

EXPERTIZE – LABORATOR 1

DETERMINAREA MODULULUI DE ELASTICITATE SI A COEFICIENTULUI LUI POISSON PE BAZA TENSOMETRIEI ELECTRICE REZISTIVE

1. Introducere
2. Determinarea E și ν pe baza tensometriei electrice rezistive
3. Efectuarea lucrării

1. Introducere

În calculele de rezistență, deformații și stabilitate, în analiza experimentală a tensiunilor și în utilizarea metodei cu elemente finite, cunoașterea caracteristicilor elastice ale materialelor ale materialelor din care sunt realizate piesele sau elementele de construcție este absolut necesară.

În cadrul lucrării de laborator ce se va descrie în continuare se va determina experimental, pe baza încercării la tracțiune, modulul de elasticitate convențional liniar E și coeficientul lui Poisson ν . Prin calcul se va determina și modulul de elasticitate transversală G .

Modulul de elasticitate convențional liniar este definit ca raportul dintre tensiunea și lungirea specifică pentru metalele care prezintă o porțiune liniară a curbei caracteristică la tracțiune, figura 1:

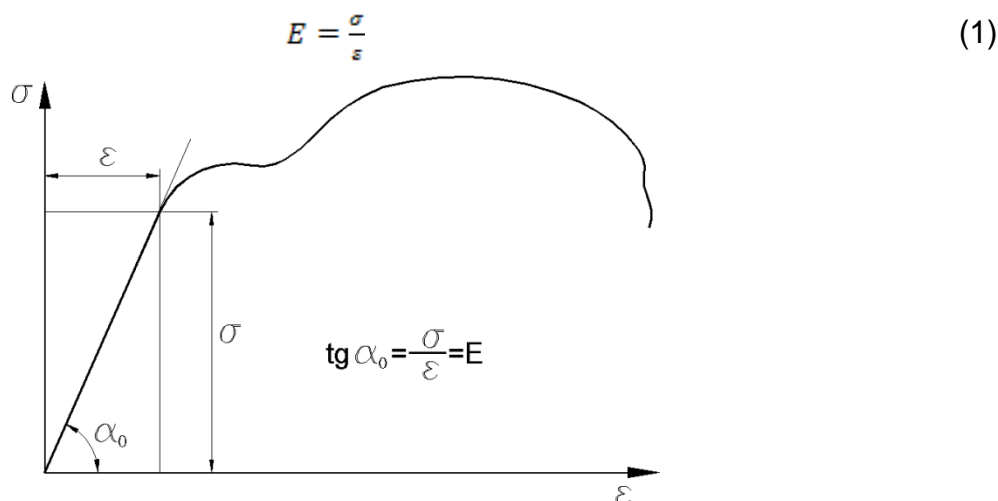


Fig. 1. Curba caracteristică la încercarea de tracțiune

Coeficientul lui Poisson sau coeficientul de contracție transversală reprezintă raportul dintre lungirea specifică transversală și lungirea specifică longitudinală:

$$\nu = \frac{\epsilon_{tr.}}{\epsilon_{long.}} \quad (2)$$

Cele două constante elastice se determină pe epruvete plate supuse încercării statice de tracțiune.

Modulul de elasticitate transversală se va determina pe baza relației:

$$G = \frac{E}{[2(1+\nu)]} \quad (3)$$

2. Determinarea E și ν pe baza tensometriei electrice rezistive

Tensometria electrică rezistivă permite măsurarea deformațiilor specifice, longitudinale și transversale cu o precizie ridicată. Pentru determinarea deformațiilor specifice, pe o epruvetă de tracțiune de formă plată având aria secțiunii transversale egală cu S_0 , se montează traductoare electro-tensometrice bidirecționale, ca în figura 2. O grilă a traductorului este plasată pe direcția longitudinală a epruvetei iar cealaltă pe direcție transversală.

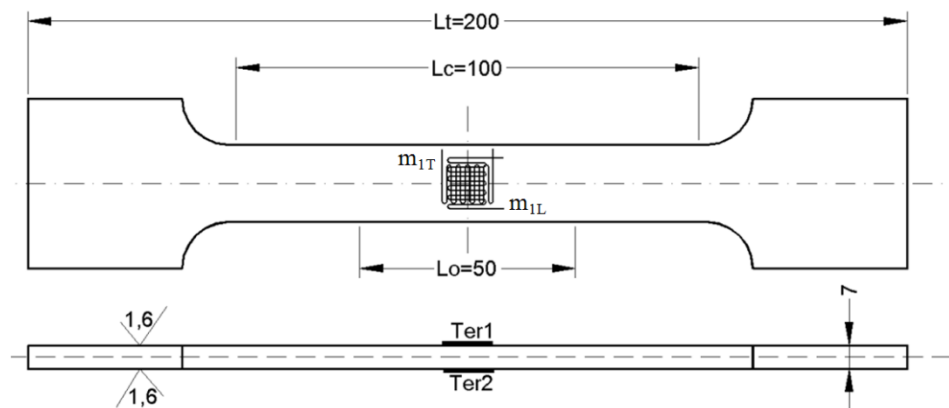


Fig. 2. Epruveta de tracțiune; amplasarea traductoarelor tensometrice

Traductoarele electro-tensometrice se introduc în circuite de măsură de tip punte *Wheatstone*. În configurație *semipunte*, figura 3. Mărcile tensometrice de pe cele două fețe ale epruvetei, m_{1L} și m_{2L} sunt amplasate pe diagonalele punții astfel încât semnalele lor se vor suma la citirea pe aparatul de măsură A_m . În același fel sunt legate și mărcile de pe direcție transversală m_{1T} și m_{2T} . Legarea mărcilor conform schemei din figura 3 asigură atât echilibrarea punții cât și posibilitatea constatării abaterii de la direcția axială de solicitare.

Semnalele de ieșire de la punțile Wheatstone se prelucrează cu ajutorul unui sistem de achiziție de date. Prelucrarea datelor se efectuează pentru obținerea valorilor constantelor elastice ale materialului pe cele două direcții:

- modulul de elasticitate longitudinală, E , (modulul *Young*) este determinat ca panta dreptei de aproximare a graficului reprezentat în coordonatele tensiune normală (σ) / deformație specifică longitudinală (ϵ), prin punctele determinate din semnalele rezultate de la traductoarele longitudinale;
- coeficientul contracției transversale, ν , (coeficientul lui Poisson) a fost determinat din curba trasată în coordonatele deformație specifică transversală (ϵ_{tr})/deformație specifică longitudinală (ϵ_{long}), folosind semnalele obținute atât de la traductoarele longitudinale, cât și de la cele transversale;
- modulul de elasticitate transversală, G , (de forfecare) se calculează cu ajutorul constantelor E și ν , cu ajutorul relației (3).

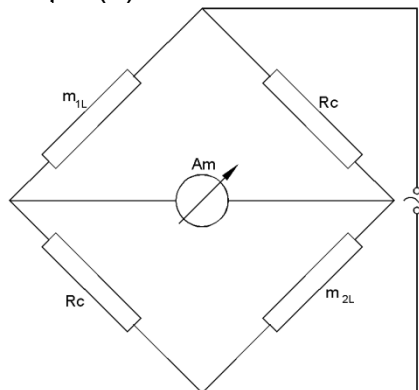


Fig.3. Amplasarea mărcilor tensometrice

3. Efectuarea lucrării

Deformația specifică în direcția solicitării, ε_L , se măsoară cu ajutorul mărcilor m_{1L} și m_{2L} (orientate longitudinal), aplicate pe ambele fețe ale epruvetei, pentru a elimina efectul încovoierii care poate să apară din cauza imperfecțiunilor dimensionale sau de încărcare. Aceste traductoare se conectează în brațele de pe o diagonală al unei punți Wheatstone, în brațele adiacente fiind conectate rezistențe interne ale punții tensometrice care permit echilibrarea rezistivă, capacitivă și termică a acesteia. Pentru fiecare valoare a forței de încărcare F_i , ε_L se calculează prin media valorilor măsurate cu traductoarele m_{1L} și m_{2L} :

$$\varepsilon_{Li,med} = \frac{\varepsilon_{Li1} + \varepsilon_{Li2}}{2} = \frac{\varepsilon_{Li}}{2} \quad (4)$$

Coeficientul contracției transversale (Poisson) este factorul de proporționalitate dintre ε_{Tr} și ε_L fiind, de asemenea, panta dreptei trasată în coordonatele (ε_{Tr} , ε_L):

$$\varepsilon_{Tr} = -\nu \cdot \varepsilon_L \quad (5)$$

Deformația specifică transversală, ε_{Tr} , se măsoară cu ajutorul traductoarelor notate m_{1T} și m_{2T} (fig. 2). Acestea se conectează într-o punte de măsură, similară cu cea concepută anterior. Deformația specifică transversală se calculează, de asemenea, prin media valorilor măsurate pe ambele fețe ale epruvetei:

$$\varepsilon_{Tri,med} = \frac{\varepsilon_{Tri1} + \varepsilon_{Tri2}}{2} = \frac{\varepsilon_{Tri}}{2} \quad (6)$$

Din cele expuse rezultă că sunt necesare 2 punți în configurație de semipunte. Instrumentul de măsură indică în cele două canale, pentru fiecare intensitate a sarcinii, F_i , deformațiile specifice ε_{Li} și ε_{Tri} .

Traductoarele folosite sunt de tip Hottinger (HBM 6/120 LA21) cu un factor de marcă $k_{ter}=2,02\pm 1\%$.

Datele experimentale, atât cele primare, cât și cele prelucrate, se înscriu și se sistematizează în tabelul 1:

Tabelul nr. 1.

i	F_i	S_0	$\sigma_i=F_i/S_0$	ε_{Li}	$\varepsilon_{Li,med}=\varepsilon_{Li}/2$	ε_{Tri}	$\varepsilon_{Tri,med}=\varepsilon_{Tri}/2$	ε_{Tri}
	(N)	(mm ²)	(MPa)	(μm/m)	(μm/m)	(μm/m)	(μm/m)	(μm/m)
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

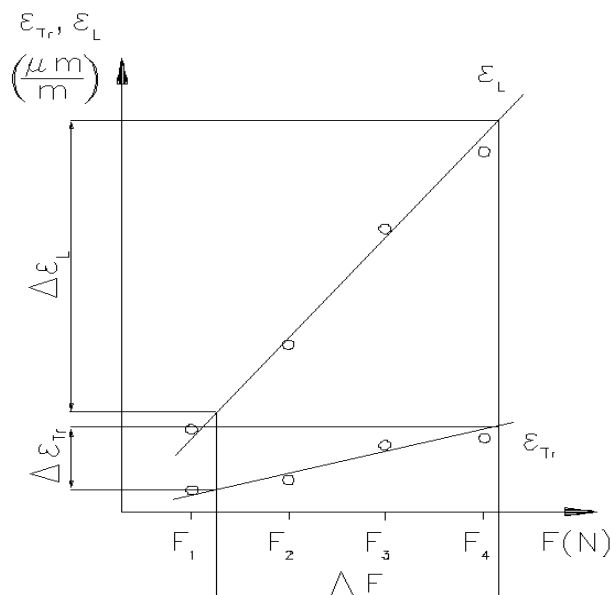


Fig. 4. Dreptele de aproximare construite pentru determinarea caracteristicilor de elasticitate

Cu aceste date se trasează dreptele din figura 4a și 4b.

Valoarea medie a modului de elasticitate longitudinal, E_{med} , se determină cu relația:

$$E_{med} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon_L} \quad (7)$$

unde $\Delta\sigma = \frac{\Delta F}{S_0}$ și $\Delta\varepsilon_L = \Delta\varepsilon_L(\Delta F)$, adică variația tensiunii și a deformației specifice corespund unui același interval de variație a forței ΔF .

Valoarea medie a coeficientului Poisson se determină cu relația:

$$\nu_{med} = \frac{\Delta\varepsilon_{Tr}(\Delta F)}{\Delta\varepsilon_L(\Delta F)} \quad (8)$$

unde $\Delta\varepsilon_{Tr}(\Delta F)$ și $\Delta\varepsilon_L(\Delta F)$ sunt variațiile deformațiilor specifice transversală, respectiv, longitudinală, exprimate pentru o aceeași variație a forței (fig. 4). E și ν odată determinate este posibil calculul modului de elasticitate transversală, G:

$$G_{med} = \frac{E_{med}}{2(1 + \nu_{med})} \quad (9)$$

Valorile celor trei caracteristici de elasticitate se consemnează în tabelul 2:

Tabelul nr.2

E_{med}	ν_{med}	G_{med}
(MPa)		(MPa)

Rezultatele se regăsesc în tabelul 3 și figurile 5 și 6.

Tab. 3

Nr. Crt.	Mase-i [Kg]	Masa_tot [kg]	Forte-i [N]	Sigma [N/mm ²]	Eps-Long [·10 ⁻⁶]	Eps-transv [·10 ⁻⁶]
1	6,24	6,24	61,21	0,84	3	-1
2	12,48	18,72	183,64	2,51	7	-2
3	12,48	31,2	306,07	4,18	13	-4
4	12,48	43,68	428,50	5,86	19	-6
5	12,53	56,21	551,42	7,54	25	-7
6	9,8	66,01	647,56	8,85	30	-9

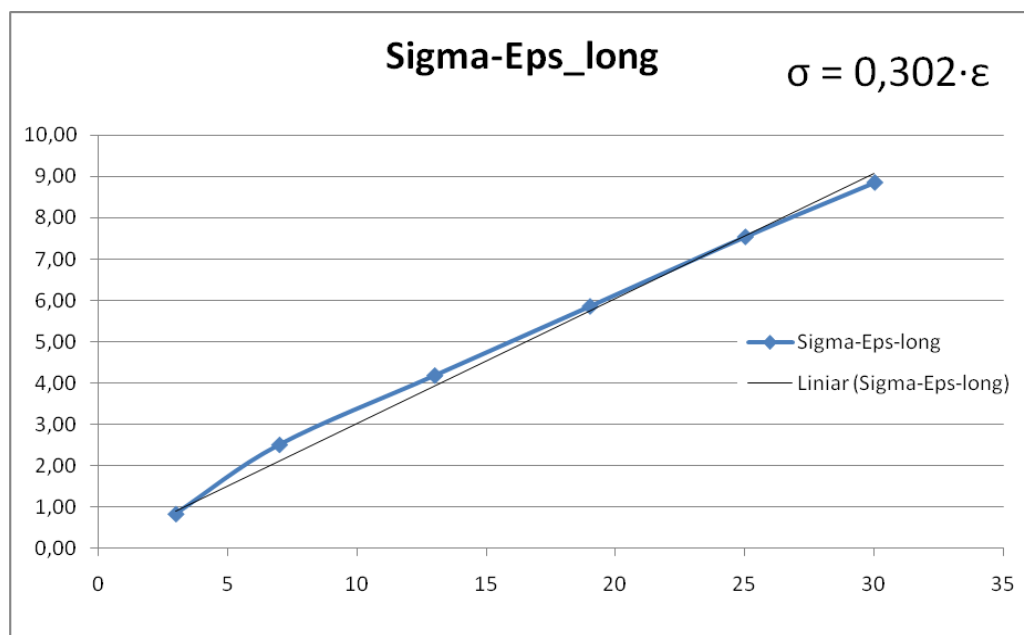


Fig. 5. Curba tensiune – deformatie longitudinală

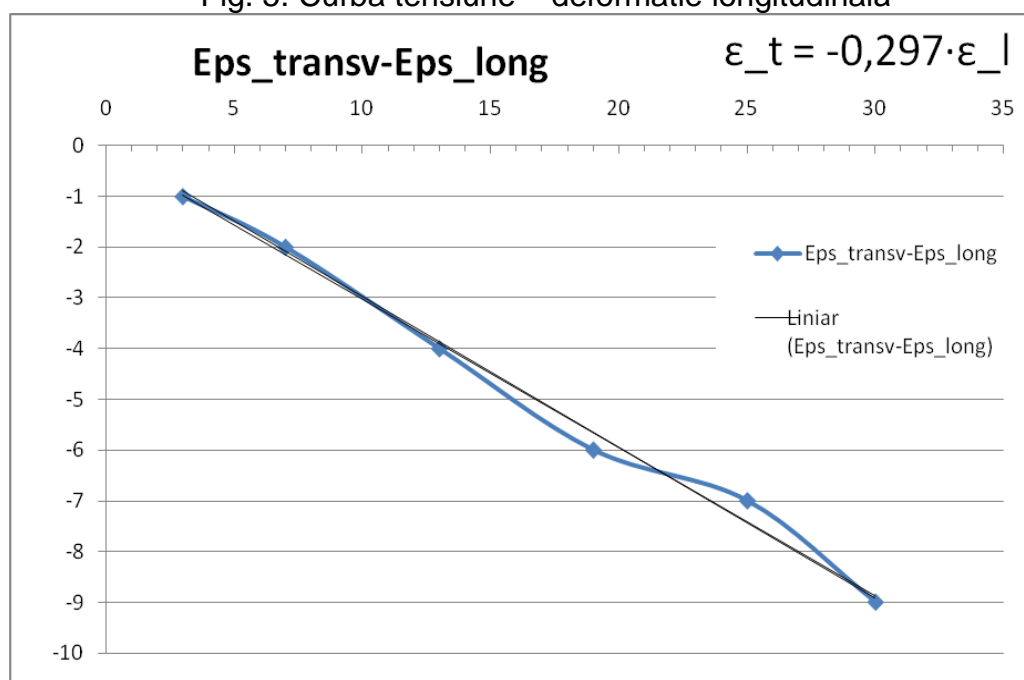


Fig. 6. Curba deformația transversală – deformația longitudinală