

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00357

(22) Data de depozit: 22/05/2015

(41) Data publicării cererii:
29/11/2016 BOPI nr. 11/2016

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN SUDURĂ
ȘI ÎNCERCĂRI DE MATERIALE - ISIM
TIMIȘOARA, BD.MIHAI VITEAZUL NR.30,
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:
• MURARIU ALIN CONSTANTIN,
STR.CIRCUMVALAȚIUNII NR.32, BL.75,
ET.3, AP.24, TIMIȘOARA, TM, RO

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

(54) METODĂ ȘI SISTEM DE EXAMINARE A ȚEVILOR ȘI
FITINGURILOR SUDATE DIN MATERIALE TERMOPLASTICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un sistem de examinare nedistructivă a țevelor și fittingurilor sudate, realizate din materiale termoplastice, utilizate în rețelele de transport și distribuție fluide sub presiune, gaz, apă, și rețele de canalizare. Metoda conform invenției constă din etapele de generare a radiațiilor infraroșii în interiorul țevelor sudate de examinat, de vizualizare și înregistrare a câmpului termic rezultat la suprafața țevelor, de analiză a evoluției în timp a temperaturii suprafeței exterioare a țevelor de examinat, prin compararea imaginilor termografice provenite de la o imperfecțiune de sudură, cu imaginile termografice obținute cu ajutorul unui set de etaloane cu defecte simulate cu dimensiuni cunoscute, și de achiziție, prelucrare și stocare a datelor pentru determinarea poziției și dimensiunilor imperfecțiunilor de sudare. Sistemul conform invenției este alcătuit dintr-un automat programabil (1), un ecran (2) sensibil la apăsare, un modul (3) de comunicație, un bloc (4) de intrări evenimente, o cameră (5) termografică, un mediu (6) de stocare, un sistem (7) de activare, niște camere (8) video miniaturale, un suport (9) mobil, un sistem (10) de deplasare și rotire, un sistem (11) de centrare flexibil, niște ecrane (12) de protecție și un set de etaloane (15) cu defecte simulate cu dimensiuni cunoscute, de tip găuri cu fund plat, în care sistemul permite prescrierea parametrilor de examinare, comanda calibrării automate, comanda sistemului de activare, vizualizarea imaginilor provenite de la camerele video, vizualizarea imaginii termografice a țevelor (13, 14) de examinat, achiziția, prelucrarea și stocarea datelor despre poziția și dimensiunea imperfecțiunilor de sudare constatate.

Revendicări: 4
Figuri: 4

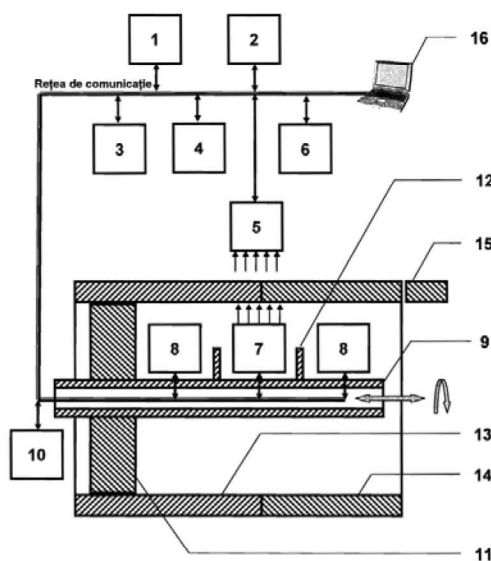


Fig. 1



(a) **Metodă și sistem de examinare a țevilor și fittingurilor sudate din materiale termoplastice**



Descriere

- (b) Domeniul tehnic în care poate fi folosită invenția este industria construcțiilor cu referire la realizarea țevilor și fittingurilor din materiale termoplastice. Invenția se referă la o metodă și un sistem de examinare nedistructivă a țevilor și fittingurilor sudate realizate din materiale termoplastice, din componența rețelelor de transport și distribuție fluide sub presiune, gaz, apă și canalizare. În prezent aceste rețele se realizează cu țevi din materiale termoplastice ca urmare a avantajelor pe care le prezintă comparativ cu cele realizate din oțelul sau fonta: greutate specifică redusă, rezistență ridicată la coroziune, ușor de asamblat prin diverse procedee de sudare. Pentru realizarea acestor rețele de țevi, în general se utilizează procedee de sudare cap la cap cu element încălzitor drept sau profilat, sau procedee de sudare prin rezistență electrică (electrofuziune) pentru îmbinări suprapuse cu manson, sau îmbinări de tip șa (derivație). Integritatea structurală a îmbinărilor sudate a acestor produse este necesar să fie evaluată. Cerințele actuale tot mai ridicate privind calitatea produselor și siguranța în exploatare a structurilor sudate, au condus la necesitatea elaborării de noi metode, sisteme și aparate de încercare și examinare nedistructivă a acestora.
- (c) În prezent, examinarea nedistructivă a acestor produse sudate se face prin metoda examinării vizuale, metoda examinării cu ultrasunete și prin metoda de examinare radiografică cu radiații X. Pentru examinare se utilizează aparatură specială și traductori adecvați: palpatoare, surse de radiație X, filme radiografice. Aceste metode au dezavantajul că nu pot fi utilizate la toate tipurile de îmbinări sudate și trebuie utilizate în mod complementar întrucât nu permit evaluarea simultană a tuturor tipurilor de imperfecțiuni. Astfel, prin examinare vizuală se identifică doar defectele de suprafață, iar prin examinarea cu ultrasunete sau cu radiații X, se identifică doar defectele interne. Examinarea cu radiații X este costisitoare, necesită echipamente și autorizări speciale și nu poate identifica toate tipurile de defecte interne (de ex. fisurile). Examinarea cu ultrasunete permite identificarea fisurilor interne, dar nu poate fi aplicată la țevi cu grosimi mici întrucât nu poate decela defectele plasate în apropierea suprafeței de palpate, ca urmare a „zonei moarte” a palpatorului în care impulsul inițial se suprapune peste un posibil ecou provenit de la defect. Utilizarea metodei ultrasonice este de asemenea limitată ca urmare a faptului că, spre deosebire de metale, în cazul materialelor termoplastice atenuarea undelor ultrasonice este mult mai mare.
- (d) Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este necesitatea evaluării calitative și cantitative a imperfecțiunilor de sudare la țevi și fittinguri din materiale termoplastice, prin utilizarea metodei termografiei active ce utilizează o sursă de radiații în infraroșu introdusă în interiorul țevii și prin intermediul căreia are loc înregistrarea câmpului termic rezultat la suprafața exterioară a acesteia, cu ajutorul unui sistem de examinare nedistructivă, a unui set de etaloane speciale și a unui software destinat procesării inteligente a imaginilor digitale obținute prin utilizarea metodei amintite.
- (e)

- (f) Invenția constă într-un sistem de examinare nedistructivă destinat evaluării calitative și cantitative a imperfecțiunilor ce pot rezulta în urma operației de îmbinare prin sudare la țevi și fittinguri, din componența rețelelor de transport și distribuție fluide sub presiune, gaz, apă și canalizare și constă din blocuri electronice de comandă interconectate la o rețea informatică, prin intermediul unui automat programabil, care realizează funcțiile: comanda în timp real a funcționării componentelor sistemului, prescrierea și verificarea parametrilor de examinare, prelucrarea datelor și informațiilor culese din sistem și afișarea rezultatelor examinărilor.

Invenția se aplică în domeniul examinărilor nedistructive a țevilor și fittingurilor sudate realizate din materiale termoplastice și facilitează evidențierea, localizarea și dimensionarea imperfecțiunilor rezultate în urma operațiilor de sudare, în raport cu un set de etalane cu defecte simulate, de tip găuri cu fund plat, de dimensiuni cunoscute, realizate din diferite materiale termoplastice.

Sistemul de examinare nedistructivă se bazează pe metoda termografiei active ce utilizează o sursă de radiații în infraroșu. Se cunoaște că orice discontinuitate de material reprezintă o barieră în propagarea câmpului termic prin material, astfel prezența unei imperfecțiuni de sudare se evidențiază prin modificarea temporară și locală a temperaturii, în zona cu defect. Principiul metodei constă în generarea de radiații infraroșii în interiorul țevii sau fittingului sudat, de examinat, cu vizualizarea și înregistrarea modificărilor câmpului termic rezultat la suprafața acestuia. Metoda de evaluare se bazează pe observarea evoluției în timp a temperaturii suprafeței interioare a componentei de examinat prin compararea imaginilor termografice provenite de la o imperfecțiune a sudurii, cu imaginile termografice obținute cu ajutorul setului de etaloane.

Sursa de activare realizată și utilizată constă dintr-un bec cu halogen cu putere reglabilă, care fiind alimentat emite radiații în infraroșu, care se introduce în interiorul țevii sau fittingului de examinat, și sistemul poate înregistra pentru examinare, câmpul termic rezultat la suprafața exterioară a produsului sudat. Operația de deplasare a sursei de radiații în infraroșu se poate face manual de către un operator care realizează succesiv examinarea sudurilor, prin intermediul unui sistem mecanizat sau automat, utilizând roboți de deplasare. Înregistrarea rezultatelor examinării (termograme) se face prin intermediul unei camere termografice conectată la sistemul de examinare sau la un computer portabil cu un software adecvat.

- (g) Sistemul, conform invenției are următoarele avantaje:
- simplifică modul de evidențiere, localizare și dimensionare a imperfecțiunilor de sudare și de gestionare a sudurilor cu defecte, întrucât defectele interne sau cele plasate la interiorul țevii sunt evidențiate în mod direct pe ecranul sistemului de examinare prin algoritmul automat implementat, sau pe ecranul unui computer portabil;
 - crește productivitatea verificării calității produselor prin scăderea timpului necesar efectuării examinării;
 - scade costul total de examinare prin reducerea timpului de examinare și diminuarea costurilor cu materiale consumabile;
 - asigură trasabilitatea măsurătorilor, prin monitorizarea și înregistrarea automată a variațiilor în timp a câmpului termic de la suprafața sudurilor examinate, pe toată durata examinării;

- asigură scăderea incertitudinii determinărilor în raport cu celelalte metode de examinare, prin minimizarea influenței factorului uman;
- asigură o flexibilitate ridicată, metoda putând fi aplicată la diferite tipodimensiuni și configurații de țevi și fittinguri din materiale termoplastice sudate prin diferite procedee de sudare: cap la cap cu element încălzitor drept sau profilat, prin rezistență (electrofuziune) cu manson sau la îmbinări tip șa (deviație), în funcție de necesități;
- este un sistem performant de examinare nedistructivă.

(h)

(i) Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1, 2 și 3, care reprezintă:

- figura 1, schema bloc a sistemului de examinare, conform invenției;
- figura 2, bloc de etalonare;
- figura 3, diagrama de funcționare a programului de procesare inteligentă a imaginilor termografice.

Conform invenției, sistemul de examinare nedistructivă a cărui schemă bloc se prezintă în figura 1, este conceput în scopul evaluării calitative și cantitative a imperfecțiunilor de sudare la țevi și fittinguri din materiale termoplastice. Sistemul se compune din automatul programabil (1), ecranul sensibil la apăsare (2), un modul de comunicație (3), un bloc intrări evenimente (4), o cameră termografică (5), un mediu de stocare (6), un suport mobil (9) pe care se fixează un dispozitiv demontabil de centrare flexibil (11), adaptat la diametrul interior al țevilor sau fittingurilor sudate (13) și (14), sistemul de activare (7) și camere video miniaturale (8) care sunt izolate termic în raport cu sistemul de activare prin intermediul ecranelor de protecție (12). Tot acest sistem este conceput modular, în sistem putând fi conectate, după caz, una sau mai multe camere video miniaturale (8). Operatorul poate roti și deplasa axial suportul mobil (9) manual, ori utilizând un sistem mecanizat (10) plasat la capătul țevii sau utilizând un robot de deplasare miniatural introdus în țeavă. Prin softul implementat în microcontrolerul automatului programabil (1) și în microcontrolerul ecranului sensibil la apăsare (2), sunt gestionate toate funcțiile componentelor conectate la sistemul informatic. Prin meniurile afișate pe ecranul sensibil la apăsare (2), sistemul permite prescrierea parametrilor de examinare, comanda sistemului de deplasare și rotire (10) pentru deplasarea suportului mobil (9), comanda calibrării automate, comanda sistemului de activare (7), vizualizarea imaginilor recepționate de la camerele video miniaturale (8) în vederea asigurării unei amplasări corespunzătoare a sursei de radiații infraroșii în raport cu îmbinarea sudată ce se examinează, vizualizarea imaginilor termografice ale zonei examinate, precum și achiziția, prelucrarea datelor și dimensionarea imperfecțiunilor conform diagramei de funcționare prezentată în figura 3 și memorarea acestora utilizând mediul de stocare (6) sau computerul mobil (16). Operatorul poate selecta parametrii implicați de examinare care sunt stabiliți în funcție de tipul îmbinării, grosimea și diametrul țevii sau fittingului sudat. Parametrii selectați sunt transmiși sistemului de activare (7) care reglează puterea emisă de becul în infraroșu cu halogen din componența acestuia. Sistemul de examinare permite compararea automată a imaginilor termografice ale îmbinării sudate dintre țevile (13) și (14) cu cele obținute cu setul de etaloane cu găuri cu fund plat și adâncimi variabile (15), prezentat în figura 2. Pentru calibrarea sistemului se utilizează un etalon din set, realizat din același material și cu grosime egală cu cea a produsului sudat (țeavă sau ansamblu țeavă – fitting). În timpul operației de calibrare etalonul se plasează cu defectele

simulate de tip gaură cu fund plat îndreptate spre sistemul de activare (7), iar camera termografică (5), plasată diametral opus, înregistrează variația câmpului termic rezultat pe suprafața fără defecte a etalonului. Prin intermediul rețelei de comunicație, sistemul comunică cu computerul portabil (16), care poate fi utilizat la realizarea de operații de intrare-ieșire date. Evenimentele apărute în funcționare sunt monitorizate prin intermediul blocului gestionare evenimente (4).

În figura 3 se prezintă diagrama de funcționare a programului supervisor dedicat sistemului de evaluare calitativă și cantitativă a imperfecțiunilor din îmbinările sudate la țevi și fittinguri din materiale termoplastice. Principiul de funcționare este următorul: la pornirea sistemului, acesta se configurează de către administrator în funcție de necesități, fiecărui element ce urmează a fi conectat în sistem și comandat prin intermediul automatului programabil (1) atribuindu-se un număr unic de identificare ce permite adresarea și comunicația dintre (1) și un anumit element din componența sistemului: (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (10) sau (16). După configurarea sistemului urmează etapa de inițializare în care utilizatorul prescrie parametrii de lucru pentru camera termografică (5), pentru sistemul de activare (7), precum și pentru sistemul de deplasare și rotire (10), utilizând butoanele și/sau tastatura virtuală a ecranului sensibil la apăsare (2). La inițializare se introduc dimensiunile componentelor de examinat și se prescriu intervalele de variație acceptate pentru parametrii de examinare. După inițializări, automatul programabil (1) comandă prin intermediul modulului de comunicație (3) transmiterea valorilor prescrise elementelor (5), (7) și (10). După inițializarea sistemului, operatorul realizează calibrarea sistemului, utilizând etalonul corespunzător din setul de etaloane (15). În timpul calibrării sistemul memorează imaginile termografice obținute de la defectele simulate de tip gaură cu fund plat și adâncime variabilă. După finalizarea calibrării operatorul deplasează suportul mobil (9) astfel încât sistemul de activare să se poziționeze în dreptul sudurii de examinat. Controlul poziției corecte se realizează prin intermediul camerelor video (8). Pentru poziționare operatorul comandă aprinderea becului cu halogen a sistemului de activare (7) la o putere scăzută, doar atât cât să permită iluminarea zonei sudurii. Orice eveniment sesizat de blocul de gestionare evenimente (4) se selectează și se analizează în cadrul etapei de procesare a evenimentelor. Prin concepția bazată pe evenimente, sistemul asigură monitorizarea procesului de examinare, în scopul validării acestuia. În cazul în care în timpul examinării unul sau mai mulți parametri deviază din intervalele de valori prescrise la inițializarea sistemului, programul din automatul programabil (1) generează un eveniment care conduce la avertizarea operatorului prin intermediul ecranului (2). Oprirea sistemului se efectuează la comanda operatorului autorizat, eveniment procesat în automatul programabil (1) care comandă oprirea.

Revendicări

1. Metodă de evaluare calitativă și cantitativă a imperfecțiunilor de sudare la țevi și fittinguri din materiale termoplastice **caracterizată prin aceea că**, este concepută în scopul evaluării imperfecțiunilor de sudare la țevi și fittinguri din materiale termoplastice îmbinate cap la cap prin procedeul cu element încălzitor drept sau profilat, sau prin procedee de sudare prin rezistență electrică (electrofuziune), pentru îmbinări suprapuse cu manson sau pentru îmbinări de tip șa (derivație), metoda care poate fi aplicată pentru diferite materiale termoplastice și care constă în compararea imaginilor termice ale imperfecțiunilor (termograme), obținute prin termografie activă cu o sursă de radiații în infraroșu, cu imaginile termice ale setului de etaloane cu defecte simulate cu dimensiuni cunoscute de tip gaură cu fund plat, utilizând un algoritm specific de procesare inteligentă a imaginilor digitale obținute prin termografie activă, conform figurii 3.

2. Sistem de examinare nedistructivă a țevilor și fittingurilor sudate din materiale termoplastice, conform figurii 1, care utilizează metoda de evaluare calitativă și cantitativă conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un automat programabil (1), un ecran sensibil la apăsare (2), un modul de comunicație (3), un bloc intrări evenimente (4), o cameră termografică (5), un mediu de stocare (6), un sistem de activare (7), camere video miniaturale (8), un suport mobil (9), un sistem de deplasare și rotire (10), un sistem de centrare flexibil (11), ecrane de protecție (12) și un set de etaloane cu defecte simulate cu dimensiuni cunoscute de tip găuri cu fund plat (15), realizate din diferite materiale termoplastice, sistemul care permite prescrierea parametrilor de examinare, comanda calibrării automate, comanda sistemului de deplasare și rotire, comanda sistemului de activare, vizualizarea imaginilor provenite de la camerele video miniaturale, vizualizarea imaginii termografice a produsului de examinat, respectiv îmbinarea sudată dintre componentele (13) și (14), achiziția, prelucrarea datelor și determinarea poziției și dimensiunii imperfecțiunilor de sudare, conform diagramei de funcționare prezentată în figura 3, precum și memorarea acestora utilizând un mediu de stocare (6) sau computerul portabil (16).

3. Set de etaloane (15) conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** prezintă imperfecțiuni simulate de tip găuri cu fund plat, cu localizări, diametre și adâncimi cunoscute, set realizat din diferite materiale termoplastice, aceleași cu materialele din care sunt realizate produsele de examinat: îmbinări sudate de țevi și fittinguri materiale termoplastice.

4. Sistem demontabil flexibil de centrare figura 4, conform revendicării 2, caracterizat prin aceea că este compus din un suport (2), un număr de 6 (2x3) elemente de fixare (3) și un număr de 6 (2x3) elemente elastice (1), subansamblu fixat pe un manșon (4), care este fixat pe suportul (2) și care, prin forma constructivă a elementelor elastice (1) se poate deplasa, prin împingere ori tragere, depășind în interiorul țevii, unde este amplasat, o zonă cu bavuri rezultate în urma procesului de sudare, construcția fiind realizată pentru un diametru interior având o valoare anumită, iar pentru alte valori ale diametrului interior se utilizează un set de elemente de fixare (3), cu prinderea corespunzătoare a elementelor elastice (1), suportul (2) fiind rigid, pentru țevi, sau elastic, în situația când trebuie controlate piese de tip fitting (coturi).

Desene

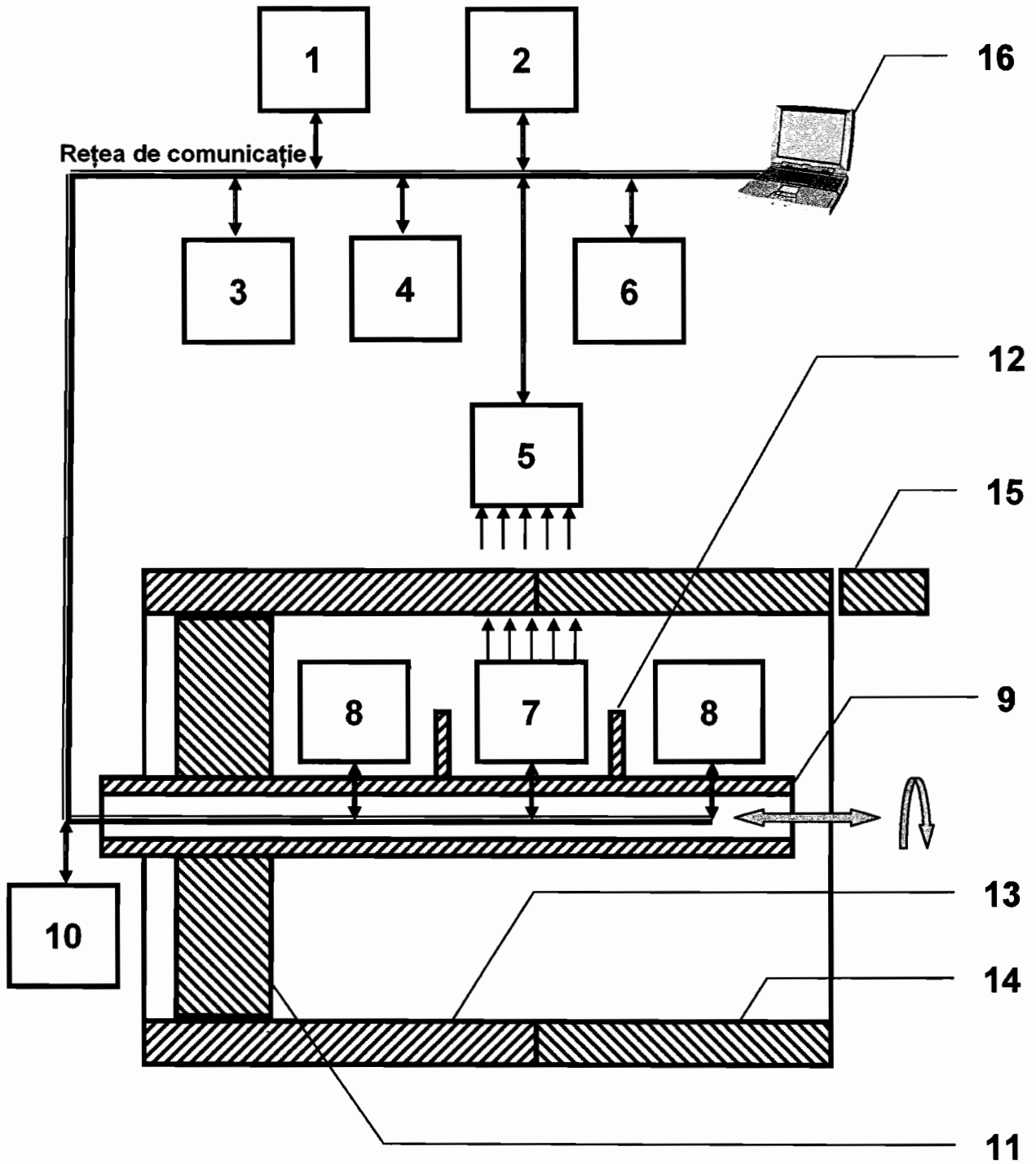


Figura 1

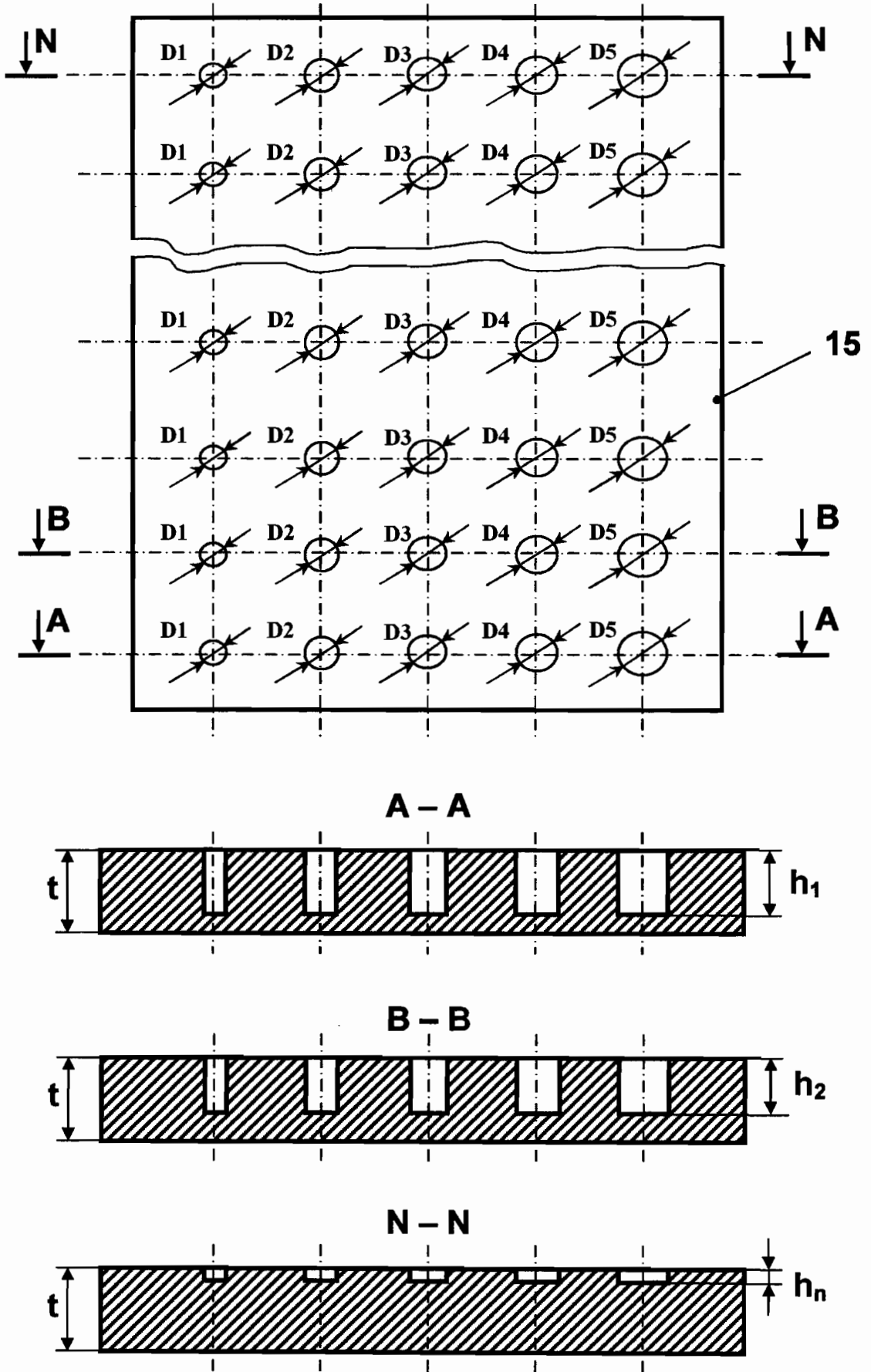


Figura 2

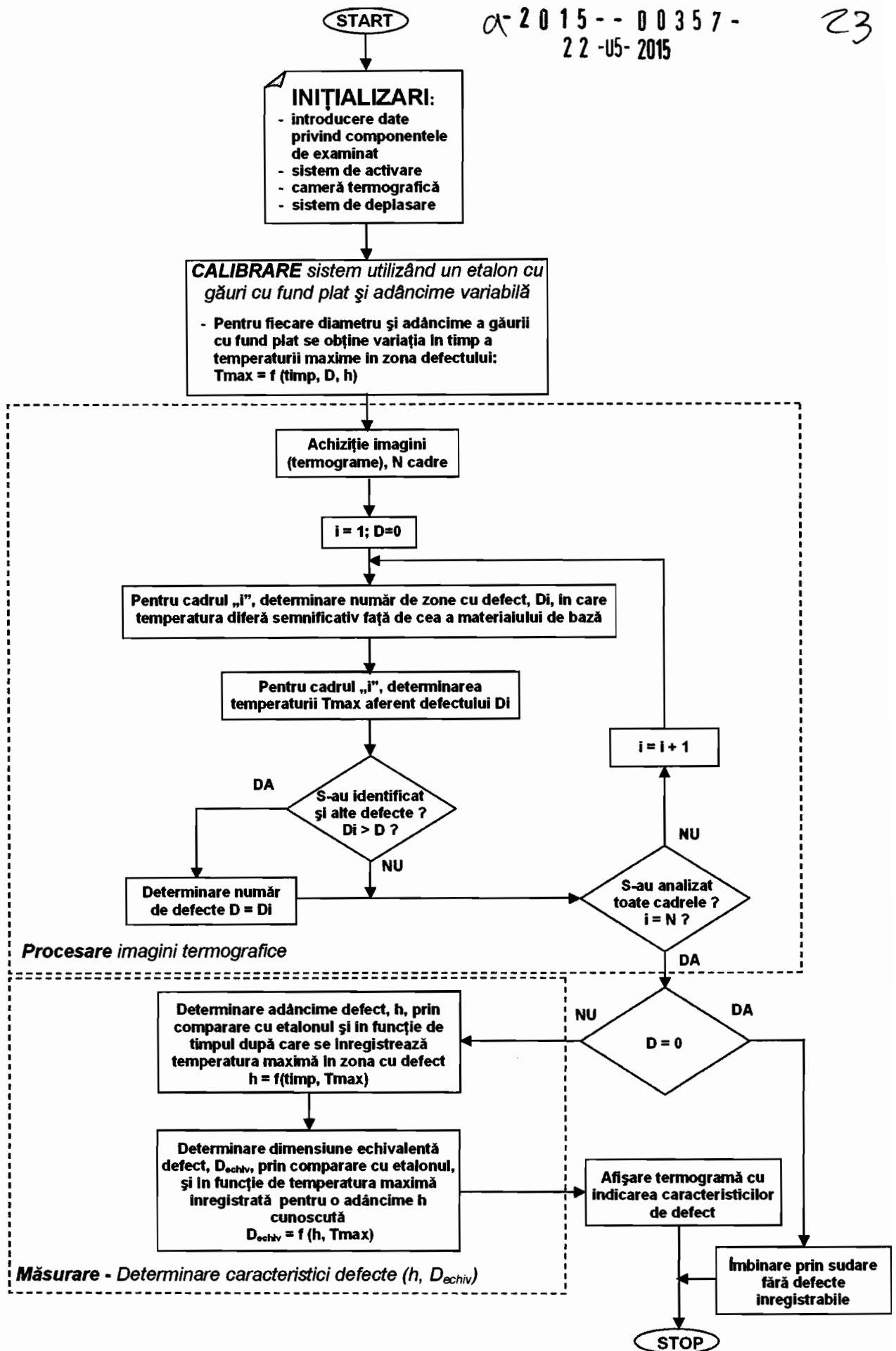


Figura 3

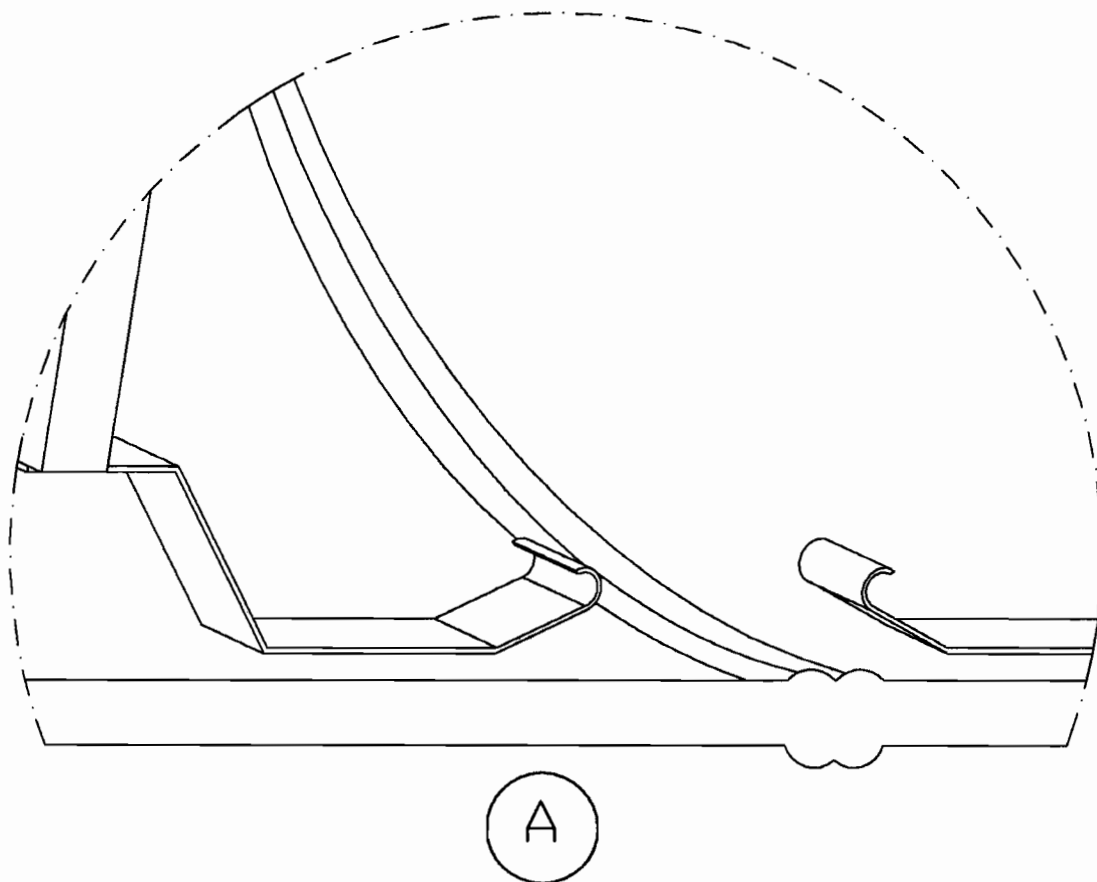
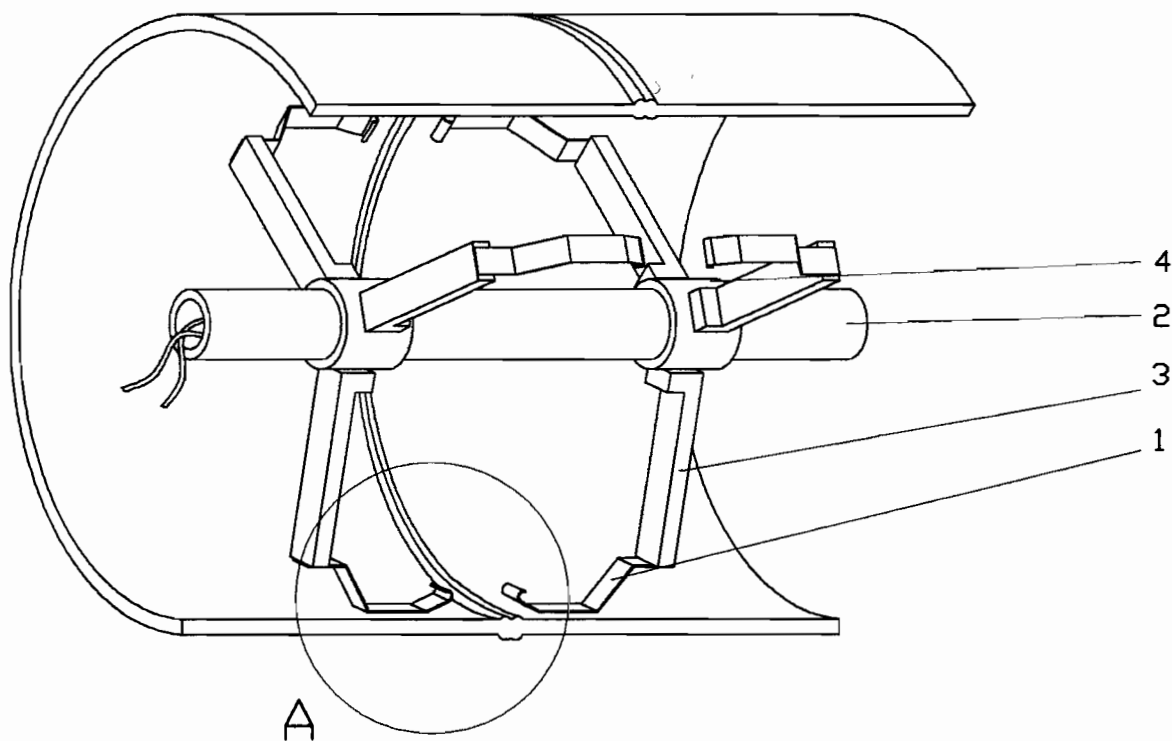


Figura 4

Revendicări

1. Metodă de evaluare calitativă și cantitativă a imperfecțiunilor de sudare la țevi și fittinguri din materiale termoplastice **caracterizată prin aceea că**, este concepută în scopul evaluării imperfecțiunilor de sudare la țevi și fittinguri din materiale termoplastice îmbinate cap la cap prin procedeul cu element încălzitor drept sau profilat, sau prin alte procedee de sudare prin rezistență electrică (electrofuziune), pentru îmbinări suprapuse cu manșon sau pentru îmbinări de tip șa (derivație), metodă ce poate fi aplicată pentru diferite materiale termoplastice și care constă în compararea imaginilor termice ale imperfecțiunilor (termograme) obținute prin termografie activă cu o sursă de radiații în infraroșu, cu imaginile termice ale setului de etaloane cu defecte simulate cu dimensiuni cunoscute de tip gaură cu fund plat, utilizând un algoritm adecvat, conform figurii 3, de procesare inteligentă cadru cu cadru a imaginilor digitale obținute prin termografie activă, care permite determinarea numărului de zone cu defecte în care temperatura locală diferă semnificativ față de cea a materialului de bază, determinarea poziției și adâncimii fiecărui defect identificat în funcție de temperatura maximă și timpul după care se înregistrează temperatura maximă în zona cu defect, precum și determinarea dimensiunii echivalente a defectului, în funcție de temperatura maximă înregistrată pentru o adâncime de defect cunoscută.

2. Sistem de examinare nedistructivă a țevilor și fittingurilor sudate din materiale termoplastice, conform figurii 1, **caracterizat prin aceea că** utilizează metoda de evaluare calitativă și cantitativă conform revendicării 1 pentru identificarea, poziționarea și evaluarea mărimii defectelor de sudare a țevilor și fittingurilor din materiale termoplastice, permite prescrierea parametrilor de examinare prin intermediul unui ecran sensibil la apăsare (2), realizează gestionarea tuturor funcțiilor sistemului prin intermediul automatului programabil (1) și a evenimentelor prin intermediul blocului intrări evenimente (4), realizează calibrarea automată utilizând un set de etaloane cu defecte simulate cu dimensiuni cunoscute de tip găuri cu fund plat (15) realizate din diferite materiale termoplastice conform revendicării 3, realizează prin intermediul modulului de comunicație (3) comanda sistemului de deplasare și rotire (10) precum și comanda sistemului de activare (7) fixat pe un sistem demontabil flexibil de centrare (11) realizat conform revendicării 4, permite vizualizarea imaginilor provenite de la camerele video miniaturale (8), vizualizarea imaginilor termografice aferente produsului de examinat, provenite de la o cameră termografică (5), respectiv a îmbinării sudate dintre componentele (13) și (14), achiziția și prelucrarea datelor pe baza unui algoritm de calcul adecvat și stocarea / memorarea acestora utilizând un mediu de stocare (6) sau computerul portabil (16).

3. Set de etaloane realizat conform figurii 2, **caracterizat prin aceea că** este realizat din diferite materiale termoplastice, aceleași cu materialele din care sunt realizate produsele ce urmează să fie controlate din punct de vedere calitativ, este o componentă a sistemului de examinare nedistructivă a țevilor și fittingurilor sudate din materiale termoplastice, realizat conform revendicării 2 și permite realizarea calibrării acestuia, prin intermediul unor imperfecțiuni simulate de tip găuri cu fund plat, cu localizări, diametre și adâncimi cunoscute, utilizând un algoritm adecvat.



4. Sistem demontabil flexibil de centrare realizat conform figurii 4, subansamblu al sistemului de examinare nedistructivă a țevilor și fittingurilor sudate din materiale termoplastice, realizat conform revendicării 2, care se utilizează pentru centrarea sistemului de activare în interiorul țevilor și fittingurilor sudate din materiale termoplastice, **caracterizat prin aceea că** este compus dintr-un suport (2) care poate fi rigid (în cazul țevilor) sau elastic (în situația când sunt controlate piese de tip fitting), pe care se fixează, prin intermediul manșonului (4), un subansamblu format dintr-un set de elemente de fixare (3) cu lungimi diferite în funcție de diametrul interior al componentei de examinat, ce prezintă prinderi corespunzătoare pentru elemente elastice (1), care, prin forma constructivă a lor permit trecerea peste bavurile interioare rezultate în urma procesului de sudare, întregul sistem demontabil flexibil putându-se deplasa, prin împingere ori tragere, în interiorul componentei de examinat.

