

DETERMINAREA MODULUI LONGITUDINAL DE ELASTICITATE LA ÎNTINDERE (Modulul lui Young)

1. Scopul lucrării

Scopul acestei lucrări este de a determina modulul de elasticitate la întindere, o constantă de material care prin geometria materialului poate fi corelat cu constanta elastică a acestuia.

2. Considerații teoretice

Un corp solid supus unei solicitări de întindere se deformează. Deformarea este elastică, dacă în urma încetării acțiunii forței exterioare, corpul revine la starea inițială. În caz contrar deformarea este inelastică sau la limită plastică. În cazul unei deformări elastice, în interiorul corpului deformat ia naștere o forță elastică F_e , care se opune solicitării exterioare reprezentate de forța F . Deformarea având valoarea Δl , forța elastică are expresia

$$F_e = -k \Delta l = -F, \quad (1)$$

unde k este un coeficient de proporționalitate, care exprimă constanta elastică a materialului supus întinderii. Atunci când se realizează echilibrul mecanic, forța elastică este egală și de semn contrar cu forța de solicitare exterioară. În cazul particular al unei bare, care are secțiunea normală S și lungimea inițială l_0 există relația:

$$k = E \frac{S}{l_0} \quad (2)$$

unde E reprezintă modulul longitudinal de elasticitate sau modulul lui Young. Raportul $\varepsilon = \Delta l/l_0$ se numește alungire relativă, iar raportul $\sigma = F/S$ este cunoscut sub numele de rezistență normală la întindere sau efort unitar. Utilizând aceste mărimi, condiția de echilibru (1) ia forma:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

unde mărimea $\alpha = 1/E$ mai este cunoscută și sub numele de coeficient de alungire. Conform relației (2) putem constata că dimensiunea modulului de elasticitate E este $L^{-1}M T^{-2}$, unitatea sa de măsură fiind N/m^2 .

3. Aplicații

Aplicațiile în tehnică ale modulului lui Young, sunt multiple. Se utilizează în proiectarea rezistenței construcțiilor, oricăror mașini-unelte, construcții, poduri, etc. Transmisia de vibrații, este extrem de importantă, pentru stabilitatea acestora. Directa proporționalitate cu constanta de elasticitate, poate fi utilizată pentru a proiecta obiectivele respective de așa manieră, încât să se asigure o

transmisibilitate minimă a vibrațiilor. Dacă pentru undele electromagnetice principiul suprapunerii este întotdeauna valabil, în cazul mediilor deformabile este valabil numai dacă deformația este proporțională cu forța elastică. Acest principiu permite ca orice mișcare ondulatorie, oricât de complicată, să fie analizată ca și o combinație de unde simple. Astfel se pot proiecta săli care să permită o acustică foarte bună, sau săli a căror acustică să fie îmbunătățită prin diverse metode și materiale. Implicit viteza de propagare a undelor mecanice longitudinale depinde de modulul lui Young și densitatea mediului. Astfel intensitatea undelor mecanice longitudinale, absorbția lor în diferite medii, depinde de asemenea de modulul longitudinal de elasticitate.

4. Metodica experimentală

4.1 Montajul experimental

Firul al cărui modul de elasticitate urmează a fi măsurat este fixat în partea sa superioară. În partea inferioară a firului este fixată o placă metalică care acționează un comparator C care poate măsura lungimea Δl cu o precizie de 0.01 mm. Glisarea acestei plăci este limitată de un șurub de siguranță S care are menirea de a preveni deteriorarea comparatorului la o eventuală rupere a firului (Fig. 1). Lungimea inițială se măsoară cu un metru metalic ce are precizia de 1 mm. Diametrul d al firului se măsoară cu un micrometru care are precizia de 0.01 mm. Forța exterioară, F este determinată de valoarea greutăților marcate.

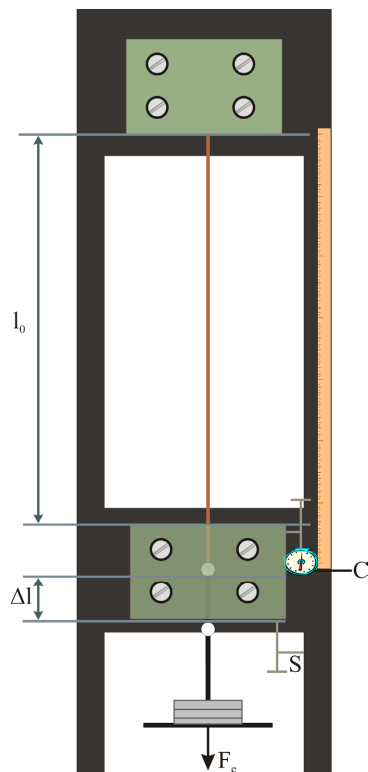


Figura 1

Folosind ca forțe exterioare diverse greutăți marcate putem determina valoarea modulului lui Young conform relației:

$$E = \frac{mg l_0}{S \Delta l} = \frac{g l_0}{S} \frac{m}{\Delta l} = k \frac{m}{\Delta l}, \quad (4)$$

unde forța elastică $F = m \cdot g$, aria secțiunii firului

$$S = \pi \frac{d^2}{4} \text{ și constanta dispozitivului } k = \frac{g l_0}{S}.$$

4.2 Modul de lucru

1. Se reglează șurubul de siguranță și se aduce comparatorul la diviziunea zero.
2. Se măsoară lungimea inițială l_0 și diametrul d .

Determinarea modului longitudinal de elasticitate la întindere
(Modulul lui Young)

3. Se solicită firul cu diverse greutăți și se citesc alungirile corespunzătoare.

4.3. *Prelucrarea datelor experimentale*

Modulul longitudinal de elasticitate la întindere se determină cu ajutorul relației (4). Rezultatele se trec în tabelul 1:

Tabelul 1.

Materialul	l_0 (m)	d (mm)	S (m ²)	m (kg)	Δl (10 ⁻⁵ m)	E (Nm ⁻²)	\bar{E} (Nm ⁻²)	$\Delta E/E$ (%)	ΔE (Nm ⁻²)
oțel									

Rezultatul final se va da sub forma $E = \bar{E} \pm \Delta E$

4.4. *Calculul erorilor*

Eroarea relativă a modului de elasticitate are expresia:

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta l_0}{l_0} + \frac{\Delta(\Delta l)}{\Delta l} + \frac{\Delta S}{S}, \quad (5)$$

unde:

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{\Delta \pi}{\pi} + 2 \frac{\Delta d}{d}. \quad (6)$$