[4] Weber, F., *Rezistenţa materialelor*, *Îndrumar de laborator*, Editura MIRTON, Timişoara, 2011.

Fig. 7, b. Instalaţia experimentală pentru încercarea la fluaj

Prof. Dr. Ing. Francisc WEBER
Facultatea de Inginerie Hunedoara
Preşedintele Sucursalei Hunedoara a AGIR

Ing. Alexandru JELER
Facultatea de Inginerie Hunedoara, membru AGIR

A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEŞ, 2012

INSTALAŢIE EXPERIMENTALĂ PENTRU EFECTUAREA ÎNCERCĂRILOR LA FLUAJ

Francisc WEBER, Alexandru JELER

EXPERIMENTAL DEVICE FOR PERFORMING TRIALS RELATED TO CREEP

This paper aims at presenting an experimental device, used for performing trials related to creep. The device belongs to the Strength of Materials Laboratory within the Faculty of Engineering Hunedoara.

Cuvinte cheie: fluaj, încercare mecanică, temperatură
Keywords: creep, mechanical testing, temperature

1. Introducere

Fluajul urmărește deformarea în timp a unei epruvete, dintr-un anumit material, în condiţiile de menţinere la o solicitare şi o temperatură constantă, pe toată durata încercării, în vederea determinării deformaţiei remanente după o anumită durată de solicitare sau a duratei de solicitare la care se produce ruperea epruvetei [1], [2], [3].

Studiul fluajului are drept scop să clarifice relaţia între timpul ***t*** şi următorii trei parametrii: temperatura ***T,*** tensiunea normală (efortul unitar normal) **σ** şi deformaţia specifică **ε.** În cazul general, când se admite că toţi trei parametri variază în timp, deformaţia specifică a epruvetei creşte conform următoarei ecuaţii generale:

$$\varepsilon = (d\sigma)/E + \alpha dT + v_f dt$$

în care: ***E*** - este modulul de elasticitate longitudinal; $(d\sigma)/E$ - deformaţia specifică; αdT - deformaţia specifică de dilatare termică; α - coeficient de dilatare termică liniară; $\mathbf{v_f}$ – viteza de fluaj; **dt** – deformaţia specifică permanentă sau fluajul [1].

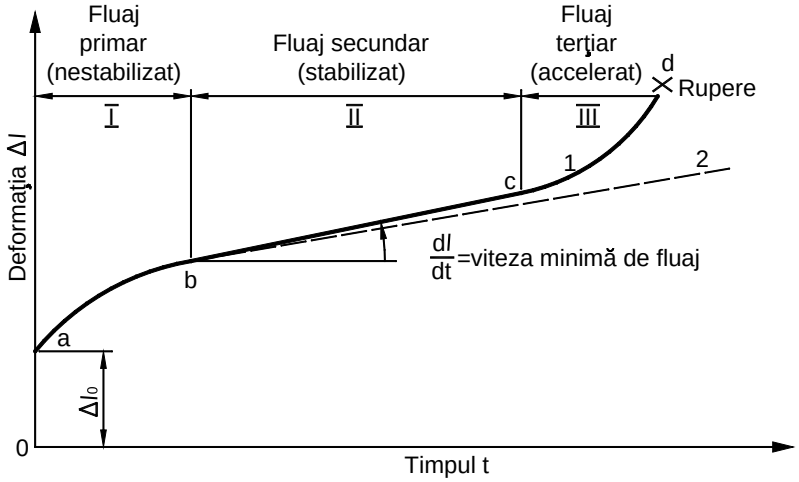

Fig. 1 Diagrama deformaţiei izoterme

Reprezentarea grafică a variaţiei lungirii epruvetei în timp, la încercarea de fluaj, este dată în figura 1 şi se numeşte *diagrama deformaţiei izoterme sub sarcină constantă.*

Pe curba de fluaj se pot distinge următoarele zone: **oa** – zona deformaţiilor iniţiale elastice şi plastice Δl_0 ;**ab** – *zona fluajului primar* (nestabilizat), în care viteza de deformare este în continuă scădere; **bc** – *zona fluajului secundar* (stabilizat), în care viteza de deformare este constantă şi **cd** – *zona fluajului terţial* (accelerat), în care viteza de deformare creşte continuu până în momentul ruperii (**d**).

2. Instalaţii pentru efectuarea încercărilor la fluaj

Instalaţiile de încercare la fluaj sunt astfel construite încât să asigure determinarea caracteristicilor de fluaj în condiţii de încercare determinate.

Acestea se compun din următoarele subansambluri: *sistemul de solicitare cu o forţă constantă asupra epruvetei; sistemul pentru*

asigurarea temperaturii constante a epruvetei şi sistemul de măsurare a deformaţiei epruvetei.

Instalaţiile de fluaj pot încerca simultan o singură epruvetă sau mai multe epruvete (2, 3 epruvete) montate în serie, sau montate în instalaţi multiple în care se încearcă simultan mai multe epruvete sau serii de epruvete.

2.a. Sistemul de solicitare a epruvetei la o forţă constantă

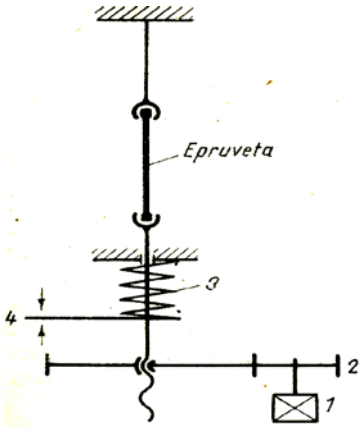

Fig. 2 Sistem de solicitare a epruvetei

Sistemul de solicitare trebuie să asigure: aplicarea unei sarcini de tracţiune axială asupra epruvetei; încărcarea şi descărcarea lentă şi fără şocuri a epruvetei; menţinerea sarcinii la o valoare constantă pe toată durata încercării; evaluarea sarcinii aplicate pe epruvetă cu anumită precizie.

Soluţiile constructive sunt realizate astfel:

- cu încărcarea prin arcuri elicoidale ; menţinerea constantă a sarcinii prin compensarea automată a lungirii epruvetei cu ajutorul unor servomotoare electrice (**1**), care prin reductorul (**2**), asigură comprimarea la lungime constantă a arcului (**3**) (figura 2.); servomotorul este comandat prin sistemul de contacte (**4**);
- cu încărcare prin greutățile G, a unor pârghii, s-au realizat soluțiile constructive prezentate în figura 3.

2.b. Sistemul de asigurare pentru temperaturi constante

Temperatura constantă, a epruvetei, se realizează prin intermediul funcţionării interconectate a trei dispozitive: *cuptorul de încălzire; dispozitivul de reglare şi menţinere automată a temperaturii constante de-a lungul epruvetei şi pe toată durata încercării respectiv dispozitivul de măsurare şi control a temperaturii* [1], [2].

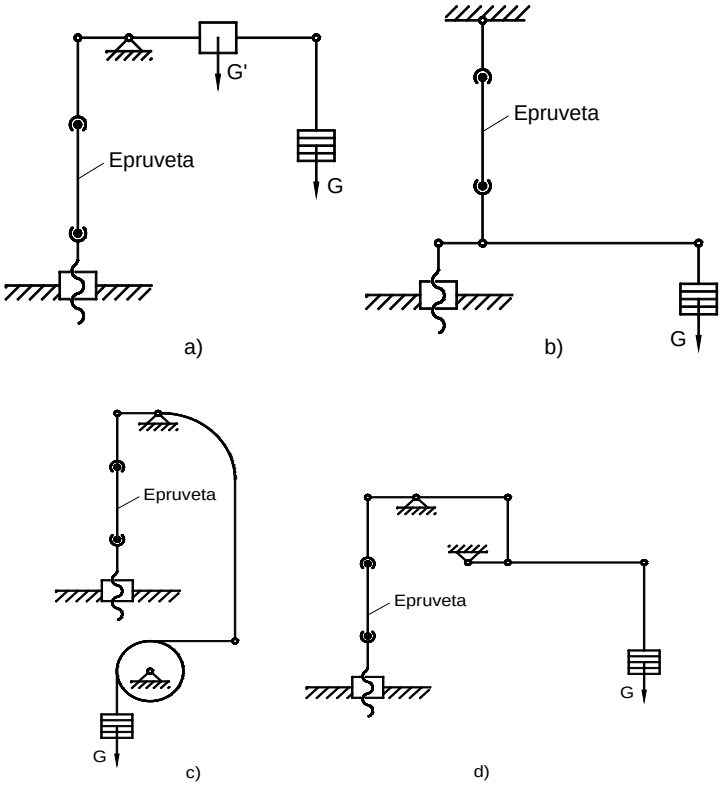

Fig. 3 Soluţii constructive de realizare a încărcării epruvetei

Durata mare a încercărilor la fluaj impune ca sistemul de asigurare a temperaturii constante a epruvetei să aibă o fiabilitate ridicată.

Dispozitivele de reglare şi menţinere automată a temperaturii constante pot fi:

- *cu element sensibil* comandat de temperatura din cuptor (figura 4, a, b, c); alimentarea rezistenţei de încălzire (**1**) este comandată de traductorul (**2**) prin amplificatorul de semnal (**3**) şi releul (**4**); există scheme care prevăd ca alimentarea să se facă printr-o rezistenţă tampon **5** sau prin amplificator magnetici (**6**) care comandă un transformator (**7**);
- *cu autoechilibrare,* pe baza egalizării schimbului de căldură prin cuptor cu exteriorul (figura 4, d); rezistenţa de încălzire (**1**) este

alimentată de un autotransformator (**8**) care joacă rol de regulator de temperatură şi un stabilizator de tensiune (**9**).

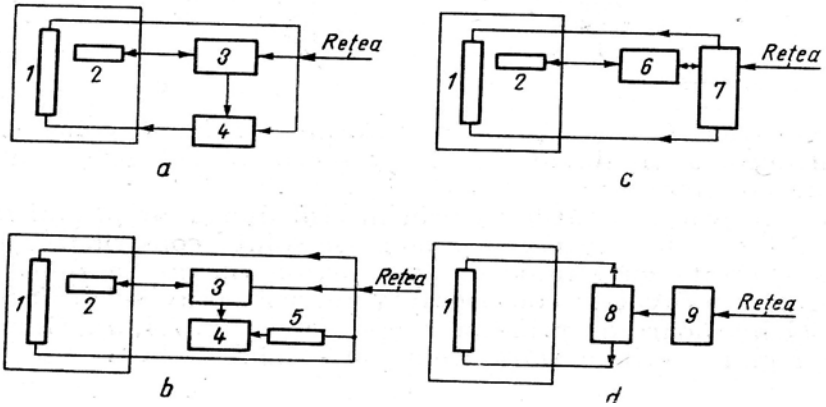

Fig. 4 Dispozitive de reglare şi menţinere automată a temperaturii

2.c. Sistemul de măsurare a deformaţiilor epruvetei

Pentru construirea cât mai precisă a curbei de fluaj sub sarcină constantă, lungirea epruvetei se înregistrează continuu sau se determină printr-un număr suficient de citiri, efectuate pe întreaga durată a încercării.

Extensometrele utilizate cel mai frecvent sunt: mecanice cu ceasuri comparatoare (fără înregistrarea deformaţiei) şi electronice (cu înregistrarea deformaţiei). Schemele acestor extensometre sunt prezentate în figura 5.

Deformaţiile epruvetei sunt preluate prin tijele prelungitoare (**2**) şi transmise la ceasurile comparatoare (**3**). Semnalul electric al traductoarelor este trimisă amplificatorul (**5**) care comandă înregistratorul (**6**), aparatul fiind alimentat de la blocul (**7**) de alimentare.

3. Instalaţia pentru încercările la fluaj

În cadrul Laboratorului de Rezistenţa materialelor (figura 7, a), de la Facultatea de Inginerie Hunedoara, se află o instalaţie de încercare la fluaj de tip MOHR & FEDERHAFF AG – MANNHEIM cu ajutorul căreia se pot efectua încercări mecanice specifice.

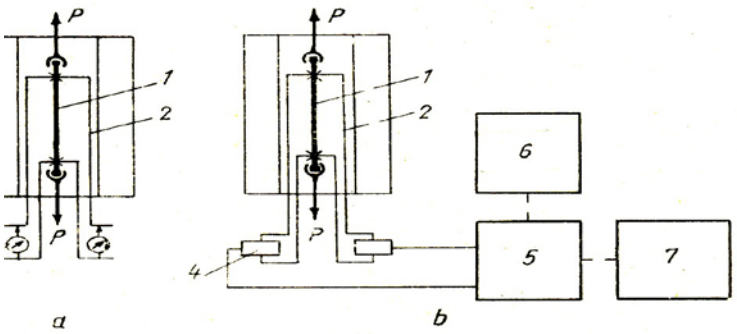

Fig. 5 Schema extensometrelor mecanice(a) respectiv electronice(b)

Instalaţia de încercare la fluaj prezintă următoarele caracteristici constructive şi funcţionale (figura 7, b):

- numărul de posturi de încercare: 3;
- forţa maximă realizată pe fiecare post: 50 kN;
- domeniul de temperaturi: 100,…,900 ^{0}C;

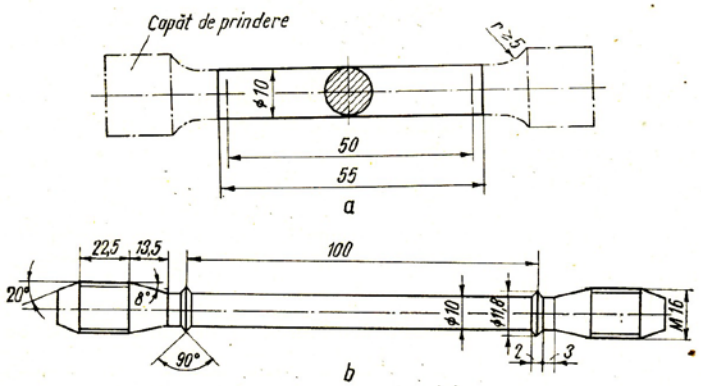

Fig. 6 Epruvete utilitzate pentru încercarea la flambaj

- sistemul de solicitare al epruvetei: - cu pârghie dreaptă care acţionează la partea superioară a epruvetei;
- raportul de multiplicare al pârghiei: 20:1;
- sistemul de asigurare a temperaturii constante a epruvetei: – cuptor electric din clasa de precizie 0,5 %;
- lungimea cu temperatură controlată din cuptor: 110 mm;

- controlul şi reglarea temperaturii în cuptor: – prin termocupluri Pt – Pt Rh şi aparatură de măsură din clasa de precizie 0,2 %;

- numărul de epruvete în cuptor: 2 bucăţi, cu lungimea totală 90 mm; (epruvete scurte) sau 1 bucată (epruvetă lungă), cu lungimea totală de 180 mm (figura 6.);

- diametrul epruvetelor în zona calibrată: 4,…,10 mm;

- sistemul de măsurare a deformaţiilor epruvetei: – extensometre mecanice având cursă de 10 mm şi valoarea diviziunii scării de 0,01 mm;

- baza de măsurare a extensometrului: 40 mm pentru epruvetele scurte şi 100 mm pentru epruvetele lungi;

- alimentarea cu energie electrică: 3 x 380 V, max. 5 kW.

Fig. 7, a. Instalaţia experimentală pentru încercarea la fluaj din laboratorul de Rezistenţa Materialelor

BIBLIOGRAFIE

[1] Atanasiu, C., ş.a., *Încercarea materialelor*, vol. I, Editura tehnică, Bucureşti, 1982.

[2] Mocanu, D.R., ș.a., *Analiza experimentală a tensiunilor*, Editura tehnică, Bucureşti, 1976.

[3] Buzdugan, Gh., *Rezistenţa Materialelor*, Editura tehnică, Bucureşti, 1974.