



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00248**

(22) Data de depozit: **26/04/2017**

(41) Data publicării cererii:
30/10/2018 BOPI nr. **10/2018**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ
"GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI,
STR. PROF. DR. DOC. DIMITRIE
MANGERON NR. 67, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• GOANȚĂ VIOREL, STR. SUCIDAVA NR.5,
BL. 259A, SC. TR.1, ET.5, AP.18, IAȘI, IS,
RO

*Această publicație include și modificările descrierii,
revendicărilor și desenelor, depuse conform art. 35,
alin. (20), din HG nr. 547/2008.*

(54) **DISPOZITIV PENTRU ÎNCERCAREA LA SOLICITAREA
DE OBOSEALĂ CICLICĂ, COMPUSĂ DE TRACȚIUNE
ȘI TORSIUNE, ATAȘABIL MAȘINII UNIVERSALE
DE ÎNCERCAT**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv pentru încercarea la oboseală ciclică, compusă din tracțiune și torsiune, utilizat pentru determinarea limitei la oboseală. Dispozitivul conform invenției este atașabil la o mașină universală pentru încercarea la oboseală prin tracțiune sau încovoiere de tip pulsator, și cuprinde o camă (16) interschimbabilă, având un canal înclinat, care transformă mișcarea de translație alternantă a axului central (12) al mașinii de încercat într-o mișcare de rotație și o mișcare de translație, conducând astfel la supunerea epruvetei (6) fixate în bacurile fixe (1, 8) ale mașinii de încercat la o solicitare simultană, de torsiune și de tracțiune.

Revendicări inițiale: 2
Revendicări amendate: 2
Figuri: 4

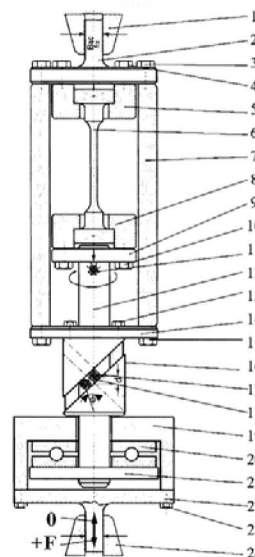
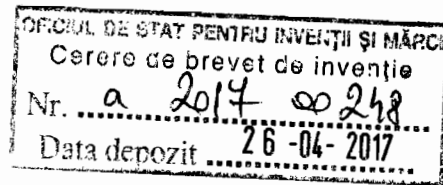


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





DISPOZITIV PENTRU ÎNCERCAREA LA SOLICITAREA DE OBOSEALĂ CICLICĂ COMPUSĂ DE TRACȚIUNE ȘI TORSIUNE ATAȘABIL MAȘINII UNIVERSALE DE ÎNCERCAT

Dispozitivul descris prin prezenta invenție se utilizează pentru determinarea rezistenței materialelor (sau a limitei la oboseală) prin solicitarea de oboseală compusă de tracțiune cu torsiune. Dispozitivul se atașează unei mașini universale ce lucrează deja la oboseală prin tracțiune (încovoiere) de tip pulsator, utilizându-se în calcule valorile, pentru anumite mărimi, furnizate de mașina de încercat.

Sunt cunoscute metode experimentale, și ca urmare, mașini și dispozitive, pentru determinarea rezistenței materialelor la solicitarea de oboseală compusă de tracțiune cu torsiune. Rezistența la oboseală a unui material este obținută pe baza curbei Wöhler, prin încercarea ciclică a unei epruvete. De obicei, rezistența la oboseală a materialului este furnizată pentru solicitările statice simple: tracțiune (compresiune), încovoiere, răsucire și forfecare. Totuși, în exploatare, cele mai multe piese, componente, lucrează la tensiuni compuse. Deși se utilizează criterii teoretice de rupere pentru determinarea tensiunilor echivalente (din punct de vedere al solicitărilor statice), experimentul privind determinarea rezistenței la rupere prin solicitare de oboseală compusă este, de foarte multe ori, necesar pentru proiectarea economică și în condiții de siguranță.

Este cunoscut faptul că, *pentru solicitările compuse de oboseală* sunt utilizate, în general, **mașini special construite în acest scop**. Pe de altă parte, firme specializate în construcția de mașini universale de încercat, **care execută partea de tracțiune, furnizează și partea de torsiune**. Oricare din aceste variante am alege, costul unei mașini speciale sau a uneia universale cu modul de torsiune, este destul de ridicat. În același timp cu solicitarea compusă de tracțiune-torsiune, trebuie prevăzut ca, pentru același material, să se poată modifica raportul dintre tensiunea tangențială și tensiunea normală, de la o încercare la alta. Prin rapoarte diferite între τ și σ se pot obține mai multe puncte în cadrul curbei de variație dintre tensiunea tangențială și tensiunea normală. Două dintre aceste puncte vor fi reprezentate de intersecția cu axele și vor fi obținute prin încercarea de tracțiune simplă și prin încercarea de răsucire simplă.

Invenția rezolvă problema determinării rezistenței materialelor la solicitarea de oboseală ciclică compusă de tracțiune-torsiune prin utilizarea unui dispozitiv simplu, atașat unei mașini universale de încercat la oboseală de tip pulsator.

Invenția de față se referă la un dispozitiv construit pentru a putea solicita compus la tracțiune și răsucire probe din diferite materiale. Dispozitivul este conceput în așa fel încât să poată fi fixat pe o mașină universală de încercat de tip pulsator, care poate încerca probe la oboseală, în general prin tracțiune sau încovoiere. Mai mult, așa cum se va constata, prin utilizarea de came cu diferite înclinări, se pot obține rapoarte diferite între tensiunea tangențială și cea normală. Dispozitivul utilizat realizează atât o mișcare de translație (tracțiune) cât și una de rotație (răsucire). Astfel, în aceeași epruvetă se vor introduce atât tensiuni normale σ cât și tensiuni tangențiale τ . Raportul dintre cele două tensiuni depinde de unghiul de înclinare al camei utilizate în cadrul dispozitivului.

Dispozitivul descris de această invenție se utilizează pentru determinarea **rezistenței la oboseală** prin solicitarea compusă de tracțiune cu răsucire, σ_{echR} , cu ajutorul trasării diagramei Wöhler.

În general, limita la oboseală sau rezistența la oboseală se determină **pentru fiecare solicitare în parte** iar pentru o solicitare fixată aceasta se determină pentru un anumit coeficient de asimetrie al ciclului de solicitare.

Prin atașarea dispozitivului la mașina universală de încercat de tip pulsator, se combină simplitatea dispozitivului, nemaifiind necesare mașini de încercat speciale cu acționare proprie, cu facilitățile oferite de mașina universală de încercat. În aceste condiții, toți parametrii privind încărcarea, deplasarea, frecvența și numărul de cicluri sunt stabiliți pe baza softului specializat în acest sens și care conduce mașina de încercat. Pe de altă parte, rezultatele sunt stocate în fișierele din cadrul calculatorului de proces. Prin utilizarea acestui dispozitiv se elimină posibilitatea utilizării de *mașini special construite* în acest scop, acestea fiind scumpe și trebuind să fie prevăzute cu toate sistemele de preluare, achiziție și stocare a datelor privitoare la valoarea încărcării, a frecvenței și a numărului de cicluri de solicitare. Chiar și așa, respectivii parametri, atât cei de la intrare cât și cei preluați nu sunt întotdeauna foarte preciși, mai ales la mașinile construite pentru acest tip de solicitare compusă. Se elimină posibilitatea utilizării mașinilor universale care sunt dotate și cu varianta pentru torsiune. Acestea au, în majoritatea cazurilor, și acționarea la tracțiune-compresiune, astfel că, adăugarea și a posibilității de rotire a axei pentru realizarea răsucirii prin oboseală conduce la costuri destul de mari pentru un astfel de utilaj.

Procedeele conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- Dispozitivul este simplu și adaptabil *mașinii universale de încercat la oboseală de tip pulsator*;
- Se elimină posibilitatea utilizării de *mașini special construite* în acest scop, acestea fiind scumpe și trebuind să fie prevăzute cu toate sistemele de preluare, achiziție și stocare a datelor privitoare la valoarea încărcării, a deplasării sau a momentului de

torsiune. Chiar și așa, respectivii parametri, atât cei de la intrare cât și cei preluați nu sunt întotdeauna foarte preciși;

- Se elimină posibilitatea utilizării mașinilor universale (de tracțiune) care sunt dotate și cu varianta pentru torsiune. Acestea au, în majoritatea cazurilor, și acționarea la tracțiune-compresiune, astfel că, adăugarea și a posibilității de rotire a axei pentru realizarea răsucirii prin oboseală conduce la costuri destul de mari pentru un astfel de utilaj;
- Dispozitivul descris prin această invenție combină avantajul utilizării unei mașini universale de încercat la oboseală prin tracțiune de tip pulsator, la care parametrii introduși pentru solicitare și cei preluați pentru calculele ulterioare sunt preciși, cu avantajul unui dispozitiv simplu și nu foarte costisitor;
- Prin montarea de came cu diferite înclinări ale canalului conducător se pot obține diferite rapoarte între tensiunea normală și cea tangențială.

Dezavantajul metodelor prezentate în cadrul stadiului actual al tehnicii este acela că, pentru determinarea rezistenței materialelor la solicitarea de oboseală compusă de tracțiune cu torsiune se utilizează, fie mașini special construite în acest scop, care sunt scumpe, iar parametrii introduși și cei preluați nu sunt întotdeauna foarte exacti, fie se utilizează mașini universale care au, din dotare, și posibilitatea solicitării de răsucire, pe lângă cea de tracțiune-compresiune. În cel de-al doilea caz parametrii introduși și cei preluați sunt preciși dar costul pentru o astfel de mașină este destul de mare.

Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a invenției conform figurilor:

- În *figura 1* se prezintă desenul de ansamblu al dispozitivului utilizat pe o mașină universală de încercat de tip pulsator, pentru încercarea compusă de oboseală prin tracțiune și torsiune, alcătuit din:
 - o 1- bacurile fixe, superioare ale mașinii universale de încercat;
 - o 2- element de legătură superior cu prindere în bacurile fixe;
 - o 3- șuruburi de fixare element de torsiune;
 - o 4- șuruburi de fixare element de legătură superior cu bacurile superioare pentru epruvetă;
 - o 5- bacuri de fixare/prindere epruvetă – superioare;
 - o 6- epruvetă cu capete de secțiune pătrată;
 - o 7- element de torsiune pentru prinderea camei de bacurile fixe;
 - o 8- bacuri de fixare/prindere epruvetă – inferioare;
 - o 9- placă de legătură între bacurile inferioare de prindere epruvetă și ax central;
 - o 10- șuruburi de fixare bacuri inferioare epruvetă de axul central prin intermediul 9;
 - o 11- traductor electrotensometric;
 - o 12- ax central de tracțiune-torsiune;
 - o 13- șuruburi de fixare camă;
 - o 14- placă intermediară de legătură între camă și 7;
 - o 15- șuruburi de fixare placă intermediară;

- 16- camă;
- 17- ax transversal ce trece prin axul central;
- 18- rulment radial (2 bucăți aflați în cele două canale opuse ale camei – a se vedea figura 3);
- 19-colivie susținere rulment axial;
- 20-rulment axial;
- 21-contraplață fixare rulment axial;
- 22- element de legătură superior cu prindere în bacurile fixe;
- 23- șurub fixare element legătură de colivie;
- 24- bacurile mobile, inferioare ale mașinii universale de încercat.

Figura 2 prezintă epruveta supusă solicitării compuse de tracțiune cu torsiune.

Figura 3 prezintă cama și desfășurata diametrului camei în raport cu pasul acestuia.

Figura 3 prezintă forma ciclului pulsant pozitiv.

În continuare se prezintă un exemplu de utilizare a dispozitivului în vederea determinării perechii de tensiuni, tangențiale și normale, la solicitarea de oboseală compusă de torsiune cu tracțiune.

Așa cum se poate vedea din *figura 1*, funcționarea dispozitivului se bazează pe mișcarea relativă dintre axul central și camă. Bacurile mobile ale mașinii de încercat vor solicita la tracțiune (+F) epruveta prin intermediul axului central 12. Acesta, la rândul lui, va efectua o mișcare de translație pe distanța d , care, în epruvetă, se traduce printr-o solicitare de tracțiune, ca urmare a aplicării forței de către mașina de încercat pe traseul: 24 → 22 → 19 → 20 → 21 → 12 → 9 → 8 → 6. Pe de altă parte, cama 16 fiind fixă, prin intermediul celor doi rulmenți radiali 18 (dispuși pe cele două canale opuse ale camei – a se vedea figura 3), și având în vedere faptul că epruveta se va deforma, axul central 12 va fi obligat să execute și o mișcare de rotație cu unghiul ϕ care se va traduce într-o solicitare de torsiune aplicată epruvetei. Reacțiunea rezultată ca moment de torsiune se va introduce în bacul fix al mașinii pe traseul: 6 → 8 → 9 → 10 → 12 → 17 → 18 → 16 → 14 → 7 → 4 → 1.

În acest fel, mișcarea de rotație și cea de translație efectuată de către axul central 12, având în vedere modul în care este construit dispozitivul, se vor transfera epruvetei 6. Epruveta se va opune tendinței de deplasare și rotire, conducând la apariția unei forțe de reacțiune și a unui moment de reacțiune (de torsiune) transferate bacurilor superioare, **fixe**, ale mașinii universale de încercat.

În aceste condiții, se realizează dezideratul ca, în epruvetă să se introducă atât forță axială cât și moment de torsiune. La revenirea forței la zero, dată fiind elasticitatea epruvetei, aceasta revine la poziția inițială, după care ciclul se reia.

Observații:

- *Solicitarea de oboseală se efectuează în domeniul elastic de solicitare al probei;*
- *Ambele solicitări, tracțiune și torsiune se realizează după un ciclu pulsant pozitiv între 0 și +F, figura 4. Revenirea la zero se face ca urmare a tensiunilor elastice acumulate de către epruvetă.*

Calculul tensiunilor normală și tangențială

Se cunoaște faptul că, pentru introducerea tensiunilor în epruvete este necesară aplicarea la capetele acestora de solicitări egale și de semn contrar. În *figura 2* este prezentat modul de solicitare compusă de tracțiune și torsiune a epruvetei. Forța inferioară provine de la bacurile mobile ale mașinii de încercat iar forța superioară apare ca reacțiune în bacurile fixe ale mașinii de încercat. În consecință, tensiunea normală dezvoltată în epruvetă va fi:

$$\sigma = \frac{F \cos^2 \beta}{A} \quad (1)$$

unde:

- F este forța ce se înregistrează la mașina de încercat;
- β este unghiul de înclinare al camei.
- A reprezintă aria secțiunii transversale a epruvetei.

Momentul M_t , de torsiune, cu ajutorul căruia este solicitată proba, în funcție și de înclinarea canalului camei, se va determina cu relația:

$$M_t = F \frac{\sin 2\beta}{2} d_a \quad (2)$$

în care:

- β este unghiul de înclinare al canalului;
- F este forța de încărcare înregistrată la mașina de încercat;
- d_a este reprezentat de diametrul axului central + o lățime a rulmentului radial.

Astfel, tensiunea tangențială introdusă în epruvetă ca urmare a solicitării de torsiune, este dată de relația:

$$\tau = \frac{M_t}{W_p} \quad (3)$$

în care:

- M_t este momentul de torsiune calculat cu relația 2;
- W_p este modulul de rezistență polar, care pentru secțiunea circulară plină are relația:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \quad (4)$$

unde d este diametrul epruvetei.

Pentru a obține rapoarte diferite τ/σ , trebuie schimbată, în cadrul dispozitivului, cama, alegând una cu unghi de înclinare diferit de cel anterior, *figura 3*. În aceste condiții, la o deplasare d a axului central, unghiul ϕ de rotire a acestuia va fi diferit la camei cu unghiul de înclinare al camei diferit. Astfel, la aceeași deplasare d (în final aceeași tensiune normală σ) se obține rotire diferită și ca urmare o tensiune tangențială τ diferită.

REVENDICĂRI

1. Dispozitiv pentru încercarea la solicitarea de oboseală compusă de tracțiune și torsiune utilizând mașina universală de încercat de tip pulsator, **caracterizat prin aceea că** poate fi utilizat la determinarea rezistenței la oboseală a materialului prin respectiva solicitare compusă;
2. Dispozitiv pentru încercarea la solicitarea compusă de tracțiune și torsiune utilizând mașina universală de încercat, **caracterizat prin aceea că**, prin schimbarea camei cu diferite înclinări ale canalului, se pot obține rapoarte diferite între tensiunea tangențială și cea normală.

FIGURI

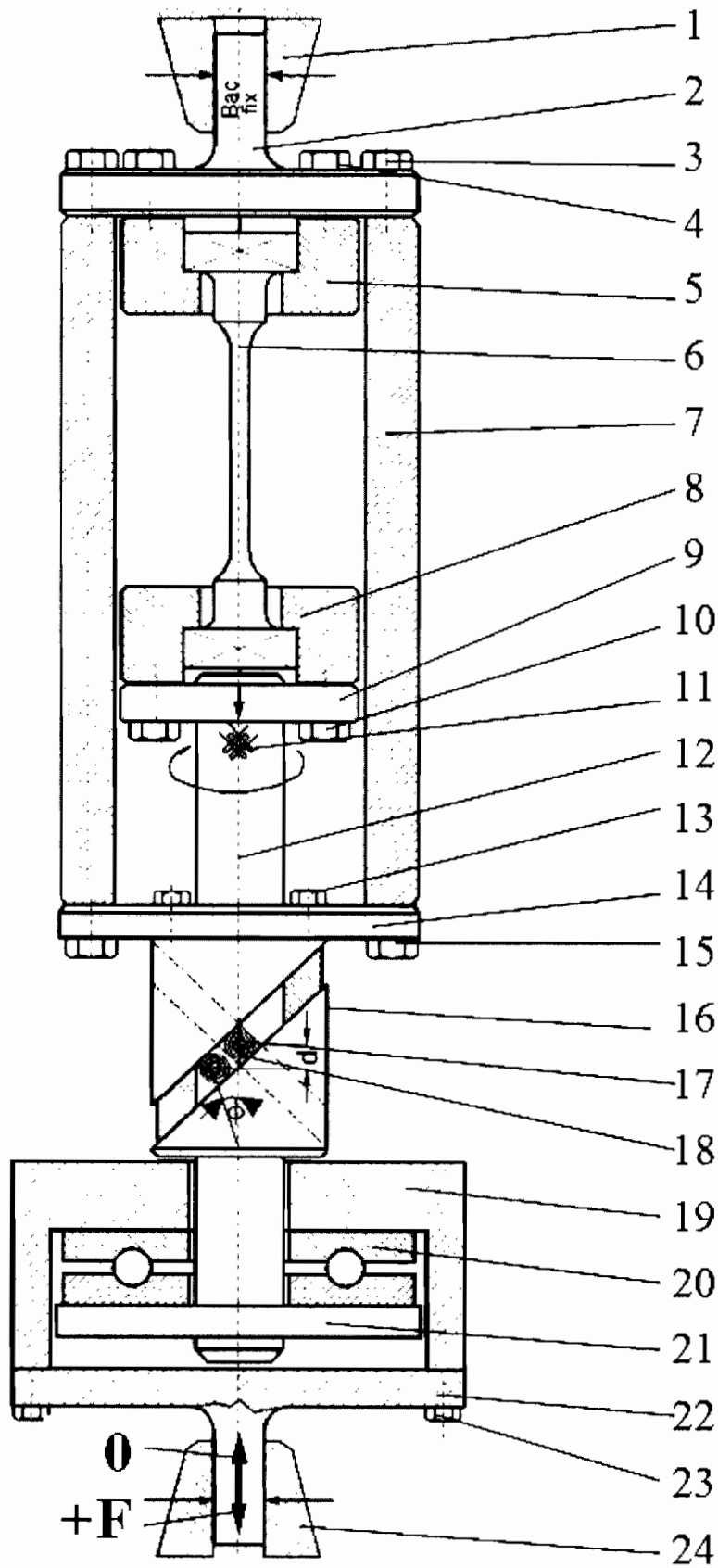


Fig. 1. Dispozitivul atașabil mașinii universale de încercat

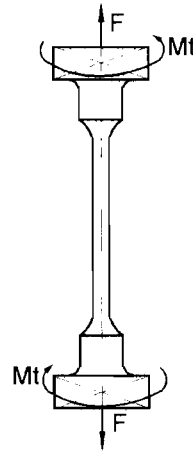


Fig.2. Epruvetă sollicitată la tracțiune și torsiune

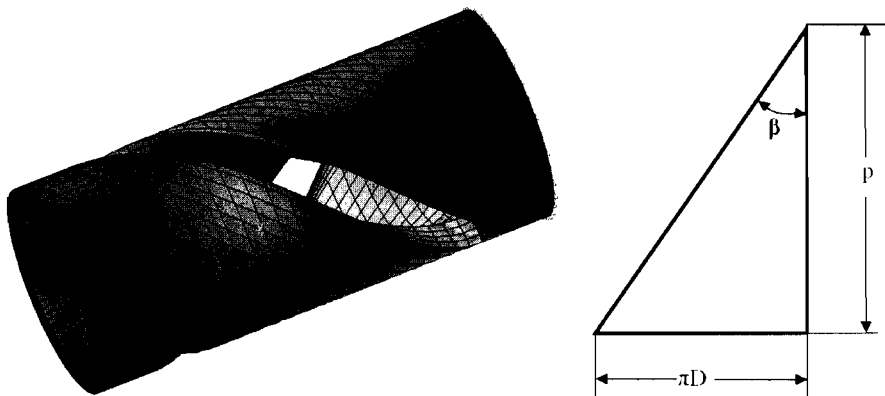


Fig. 3. Cama utilizată în cadrul dispozitivului; desfășurata diametrului șurubului în raport cu pasul

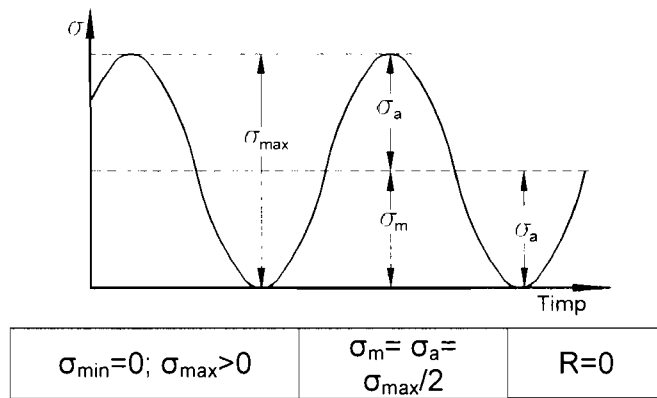


Fig. 4. Ciclul pulsant pozitiv (valabil și pentru τ)

DISPOZITIV PENTRU ÎNCERCAREA LA SOLICITAREA DE OBOSEALĂ CICLICĂ COMPUSĂ DE TRACȚIUNE ȘI TORSIUNE ATAȘABIL MAȘINII UNIVERSALE DE ÎNCERCAT

Dispozitivul descris prin prezenta invenție se utilizează pentru determinarea rezistenței materialelor (sau a limitei la oboseală) prin solicitarea de oboseală compusă de tracțiune cu torsiune. Dispozitivul se atașează unei mașini universale ce lucrează deja la oboseală prin tracțiune (încovoiere) de tip pulsator, utilizându-se în calcule valorile, pentru anumite mărimi, furnizate de mașina de încercat.

Sunt cunoscute metode experimentale, și ca urmare, mașini și dispozitive, pentru determinarea rezistenței materialelor la solicitarea de oboseală compusă de tracțiune cu torsiune. Rezistența la oboseală a unui material este obținută pe baza curbei Wöhler, prin încercarea ciclică a unei epruvete. De obicei, rezistența la oboseală a materialului este furnizată pentru solicitările statice simple: tracțiune (compresiune), încovoiere, răsucire și forfecare. Totuși, în exploatare, cele mai multe piese, componente, lucrează la tensiuni compuse. Deși se utilizează criterii teoretice de rupere pentru determinarea tensiunilor echivalente (din punct de vedere al solicitărilor statice), experimentul privind determinarea rezistenței la rupere prin solicitare de oboseală compusă este, de foarte multe ori, necesar pentru proiectarea economică și în condiții de siguranță.

Este cunoscut faptul că, *pentru solicitările compuse de oboseală* sunt utilizate, în general, **mașini special construite în acest scop**. Pe de altă parte, firme specializate în construcția de mașini universale de încercat, **care execută partea de tracțiune, furnizează și partea de torsiune**. Oricare din aceste variante am alege, costul unei mașini speciale sau a uneia universale cu modul de torsiune, este destul de ridicat. În același timp cu solicitarea compusă de tracțiune-torsiune, trebuie prevăzut ca, pentru același material, să se poată modifica raportul dintre tensiunea tangențială și tensiunea normală, de la o încercare la alta. Prin rapoarte diferite între τ și σ se pot obține mai multe puncte în cadrul curbei de variație dintre tensiunea tangențială și tensiunea normală. Două dintre aceste puncte vor fi reprezentate de intersecția cu axele și vor fi obținute prin încercarea de tracțiune simplă și prin încercarea de răsucire simplă.

Invenția rezolvă problema determinării rezistenței materialelor la solicitarea de oboseală ciclică compusă de tracțiune-torsiune prin utilizarea unui dispozitiv simplu, atașat unei mașini universale de încercat la oboseală de tip pulsator.

Invenția de față se referă la un dispozitiv construit pentru a putea solicita compus la tracțiune și răsucire probe din diferite materiale. Dispozitivul este conceput în așa fel încât să poată fi fixat pe o mașină universală de încercat de tip pulsator, care poate încerca probe la oboseală, în general prin tracțiune sau încovoiere. Mai mult, așa cum se va constata, prin utilizarea de came cu diferite înclinări, se pot obține rapoarte diferite între tensiunea tangențială și cea normală. Dispozitivul utilizat realizează atât o mișcare de translație (tracțiune) cât și una de rotație (răsucire). Astfel, în aceeași epruvetă se vor introduce atât tensiuni normale σ cât și tensiuni tangențiale τ . Raportul dintre cele două tensiuni depinde de unghiul de înclinare al camei utilizate în cadrul dispozitivului.

Dispozitivul descris de această invenție se utilizează pentru determinarea **rezistenței la oboseală** prin solicitarea compusă de tracțiune cu răsucire, σ_{echR} , cu ajutorul trasării diagramei Wöhler.

În general, limita la oboseală sau rezistența la oboseală se determină **pentru fiecare solicitare în parte** iar pentru o solicitare fixată aceasta se determină pentru un anumit coeficient de asimetrie al ciclului de solicitare.

Prin atașarea dispozitivului la mașina universală de încercat de tip pulsator, se combină simplitatea dispozitivului, nemaifiind necesare mașini de încercat speciale cu acționare proprie, cu facilitățile oferite de mașina universală de încercat. În aceste condiții, toți parametrii privind încărcarea, deplasarea, frecvența și numărul de cicluri sunt stabiliți pe baza softului specializat în acest sens și care conduce mașina de încercat. Pe de altă parte, rezultatele sunt stocate în fișierele din cadrul calculatorului de proces. Prin utilizarea acestui dispozitiv se elimină posibilitatea utilizării de *mașini special construite* în acest scop, acestea fiind scumpe și trebuind să fie prevăzute cu toate sistemele de preluare, achiziție și stocare a datelor privitoare la valoarea încărcării, a frecvenței și a numărului de cicluri de solicitare. Chiar și așa, respectivii parametri, atât cei de la intrare cât și cei preluați nu sunt întotdeauna foarte preciși, mai ales la mașinile construite pentru acest tip de solicitare compusă. Se elimină posibilitatea utilizării mașinilor universale care sunt dotate și cu varianta pentru torsiune. Acestea au, în majoritatea cazurilor, și acționarea la tracțiune-compresiune, astfel că, adăugarea și a posibilității de rotire a axei pentru realizarea răsucirii prin oboseală conduce la costuri destul de mari pentru un astfel de utilaj.

Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- Dispozitivul este simplu și adaptabil *mașinii universale de încercat la oboseală de tip pulsator*;
- Se elimină posibilitatea utilizării de *mașini special construite* în acest scop, acestea fiind scumpe și trebuind să fie prevăzute cu toate sistemele de preluare, achiziție și stocare a datelor privitoare la valoarea încărcării, a deplasării sau a momentului de

torsiune. Chiar și așa, respectivii parametri, atât cei de la intrare cât și cei preluați nu sunt întotdeauna foarte preciși;

- Se elimină posibilitatea utilizării mașinilor universale (de tracțiune) care sunt dotate și cu varianta pentru torsiune. Acestea au, în majoritatea cazurilor, și acționarea la tracțiune-compresiune, astfel că, adăugarea și a posibilității de rotire a axei pentru realizarea răsucirii prin oboseală conduce la costuri destul de mari pentru un astfel de utilaj;
- Dispozitivul descris prin această invenție combină avantajul utilizării unei mașini universale de încercat la oboseală prin tracțiune de tip pulsator, la care parametrii introduși pentru solicitare și cei preluați pentru calculele ulterioare sunt preciși, cu avantajul unui dispozitiv simplu și nu foarte costisitor;
- Prin montarea de came cu diferite înclinări ale canalului conducător se pot obține diferite rapoarte între tensiunea normală și cea tangențială.

Dezavantajul metodelor prezentate în cadrul stadiului actual al tehnicii este acela că, pentru determinarea rezistenței materialelor la solicitarea de oboseală compusă de tracțiune cu torsiune se utilizează, fie mașini special construite în acest scop, care sunt scumpe, iar parametrii introduși și cei preluați nu sunt întotdeauna foarte exacti, fie se utilizează mașini universale care au, din dotare, și posibilitatea solicitării de răsucire, pe lângă cea de tracțiune-compresiune. În cel de-al doilea caz parametrii introduși și cei preluați sunt preciși dar costul pentru o astfel de mașină este destul de mare.

Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a invenției conform figurilor:

- În *figura 1* se prezintă desenul de ansamblu al dispozitivului utilizat pe o mașină universală de încercat de tip pulsator, pentru încercarea compusă de oboseală prin tracțiune și torsiune, alcătuit din:
 - o 1- bacurile fixe, superioare ale mașinii universale de încercat;
 - o 2- element de legătură superior cu prindere în bacurile fixe;
 - o 3- șuruburi de fixare element de torsiune;
 - o 4- șuruburi de fixare element de legătură superior cu bacurile superioare pentru epruvetă;
 - o 5- bacuri de fixare/prindere epruvetă – superioare;
 - o 6- epruvetă cu capete de secțiune pătrată;
 - o 7- element de torsiune pentru prinderea camei de bacurile fixe;
 - o 8- bacuri de fixare/prindere epruvetă – inferioare;
 - o 9- placa de legătură între bacurile inferioare de prindere epruvetă și ax central;
 - o 10- șuruburi de fixare bacuri inferioare epruvetă de axul central prin intermediul 9;
 - o 11- traductor electro-tensometric;
 - o 12- ax central de tracțiune-torsiune;
 - o 13- șuruburi de fixare camă;
 - o 14- placă intermediară de legătură între camă și 7;
 - o 15- șuruburi de fixare placă intermediară;

- 16- camă;
- 17- ax transversal ce trece prin axul central;
- 18- rulment radial (2 bucăți aflați în cele două canale opuse ale camei – a se vedea *figura 3*);
- 19-colivie susținere rulment axial;
- 20-rulment axial;
- 21-contraplacă fixare rulment axial;
- 22- element de legătură superior cu prindere în bacurile fixe;
- 23- șurub fixare element legătură de colivie;
- 24- bacurile mobile, inferioare ale mașinii universale de încercat.

Figura 2 prezintă epruveta supusă solicitării compuse de tracțiune cu torsiune.

Figura 3 prezintă cama și desfășurata diametrului camei în raport cu pasul acestuia.

Figura 3 prezintă forma ciclului pulsant pozitiv.

În continuare se prezintă un exemplu de utilizare a dispozitivului în vederea determinării perechii de tensiuni, tangențiale și normale, la solicitarea de oboseală compusă de torsiune cu tracțiune.

Așa cum se poate vedea din *figura 1*, funcționarea dispozitivului se bazează pe mișcarea relativă dintre axul central și camă. Bacurile mobile ale mașinii de încercat vor solicita la tracțiune (+F) epruveta prin intermediul axului central 12. Acesta, la rândul lui, va efectua o mișcare de translație pe distanța d , care, în epruvetă, se traduce printr-o solicitare de tracțiune, ca urmare a aplicării forței de către mașina de încercat pe traseul: 24 → 22 → 19 → 20 → 21 → 12 → 9 → 8 → 6. Pe de altă parte, cama 16 fiind fixă, prin intermediul celor doi rulmenți radiali 18 (dispuși pe cele două canale opuse ale camei – a se vedea *figura 3*), și având în vedere faptul că epruveta se va deforma, axul central 12 va fi obligat să execute și o mișcare de rotație cu unghiul ϕ care se va traduce într-o solicitare de torsiune aplicată epruvetei. Reacțiunea rezultată ca moment de torsiune se va introduce în bacul fix al mașinii pe traseul: 6 → 8 → 9 → 10 → 12 → 17 → 18 → 16 → 14 → 7 → 4 → 1.

În acest fel, mișcarea de rotație și cea de translație efectuată de către axul central 12, având în vedere modul în care este construit dispozitivul, se vor transfera epruvetei 6. Epruveta se va opune tendinței de deplasare și rotire, conducând la apariția unei forțe de reacțiune și a unui moment de reacțiune (de torsiune) transferate bacurilor superioare, **fixe**, ale mașinii universale de încercat.

În aceste condiții, se realizează dezideratul ca, în epruvetă să se introducă atât forță axială cât și moment de torsiune. La revenirea forței la zero, dată fiind elasticitatea epruvetei, aceasta revine la poziția inițială, după care ciclul se reia.

Observații:

- *Solicitarea de oboseală se efectuează în domeniul elastic de solicitare al probei;*
- *Ambele solicitări, tracțiune și torsiune se realizează după un ciclu pulsant pozitiv între 0 și +F, figura 4. Revenirea la zero se face ca urmare a tensiunilor elastice acumulate de către epruvetă.*

Calculul tensiunii normale (maxime) și tensiunii tangențiale (maxime) la solicitarea epruvetei prin oboseală compusă de tracțiune-torsiune

Încercarea la oboseală are loc în domeniul elastic. Atunci când are loc solicitarea, rulmentul de pe cama 2 se va deplasa pe verticală cu v și se va roti cu unghiul β , figura 5.

Distanța v parcursă de axul central 1 este aceeași cu cea furnizată de mașina de încercat și aceeași cu alungirea epruvetei, $\Delta l=v$, figura 5 și figura 6.

Deformația specifică a epruvetei va fi:

$$\varepsilon = \frac{v}{l_0} \quad (1)$$

unde l_0 este lungimea porțiunii calibrate a epruvetei.

Tensiunea introdusă în epruvetă:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E = \frac{v}{l_0} \cdot E \quad (2)$$

unde E reprezintă modulul lui Young.

Pentru determinarea tensiunii normale σ trebuie determinate sau măsurate următoarele mărimi:

- E – modulul de elasticitate longitudinală (Young) se determină prin încercarea de tracțiune statică pe o probă standardizată în acest sens și confecționată din același material;
- l_0 – lungimea porțiunii inițiale, calibrate, a epruvetei care se măsoară;
- v – deplasarea axului central care se ia din fișierul de date furnizat de mașina de încercat.

La parcurgerea distanței v atât axul central 1 cât și epruveta se vor roti cu unghiul φ , figura 7 și figura 8.

Din figura 7 se deduce, pe de o parte că:

$$BC = v \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (3)$$

unde care β este unghiul de înclinare al camei, iar pe de altă parte:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{BC}{2} \cdot \frac{1}{r_x} \quad (4)$$

de unde rezultă

$$BC = 2r_x \sin \frac{\varphi}{2} = v \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (5)$$

în care r_x este raza axului central.

De aici va rezulta:

$$\varphi = 2 \arcsin \left(\frac{v \cdot \operatorname{tg} \beta}{2 \cdot r_x} \right) \quad (6)$$

Din solicitarea la torsiune avem:

$$\varphi = \frac{Mt \cdot l_0}{G \cdot I_p} = \frac{Mt \cdot l_0}{G \cdot W_p \cdot r} = \frac{\tau \cdot l_0}{G \cdot r} \quad (7)$$

în care avem:

- Mt – momentul de torsiune;
- l_0 – lungimea calibrată a epruvetei;
- G – modulul de elasticitate transversală;

- I_p – momentul de inerție polar;
- r – raza secțiunii transversale a epruvetei.

Din relațiile (6) și (7) va rezulta tensiunea tangențială introdusă în epruvetă:

$$\tau = \frac{2G \cdot r}{l_0} \cdot \arcsin\left(\frac{v \cdot \operatorname{tg}\beta}{2 \cdot r_x}\right) \quad (8)$$

Pentru determinarea tensiunii tangențiale τ trebuie determinate sau măsurate următoarele mărimi:

- G – modulul de elasticitate transversală se determină prin încercarea de torsiune statică pe o probă standardizată în acest sens și confecționată din același material sau pe baza relației:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (9)$$

- r – raza secțiunii transversale a epruvetei care se măsoară;
- l_0 - lungimea porțiunii inițiale, calibrate, a epruvetei care se măsoară;
- ν – deplasarea axului central care se ia din fișierul de date furnizat de mașina de încercat;
- β - unghiul de înclinare al camei care este cunoscut;
- r_x - raza axului central care se măsoară.

Astfel, pe baza preluării deplasării v de la mașina de încercat și a măsurătorilor și determinărilor amintite, se pot calcula tensiunea normală (maximă) și tensiunea tangențială (maximă) la solicitarea epruvetei prin oboseală compusă de tracțiune-torsiune.

REVENDICĂRI

1. Dispozitiv pentru încercarea la solicitarea de oboseală ciclică compusă de tracțiune și torsiune utilizând mașina universală de încercat de tip pulsator, **caracterizat prin aceea că** utilizează o camă interschimbabilă cu canal înclinat, diferite came având unghiuri de înclinare diferite, care transformă mișcarea de translație alternantă a axului central primită de la mașina universală de încercat într-o mișcare de rotație și o mișcare de translație conducând astfel la supunerea epruvetei la o solicitare de torsiune și una de tracțiune simultane, realizând, prin schimbarea camelor, rapoarte diferite între tensiunea normală și cea tangențială.
2. Modalitate de *calcul a tensiunii normale (maxime) și a tensiunii tangențiale (maxime) la solicitarea epruvetei prin oboseală compusă de tracțiune-torsiune* **caracterizată prin aceea că**, utilizând dispozitivul descris de prezenta invenție, pe baza măsurării dimensiunilor epruvetei și camei și a preluării deplasării v de la mașina universală de încercat, utilizând relațiile (2) și (8) se pot calcula tensiunile precizate mai sus.

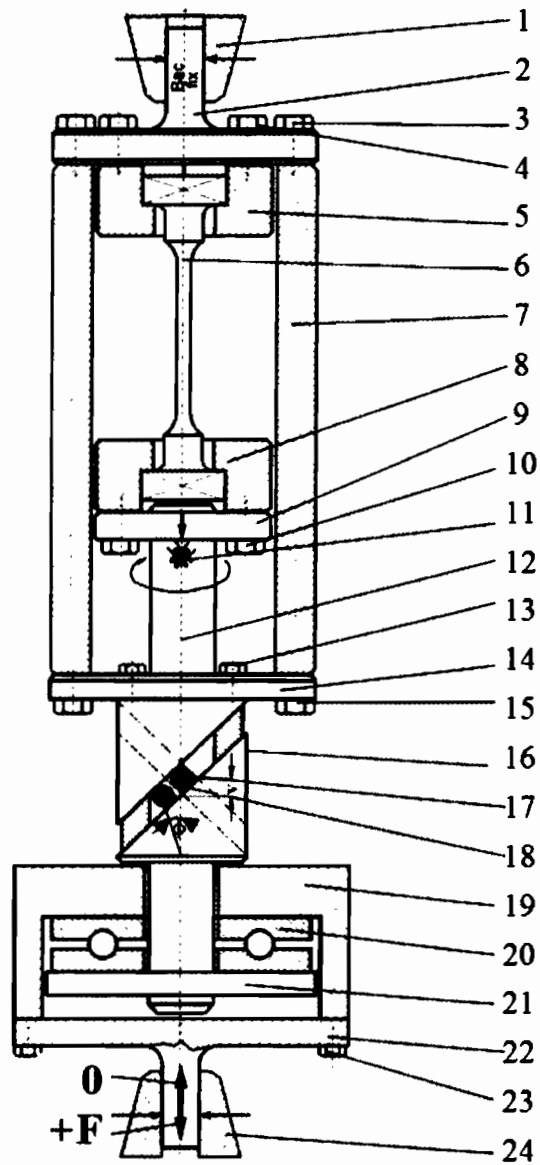


Fig. 1. Dispozitivul atașabil mașinii universale de încercat

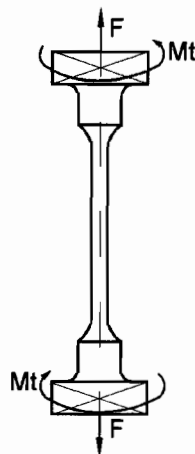


Fig. 2. Epruvetă sollicitată la tracțiune și torsiune

46

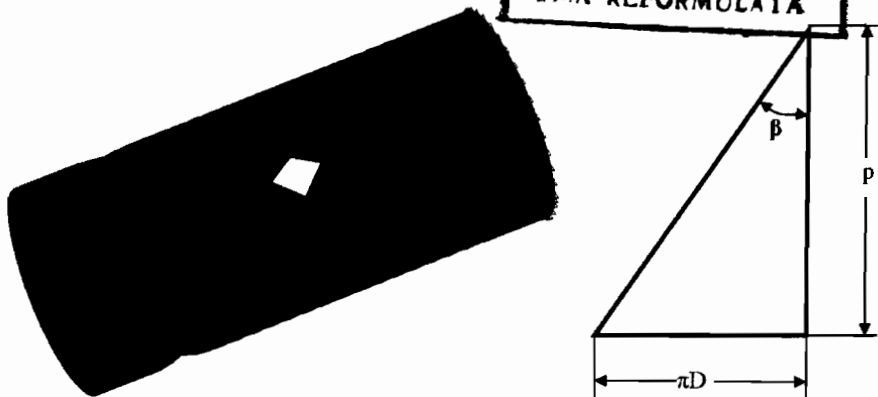
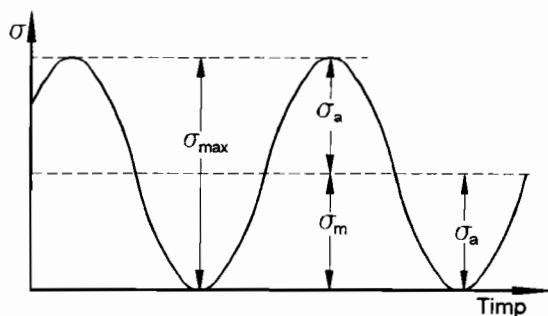


Fig. 3. Cama utilizată în cadrul dispozitivului; desfășurata diametrului șurubului în raport cu pasul



$\sigma_{\min}=0; \sigma_{\max}>0$	$\sigma_m = \sigma_a = \frac{\sigma_{\max}}{2}$	$R=0$
------------------------------------	---	-------

Fig. 4. Ciclul pulsant pozitiv (valabil și pentru τ)

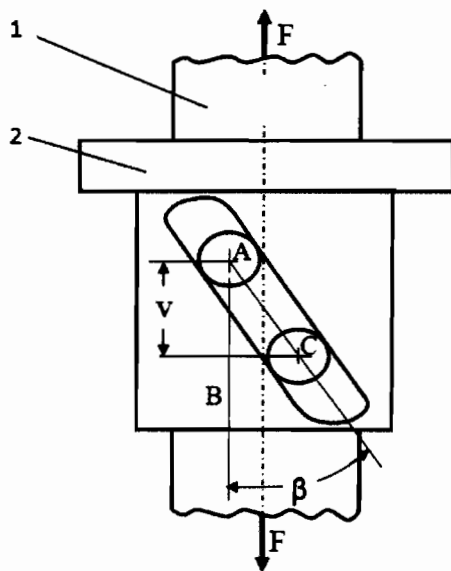


Fig. 5. Translarea și rotirea axului central

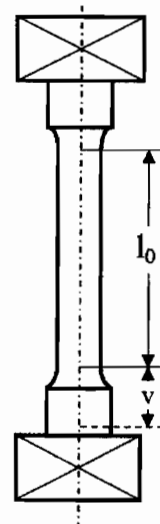


Fig. 6. Alungirea epruvetei

45

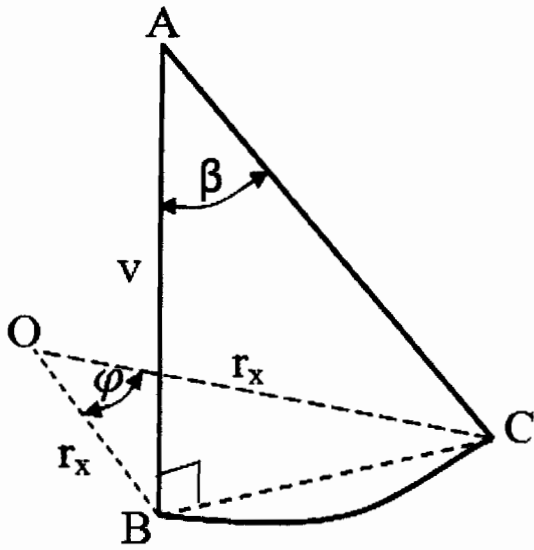


Fig. 7. Rotirea axului central

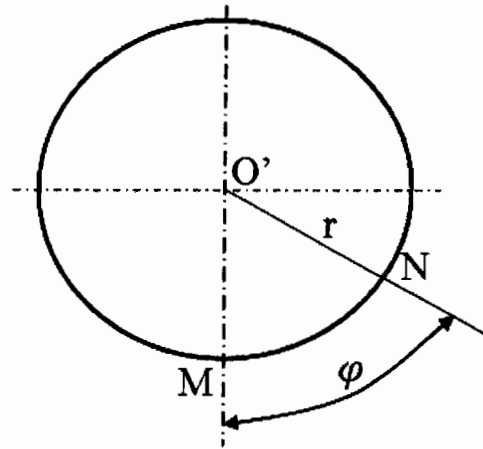


Fig. 8. Rotirea epruvetei