobce uvádí přímo nejistotu.
- Maximální chyba délky l_0 musí reflektovat odhad místa uchycení drátu.
- Maximální chyba vzdálenosti R musí reflektovat odhad kolmého směru a přesnost použití měřidla pro větší délky.
- Nejistotu typu A i B lze vyjádřit pomocí relativních nejistot.

Podněty k diskusi

- Modul pružnosti v tahu E je materiálová konstanta, kterou lze dohledat v tabulkách. Odhadněte materiál drátu a stanovte odchylku od tabulkové hodnoty.
- Dle matematického modelu jsou polohy značek přímo úměrné relativnímu prodloužení. Porovnejte odpovídající hodnoty naměřené při zatěžování a odlehčování. Je z dat patrný jev hystereze?