A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

TRADUCTOR ELECTRIC REZISTIV REUTILIZABIL

Gheorghe Aurel GHERMAN

REUSABLE ELECTRO-RESISTIVE TRANSDUCER

This paper presents a Reusable Electro-Resistive Transducer for measuring deformation of the structures of resistance during their operation. The sensitivity of this sensor is close to the classical Electrical Resitance Strain Gauge as having the same base of measurement. The proposed reusable transducer's advantage is that it can be reused several times at different measuring points. In this manner, essential cost reductions are to be made to the experimental measurements of stress and strain.

Cuvinte cheie: tensometrie electrică rezistivă, deformaţii, tensiuni
Keywords: tensometrie electrical resistive, strains, tension

1. Introducere

Tensometria electrică rezistivă este una din principalele şi cele mai uzuale metode de investigare experimentală a stării de tensiuni și deformaţii din elementele componente ale structurilor de rezistenţă. Această metodă oferă informaţii asupra deformaţiilor numai în locul şi pe direcţia unde s-a lipit traductorul electric rezistiv (TER), din acest motiv metoda putând fi considerată punctiformă.

Dezlipirea TER în vederea aplicării lui în alt punct de măsură conduce la distrugerea lui.

Având în vedere faptul că pentru executarea TER se folosesc materiale specifice, deficitare, scumpe, materialul traductorului neputând fi reutilizat după terminarea măsurătorii, preţul de cost al unui singur punct de măsură este ridicat.

Pentru înlăturarea acestor neajunsuri, în vederea măsurării stării de tensiuni și deformaţii din elementele de rezistenţă, autorul a conceput, a proiectat, a executat şi a încercat experimental un traductor electric rezistiv reutilizabil (TERR – 1).

2. Descrierea traductorului electric rezistiv reutilizabil (TERR- 1)

Principalele părţi componente ale TERR-1, conform figurii 1 sunt: carcasa 1, corpul 2, ambele având montate la partea inferioară câte un cep 3, care vine în contact cu suprafaţa elementului de rezistenţă investigat.

Modificarea valorii bazei tensometrice, definită prin distanța dintre centrele cepurilor 3, este măsurată prin variaţia rezistenţei traductorilor electrici rezistivi unidirecţionali 4, care sunt montaţi pe lamelele elastice 5.

Acestea sunt fixate la partea inferioară în corpul 2, iar la partea superioară vin în contact cu reazemul dublu 8 şi vârfurile 9.

Cu traductorii electrici rezistivi unidirecţionali 4 se formează o punte de măsură Wheastone, realizând un factor de amplificare egal cu patru.

Împiedicarea deplasării corpului 2 faţă de carcasa 1 este realizată de şuruburile speciale 17 şi tija filetată 18.

Pentru efectuarea măsurătorilor, cepurile 3 a carcasei 1 respectiv a corpului 2 se vor lipi pe elementul de rezistenţă de investigat cu adeziv. Operaţia de lipire se efectuează cu şuruburile speciale 17 şi tija filetată 18 montate, după solidificarea adezivului, acestea se vor scoate - făcând posibilă deplasarea relativă a carcasei 1 faţă de corpul 2.

Se etalonează lanţul de măsură, se realizează încărcarea, deplasarea relativă a carcasei 1 faţă de corpul 2 va solicita la încovoiere lamele elastice 5, care vor determina variaţia rezistenţei traductorilor electrici rezistivi unidirecţionali care va fi amplificată de puntea de măsură Wheastone şi măsurată de amplificatorul tensometric.

Pentru îndepărtarea TERR - 1 de pe suprafaţa elementului de rezistenţă unde a fost lipit, se vor monta şuruburile speciale 17 şi tija filetată 18.

Prin înşurubarea tijei filetate 18, aceasta va acţiona asupra elementului de rezistenţă realizând desprinderea şi creând posibilitatea unei noi utilizări.

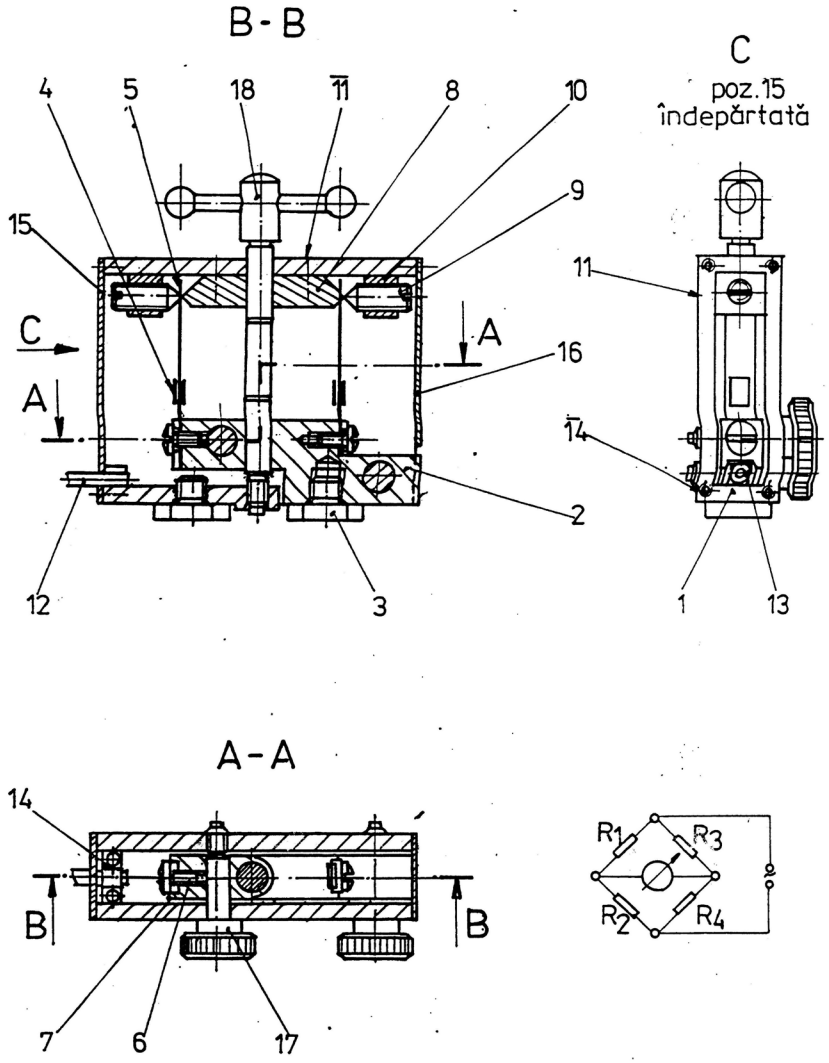

Fig. 1 Schiţa de principiu a TERR - 1

TERR - 1 conform schiţei de principiu prezentată în (figura 1) a fost brevetat [1].

3. Elemente de proiectare a TERR - 1

Problema cea mai importantă pentru realizarea TERR - 1 este stabilirea dimensiunilor optime ale lamelei.

Pentru aceasta autorul a studiat starea de tensiuni și deformații pentru mai multe variante de lamele.

S-au studiat lamele având următoarele dimensiuni:

- lungimea $L = 15 \div 30$ mm
- lăţimea $l = 4 \div 8$ mm
- grosimea $g = 0{,}4 \div 2$ mm

La alegerea dimensiunilor principale ale lamelei s-a ţinut seama de următoarele:

- dimensiunile lamelei să ofere condiţii bune de lipire a traductorilor electrici rezistivi;
- deformaţia lamelei, produsă de deformaţia elementului de rezistenţă la care se va măsura starea de deformaţii (și apoi se vor determina tensiunile), să ofere un semnal maxim din punctul de vedere al tensometriei;
- forţa care produce deformarea lamelei să fie minimă.

În urma calculelor şi testelor efectuate s-au ales dimensiunile lamelei, acestea fiind: lungimea L = 20 mm; lăţimea l = 6 mm; grosimea g = 0,8 mm.

Cu aceste lamele s-a executat TERR-1, în conformitate cu schiţa de principiu din figura 1, TERR-1 având baza tensometrică de 25 mm.

4. Etalonarea traductorului TERR-1

Etalonarea TERR-1 executat, s-a realizat prin montarea acestuia pe o epruvetă standard pentru încercarea la tracţiune. Forma secţiunii epruvetei fiind dreptunghiulară cu dimensiunile 5x20 mm, a rezultat aria de 100 mm^2.

La o încărcare a epruvetei cu o forţă de întindere de F = 10 kN acesta va avea o deformaţie specifică $\varepsilon = 4{,}762 \cdot 10^{-4}$, şi o lungire $\Delta L = 1{,}19 \cdot 10^{-2}$ mm, pentru bază tensometrică considerată de 25 mm.

Încercările experimentale s-au efectuat în trei trepte de încărcare F = 5; 10; 15 kN. Fiecare măsurătoare a fost efectuată de trei ori. Valorile medii ale deformaţiilor specifice măsurate şi ale deformaţiilor specifice calculate sunt prezentate în figura 2.

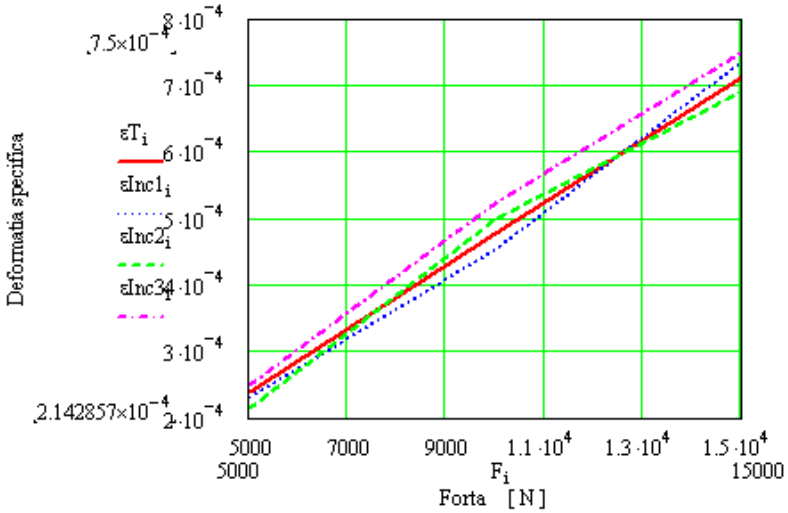

Fig. 2 Valorile medii ale deformaţiilor specifice măsurate şi ale deformaţiilor specifice calculate

εT - deformaţia specifică calculată

εInc1; εInc2; εInc3; - deformaţia specifică medie pentru încărcările 1; 2; 3

5. Concluzii

În urma încercărilor experimentale efectuate cu TERR-1 se pot stabili următoarele concluzii:

■ există o bună concordanţă între valorile deformaţiilor specifice măsurate şi cele calculate;

■ erorile calculate ale deformaţiilor specifice măsurate, faţă de deformaţiile specifice calculate, au valori de 3 % ÷ 10 %, care se încadrează între limitele uzuale acceptate pentru măsurătorile prin tensometrie electrică rezistivă, acestea fiind în principiu determinate de precizia de aplicare a TERR-1 în punctul de măsură, de precizia de orientare a acestuia pe direcţia de măsurare, la care se adaugă faptul că la măsurarea în punte întreagă se însumează toate aceste erori pentru fiecare traductor electric rezistiv;

■ măsurătorile efectuate sunt stabile în timp şi au o bună repetabilitate;

■ valorile deformaţiilor specifice măsurate sunt proporţionale cu valorile încărcărilor, adică respectă liniaritatea, aceasta permiţând o etalonare bună a traductorului;

■ realizarea traductorului a fost condiţionată de posibilităţile de execuţie limitate ale autorului în domeniul mecanicii fine, din acest motiv nu s-a putut reduce baza tensometrică, iar micșorarea dimensiunilor lamelelor a fost limitată de posibilitatea de amplasare, lipire şi conectare a traductorilor electrici rezistivi;

■ printr-o tehnologie de execuţie adecvată de mecanică fină, respectiv o tehnologie industrială de amplasare, lipire şi conectare a traductorilor electrici rezistivi, se pot aduce îmbunătăţiri ale variantei traductorului TERR-1 executate, realizând o bază tensometrică mai mică şi un factor de amplificare mai mare.

Bibliografie

[1] Gherman, Gh.A., *Traductor electrotensometric unidirecţional*, Brevet de Invenţie – ROMANIA OSIM Nr. 100631.

[2] Bejan, M., *Rezistenţa materialelor*, vol. 1, ediția a treia, Editura AGIR, Bucureşti, 2007 și Editura MEGA, Cluj Napoca, 2007.

[3] Gherman, Gh.A., *Rezistenţa materialelor*, Editura Mirton, Timişoara, 2003.

[4] * * * *Prospecte şi notiţe tehnice* ale firmei MEASUREMENTS – GROUP - VISHAY - S.U.A

[5] * * * *Prospecte* ale firmei HOTTINGER – BALDWIN MESSTECHNIC GMBH

Prof.univ.Dr.Ing. Gheorghe Aurel GHERMAN
Departamentul AAMR-DP, Universitatea ”Aurel Vlaicu” din Arad,
preşedintele Sucursalei Arad a AGIR