



MD 3820 F1 2009.01.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3820** ⁽¹³⁾ **F1**

(51) Int. Cl.: *G01N 29/04* (2006.01)
G01N 29/00 (2006.01)
G01N 29/07 (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării	
(21) Nr. depozit: a 2007 0318 (22) Data depozit: 2007.11.15	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2009.01.31, BOPI nr. 1/2009
(71) Solicitant: ÎNTREPRINDEREA DE CERCETARE ȘI PRODUCȚIE "MDR GRUP" S.R.L., MD (72) Inventatori: BOBRENCU Veaceslav, MD; BRANDIS Mihail, MD; POCLADOV Alexandru, MD; ANTIPIN Vladimir, MD (73) Titular: ÎNTREPRINDEREA DE CERCETARE ȘI PRODUCȚIE "MDR GRUP" S.R.L., MD (74) Reprezentant: SCOROGONOV Anatolii	

(54) **Procedeu de etalonare a tensometrului acustic**

(57) **Rezumat:**

1
Invenția se referă la controlul nedistructiv al calității materialelor prin procedee acustice, în special la procedeele de etalonare a tensometrelor acustice, care pot fi folosite pentru determinarea tensiunilor la modificarea temperaturii obiectului supus controlului, de exemplu a șinelor de cale ferată.

Procedeu de etalonare a tensometrului acustic constă în aceea că se excită undele ultrasonore în mostra obiectului, care se propagă în mediul elastic pretensionat, se măsoară parametrii de informare ai acestor unde și pe baza datelor obținute se determină valorile tensiunilor ce apar în mostra obiectului, în dependență de mărimea valorilor cărora se efectuează etalonarea tensometrului acustic, comparând indicațiile utilajului de măsurat cu indicațiile tensometrului supus etalonării. Noutatea constă în aceea că se măsoară pe bază fixă timpul de propagare a undelor ultrasonore și temperatura mostrei obiectului, se modifică temperatura mostrei obiectului, se măsoară repetat parametrii menționați și se determină valoarea solicitărilor de temperatură σ_T , care apar în mostra obiectului la diferite temperaturi în interiorul intervalului supus încercării, conform ecuației:

$$\sigma_T = \frac{\Delta \tau}{\beta_{ZZ} \tau_0 [1 \pm \Delta T (\gamma^I + \alpha)]};$$

2
unde: $\Delta \tau = \tau_i - \tau_0$;

τ_0 – timpul de propagare a unei ultrasonore până la
5 modificarea temperaturii;

τ_i – timpul de propagare a unei ultrasonore după
modificarea temperaturii;

$$\Delta T = T_i - T_0;$$

10 T_0 – temperatura mostrei obiectului până la
modificarea temperaturii;

T_i – temperatura mostrei obiectului după modificarea
15 temperaturii;

β_{ZZ} – coeficientul acustoelastic al vitezei de
propagare a undelor ultrasonore în mostra obiectului;

γ^I – coeficientul termoacustic al vitezei de propagare
a undelor ultrasonore în mostra obiectului;

α – coeficientul de temperatură al extensiunii liniare;
totodată etalonarea tensometrului acustic se efectuează
comparând valoarea calculată σ_T cu indicațiile tenso-
metrului supus etalonării cu corectarea lui ulterioară.

Revendicări: 1

Figuri: 1

MD 3820 F1 2009.01.31

Descriere:

Invenția se referă la controlul nedistructiv al calității materialelor prin procedee acustice, în special la procedeele de etalonare a tensometrelor acustice, care pot fi folosite pentru determinarea tensiunilor la modificarea temperaturii obiectului supus controlului, de exemplu a șinelor de cale ferată.

5 Este cunoscut un procedeu de etalonare a tensometrului acustic, prin care mostra din materialul obiectului este supusă încercării la întindere sau încercării la compresiune cu ajutorul utilajului staționar standardizat, de exemplu, cu ajutorul „Mașinilor de încercat la întindere și universale pentru încercările statice a materialelor conform STAS 7855-94”. Totodată se excită undele ultrasonore în mostra obiectului, care se propagă într-un mediu elastic pretensionat și se măsoară parametrii de informare ai undelor ultrasonore, în particular viteza de propagare a undelor ultrasonore până la și după aplicarea sarcinii. Pe baza datelor obținute se determină mărimile tensiunilor, care apar în materialul mostrei, cu calculul cărora se efectuează etalonarea tensometrului acustic prin compararea indicațiilor utilajului de măsurat cu indiciile tensometrului supus etalonării. Totodată, în special se utilizează dependența vitezei de propagare a undelor ultrasonore în materiale față de acțiunea asupra lor a tensiunilor până la și după aplicarea sarcinii. Totuși, deoarece în procesul controlului parametrul cu cea mai amplă informație este timpul de propagare a undelor ultrasonore, utilizarea acestei dependențe se realizează prin măsurarea cu precizie anume a parametrului dat, nu a vitezei de propagare a undelor ultrasonore. Particularitatea distinctivă a mărimii timpului de propagare a undelor ultrasonore este dependența modificării acestui parametru în procesul de încărcare, nu numai față de modificarea vitezei de propagare, dar și de modificarea „direcției acustice”, adică de modificarea dimensiunilor obiectului în direcția cercetării acustice [1].

Dezavantajul acestui procedeu constă în folosirea utilajului standardizat în calitate de dispozitive de încărcare, ceea ce limitează în mod substanțial posibilitățile tehnologice ale tensometriei acustice.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este posibilitatea efectuării etalonării tensometrului acustic în condiții de câmp, de exemplu, nemijlocit pe căile ferate cu șine aflate în proces de exploatare cu utilizarea mijloacelor mobile de control nedistructiv.

Procedul, conform invenției, înlătură dezavantajele sus-menționate prin aceea că se excită undele ultrasonore în mostra obiectului, care se propagă într-un mediu elastic pretensionat, se măsoară parametrii de informare ai acestor unde și pe baza datelor obținute se determină valorile tensiunilor ce apar în mostra obiectului, în dependența de mărimea valorilor cărora se efectuează etalonarea tensometrului acustic comparând indicațiile utilajului de măsurat cu indicațiile tensometrului supus etalonării. Se măsoară pe bază fixă timpul de propagare a undelor ultrasonore și temperatura mostrei obiectului, se modifică temperatura mostrei obiectului, se măsoară repetat parametrii menționați și se determină valoarea solicitărilor de temperatură σ_T , care apar în mostra obiectului la diferite temperaturi în interiorul intervalului supus încercării, conform ecuației:

$$\sigma_T = \frac{\Delta \tau}{\beta_{zz} \tau_0 [1 \pm \Delta T (\gamma^I + \alpha)]};$$

unde: $\Delta \tau = \tau_i - \tau_0$;

40

τ_0 – timpul de propagare a unei ultrasonore până la modificarea temperaturii;

τ_i – timpul de propagare a unei ultrasonore după modificarea temperaturii;

$$\Delta T = T_i - T_0;$$

T_0 – temperatura mostrei obiectului până la modificarea temperaturii;

45

T_i – temperatura mostrei obiectului după modificarea temperaturii;

β_{zz} – coeficientul acustoelastic al vitezei de propagare a undelor ultrasonore în mostra obiectului;

γ^I – coeficientul termoacustic al vitezei de propagare a undelor ultrasonore în mostra obiectului;

α – coeficientul de temperatură al extensiunii liniare.

50 Etalonarea tensometrului acustic se efectuează comparând valoarea calculată σ_T cu indicațiile tensometrului supus etalonării cu corectarea lui ulterioară.

Notă:

MD 3820 F1 2009.01.31

4

1. Valorile coeficienților β_{zz} , γ^e și α se selectează din manual (Неразрушающий контроль. Справочник в 8 т., Под общ. Ред. В.В. Ключева, т. 4, в 3 н. 1, В.А. Анисимов и др. Акустическая тензометрия, М., Машиностроение, 2006, табл. 2.10, стр. 83, табл. 4, 13, стр. 164-166).

2. Simbolul matematic „ $\pm$ ” înseamnă: încălzire „+”, răcire „-”.

5 Rezultatul invenției constă în posibilitatea efectuării etalonării tensometrului acustic în condiții de câmp prin metoda de control nedistructivă cu ajutorul autocamionului cu laborator defectoscopic pe baza comparării valorii calculate a solicitărilor de temperatură, care apar în materialul mostrei obiectului supus cercetării, de exemplu a șinelor de cale ferată, cu indicațiile tensometrului acustic și cu corectarea lui ulterioară.

10 Invenția se explică prin desenul din figură, în care este reprezentată schemă-bloc a instalației, cu ajutorul căreia se realizează procedeul de etalonare a tensometrului acustic.

Un obiect supus controlului sau o mostra din materialul obiectului, de exemplu un segment de șină de cale ferată 1, se instalează pe o carcasă de sprijin 2 și se fixează capetele șinei de cale ferată 1 în suporturi 3. În jurul suprafeței șinei de cale ferată 1 se înfășoară o spirală conductoare de electricitate 4 de la un încălzitor (sau un tub pentru circulația lichidului de răcit în cazul exemplului cu răcirea mostrei). Capetele spiralei conductoare de electricitate 4 sunt unite la ieșirea unui transformator electric 5 cu reglarea tensiunii de ieșire. Pe ciuperca șinei de cale ferată 1 în zona de control se instalează un sistem acustic, care constă dintr-un convertizor piezoelectric (CPE) radiant 6 și un convertizor piezoelectric (CPE) de recepție 7. Convertizoarele piezoelectrice 6 și 7 sunt legate rigid între ele la o anumită distanță cu un element 8 în așa fel, că axele acustice ale ambelor convertizoare piezoelectrice sunt coaxiale. La rândul lor, convertizoarele piezoelectrice 6 și 7 sunt unite prin curent electric cu un tensometru acustic 9. În partea din mijloc a șinei de cale ferată 1 este fixat un aparat pentru măsurarea temperaturii 10.

Exemplu de realizare a procedeului.

25 Cu ajutorul aparatului pentru măsurarea temperaturii 10 se măsoară temperatura T_0 a mostrei din materialul obiectului, care, de exemplu, poate constitui 20°C. Apoi, cu ajutorul tensometrului acustic 9 și al CPE 6 se excită în materialul șinei de cale ferată 1 supuse cercetării, unde ultrasonore și se recepționează undele care vin prin intermediul CPE 7. Prin intermediul tensometrului acustic 9 se măsoară timpul de propagare a undelor ultrasonore τ_0 în interval de la CPE 6 până la CPE 7, care, de exemplu, constituie 99,9 μ s. Apoi, se încălzește uniform șina de cale ferată 1 supusă cercetării cu ajutorul transformatorului electric 5 și al spiralei conductoare de electricitate 4 a încălzitorului, de exemplu cu 20°C până la temperatura $T_1=40^\circ\text{C}$ în limitele intervalului supus cercetării. Totodată materialul șinei de cale ferată 1 este supus suprasolicităților termice interioare, care creează în el condiții de mediu elastic pretensionat. Ulterior, din nou, cu ajutorul tensometrului acustic 9, se măsoară timpul de propagare a undelor ultrasonore $\tau_1=100 \mu$ s în interval de la CPE 6 până la CPE 7. Se calculează parametrii de informare $\Delta\tau=\tau_1-\tau_0=0,1 \mu$ s și $\Delta T=T_1-T_0=20^\circ\text{C}$, iar valoarea solicitărilor de temperatură se determină prin formula:

$$\sigma_T = \frac{\Delta\tau}{\beta_{zz}\tau_0[1\pm\Delta T(\gamma^e+\beta)]},$$

unde valorile numerice constituie:

40 $\Delta\tau=0,1 \mu$ s; $\tau_0=99,9 \mu$ s;
 $\Delta T=20^\circ\text{C(K)}$;
 $\beta_{zz}=12,7\cdot 10^{-5} \text{ mm}^2/\text{kgs}(10^{-12}\text{MPa}^{-1})$;
 $\gamma^e=5\cdot 10^{-5} \text{ l/grad(K}^{-1})$;
 $a=1,0\cdot 10^{-5} \text{ l/grad(K}^{-1})$;

45
$$\sigma_T = \frac{0,1}{99,9\cdot 12,7\cdot 10^{-5}[1+20\cdot 10^{-5}(5,2+1,0)]} = 7,9 \frac{\text{kGs}}{\text{mm}^2} (77,1\text{MPa}).$$

Se admite că indicațiile tensometrului acustic constituie $\sigma_{\text{mod}} = 10,0 \frac{\text{kGs}}{\text{mm}^2} (98,0\text{MPa})$. Se compară valoarea σ_T calculată conform formulei cu indicațiile σ_{mod} ale tensometrului acustic 9. În cazul în care între valorile σ_T și σ_{mod} sunt divergențe $(10-7,9) \frac{\text{kGs}}{\text{mm}^2} = 2,1 \frac{\text{kGs}}{\text{mm}^2}$ ultima este supusă corectării conform valorii σ_T prin reglarea corespunzătoare a tensometrului acustic 9.

50 Ulterior controlul șinelor de cale ferată pe artera principală aflată în proces de exploatare se efectuează prin utilizarea elementelor schemei bloc, și anume a CPE 6 și 7, elementului 8, tensometrului acustic 9 și aparatului pentru măsurat temperatura 10.

Procedeul de etalonare a tensometrului acustic propus poate fi folosit pentru determinarea tensiunilor în timpul efectuării controlului rapid al șinelor de cale ferată cu ajutorul tensometriei acustice și va permite de a spori gradul de informare și eficiența controlului, totodată nu are loc distrucția materialului obiectului de control.

MD 3820 F1 2009.01.31

5

5 (57) Revendicări:

Procedeu de etalonare a tensometrului acustic, care constă în aceea că se excită undele ultrasonore în mostra obiectului, care se propagă în mediul elastic pretensionat, se măsoară parametrii de informare ai acestor unde și pe baza datelor obținute se determina valorile tensiunilor care apar în mostra obiectului, în dependență de mărimea valorilor cărora se efectuează etalonarea tensometrului acustic comparând indicațiile utilajului de măsurat cu indicațiile tensometrului supus etalonării, **caracterizat prin aceea că** se măsoară pe bază fixă timpul de propagare a undelor ultrasonore și temperatura mostrei obiectului, se modifică temperatura mostrei obiectului, se măsoară repetat parametrii menționați și se determină valoarea solicitărilor de temperatură σ_T , care apar în mostra obiectului la diferite temperaturi în interiorul intervalului supus încercării, conform ecuației:

$$15 \quad \sigma_T = \frac{\Delta \tau}{\beta_{zz} \tau_0 [1 \pm \Delta T (\gamma^l + \alpha)]};$$

unde: $\Delta \tau = \tau_i - \tau_0$;

τ_0 – timpul de propagare a unei ultrasonore până la modificarea temperaturii;

20 τ_i – timpul de propagare a unei ultrasonore după modificarea temperaturii;

$$\Delta T = T_i - T_0;$$

T_0 – temperatura mostrei obiectului până la modificarea temperaturii;

T_i – temperatura mostrei obiectului după modificarea temperaturii;

β_{zz} – coeficientul acustoelastic al vitezei de propagare a undelor ultrasonore în mostra obiectului;

25 γ^l – coeficientul termoacustic al vitezei de propagare a undelor ultrasonore în mostra obiectului;

α – coeficientul de temperatură al extensiunii liniare;

totodată etalonarea tensometrului acustic se efectuează comparând valoarea calculată σ_T cu indicațiile tensometrului supus etalonării cu corectarea lui ulterioară.

30

(56) Referințe bibliografice:

1. Бобренко В.М. и др. Акустическая тензометрия как приложение к УД4-Т НУ, журнал «В мире не разрушающего контроля», Санкт-Петербург, сентябрь 2006, № 3 (33), с 49-52

Şef Secție:

SĂU Tatiana

Examinator:

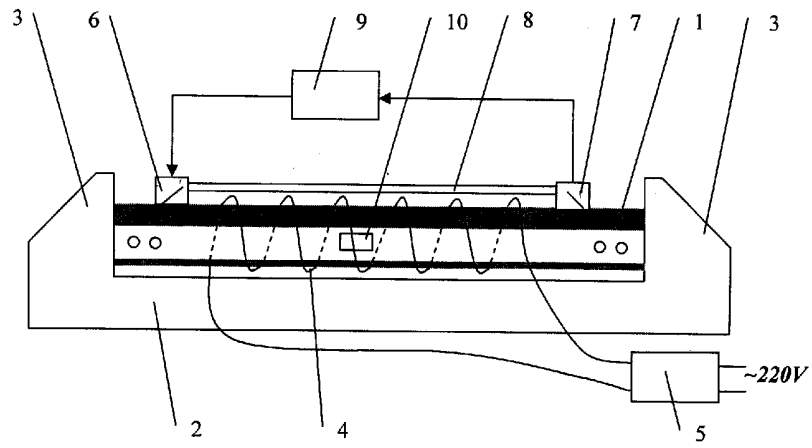
CERNEI Tatiana

Redactor:

UNGUREANU Mihail

MD 3820 F1 2009.01.31

6



RAPORT DE DOCUMENTARE

(21) Nr. depozit: a 2007 0318	(85) Data fazei naționale PCT:
(22) Data depozit: 2007.11.15	(86) Cerere internațională PCT:
(51) : Int.Cl: G01N 29/04 (2006.01) G01N 29/00 (2006.01) G01N 29/07 (2006.01) Alți indici de clasificare: (54) Titlul : Procedeu de etalonare a tensometrului acustic (71) Solicitantul : INTREPRINDEREA DE CERCETARE ȘI PRODUCȚIE "MDR GRUP" S.R.L., MD Termeni caracteristici : a) limba română: Procedeu de etalonare a tensometrului acustic b) limba engleză: Method of calibration of acoustic tensometres	
I. Minimul de documente consultate (sistema clasificării și indici de clasificare Int. Cl.)	
Int. Cl. G 01 N 29/00; G 01 N 29/04; G 01 N 29/07;	
II. Literatura tehnico-științifică consultată adăugător la minim de documentație (autori, titluri, editura, țara și data publicării)	
Бобренко В.М. и др. Акустическая тензометрия как приложение к УД4-Т НУ, журнал «В мире не разрушающего контроля», Санкт-Петербург сентябрь 2006, № 3 (33), с 49-52	
III. Baze de date electronice consultate (denumirea BD și termen de documentare)	
MD Perioada: 1993-2007.11	brevete, cereri BI, cereri MU, certificate MU.
EA Perioada: 1996-2007.11	brevete, cereri BI.
SU Perioada: 1972-1993 (pe suport hartie);	brevete, certificate

IV. Documente considerate ca relevante		
Categoria*	Date de identificare ale documentelor citate si indicarea pasajelor pertinente	Numărul revendicării vizate
A	CA 2604258 A1 2006.10.26	1
A	US 2006144146 A1 2006.07.06	1
A	AU 2001296745 B2 2006.07.20	1
A	MD 2682 G2 2005.01.31	1
☐ Documentele următoare sunt indicate în rubrica IV		☐ Informația referitoare la brevete paralele se anexează
* categoriile speciale ale documentelor consultate:		P - document publicat înainte de data depozit, dar după data priorității invocate
A - document care definește stadiul anterior general		T - document publicat după data depozitului sau a priorității invocate, care nu aparține stadiului pertinent al tehnicii, dar care este citat pentru a pune în evidența principiul sau teoria pe care se bazează invenția
E - document anterior dar publicat la data depozit național reglementar sau după aceasta data		X - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau implicând activitate inventivă când documentul este luat de unul singur
L - document care poate pune în discuție data priorității invocate sau poate contribui la determinarea datei publicării altor divulgări sau pentru un motiv expres (se va indica motivul)		Y - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă când documentul este asociat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași natură, aceasta combinație fiind evidentă pentru o persoană de specialitate
O - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expunere sau orice altă divulgare		& - document care face parte din aceeași familie de documente
Data finalizării documentării 2008.11.24		
Examinatorul GULPA Alexei		