

ASOCIAȚIA ROMÂNĂ DE EXAMINĂRI NEDISTRUCTIVE



Nr. 2
2014

*European Conference
on Non-Destructive Testing
(ECNDT), Praga,
6 - 10 oct. 2014*



EXAMINĂRI NEDISTRUCTIVE





Membri de Onoare

Dr.ing. Iulian Panaitescu - președinte

Comitet Director al ARoEND

Ing. Mioara Andrei

Dr. fiz. Camelia Avădanei

Dr. ing. Anton Coroianu

Fiz. Nicolae Doniga

Ing. Cristian Jivu

Prof. univ. Alexandrina Mihai

Dr. fiz. Vasile Popa

Ing. Adrian Stanciu

Dr. fiz. Stănică Vasiliu

Biroul Executiv al ARoEND

Dr. ing. Anton Coroianu

Fiz. Nicolae Doniga

Ing. Adrian Stanciu

Președinte ARoEND

Ing Adrian Stanciu

COMITET ȘTIINȚIFIC

Dr. fiz. Camelia Avădanei

Dr. ing. Anton Coroianu

Fiz. Nicolae Doniga

Ing. Cristian Jivu

Prof. univ. Alexandrina Mihai

Dr. fiz. Vasile Popa

Dr. fiz. Adriana Savin

Dr. fiz. Marian Soare

Prof. univ. Florin Ștefănescu

Dr. fiz. Stănică Vasiliu

Asociația Română de Examinări Nedistructive – ARoEND – este o asociație profesională, fără scop lucrativ, neguvernamentală, independentă și non-profit. ARoEND are statut propriu de funcționare și sediul în str. Șoldanului nr. 7, bloc 137, scara A, apart. 4, sector 4, Buc., cod fiscal RO 6222677.

În cadrul ARoEND din anul 1998 a fost înființat și funcționează un organism independent de certifi-care a personalului care efectuează examinări nedistructive - DEPARTAMENT DE CERTIFICARE – ARoEND, DC – ARoEND.

Obiectivul DC este dezvoltarea unei scheme de certificare a personalului END și de menținere și extindere a acesteia pentru toate metodele END solicitate de zonele interesate ale industriei. DC – ARoEND are o structură organizatorică și administrativă care respectă cerințele standar-dului SR EN ISO/IEC 17024.

Politica Organismului de Certificare va fi făcută publică prin apariția pe site-ul ARoEND și prin difuzarea în cadrul simpoziunelor organizate de asociație.

ARoEND

Offers the opportunity both for association members and for specialists interested in the Non destructive testing, to use pages of the journal to publish:

- Opinions and news from their own field of activity or, generally on NDT.
- Announcements about technical and/or scientific events.
- NDT – related advertisements, such as: requests and offers of equipment, supply and demand of jobs etc.
- Scientific and technical papers, typed according some requirements that will be communicated at request.

Additional informațion and details:

Ing. Adrian Stanciu

Tel./fax: 0040213325843

E-mail: aroend@aroend.ro,

ego_adrian@yahoo.com

INFO

În perioada 10 – 12 Iunie 2015 va avea loc a XXII – a ediție a Simpozionului Internațional al ARoEND.

Mamaia - Constanța

Comitetul de redacție

prof. univ. dr. ing. Alexandrina Mihai

ing. Adrian Stanciu

fiz. Nicolae Doniga

dr. fiz. Camelia Avădanei

ing. George Nicolescu

Doamnelor, Domnilor,

Stimați colegi,

Acum, la sfârșitul anului 2014, putem aprecia că cele mai importante evenimente ale anului în activitatea ARoEND au fost: participarea la a XI-a Conferință Europeană de Control Nedistructiv (ECNDT) care s-a desfășurat la Praga în perioada 6-10 octombrie și cea de a XXI ediție a Simpozionului Internațional al asociației, din 11-13 iunie, organizat la Mamaia.

Cea de a XI-a Conferință ECNDT, de la Praga, a fost organizată de Societatea cehă de control nedistructiv (CNDT) și a fost un eveniment de mare succes pentru comunitatea europeană NDT.

Conferința a inclus un program tehnic și științific prezentându-se cele mai recente evoluții din domeniul cercetării și dezvoltării, precum și aplicarea NDT în toate domeniile majore industriale.

Expoziția organizată în colaborare cu conferința a evidențiat legătura strânsă dintre cercetare și dezvoltare, precum și echipamentele și instrumentele utilizate în industrie.

Conferința de la Praga a satisfăcut așteptările participanților și organizatorilor în toate aspectele-cheie: program tehnico-științific, expoziție, întâlniri între specialiști, adunări generale ale EFNDT și ICNDT și prezență. A oferit oportunități unice de stabilire de contacte și schimburi de experiență și idei între participanți și vizitatori, o prezență de peste 1500 de delegați, însoțită de expoziție impresionantă de tehnici și servicii NDT. Programul celor cinci zile a inclus mai mult de 40 de secții specializate pe toate domeniile de NDT / NDE, o serie de ateliere de lucru, întâlniri ale Academiei NDT, EFNDT, ICNDT, grupuri ISO NDT etc.

Asociația Română de Examinări Nedistructive - ARoEND a participat cu stand la acest eveniment deosebit (este a treia participare a asociației din România, după Copenhaga 1998 și Berlin 2006) și a fost reprezentată de ing. Adrian Stanciu și fiz. Niculae Doniga.

În data de 07 octombrie 2014 am participat la Adunarea Generală a EFNDT, iar în ziua de 09 octombrie 2014 la Adunarea Generală a ICNDT, adunări la care s-a prezentat raportul de activitate al Federației Europene și al Consiliului Internațional NDT și s-au discutat o serie de probleme legate de activitatea grupurilor de lucru, evenimente viitoare și prezentarea de rapoarte a unor societăți naționale NDT. Consider participarea ARoEND la Conferința Europeană de la Praga, 2014 ca un succes deosebit, având în vedere contactele stabilite cu o serie de participanți, expozanți și delegații ale societăților NDT. Urmează un nou an plin de speranțe, un an în care vom sărbători aniversarea a XXV de ani de la înființarea ARoEND cu ocazia organizării celei de a XXII-a ediții a Simpozionului Internațional la Mamaia, în perioada 10-12 iunie 2015.

Vă rugăm pe Dumnezeuastră ca membri ARoEND, dar și pe Managerii, specialiștii în domeniu și toate persoanele interesate, să fiți alături de noi la acest eveniment din viața Asociației Române de Examinări Nedistructive.

Vă invităm de asemenea să deveniți membri și membri susținători ai ARoEND!

Adrian Stanciu



Cuprins

LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE

Retrospectivă 2014	
Ing. Adrian Stanciu	1
Impactul estimat al transpunerii și implementării Directivei 2013/ 59 / Euratom asupra radioprotecției în practicile de examinare nedistructivă cu radiații penetrante	
The estimated impact of the transposition and implementation of the Directive 2013/59 / Euratom on the radiation safety in radiographic non-destructive testing practices	
Dr. Ing. A. Coroianu	3
Detectarea și determinarea mărimii defectelor situate pe suprafețe interioare fără acces utilizând tehnica avansată de examinare ultrasonică cu unde Creeping, aplicată sudurilor cap	
Detection and sizing of defects on the inside non access surfaces using advanced UT- Creeping Waves Techniques, applied to butt welds examination	
Ing. Teodor Trancă	6
Filtre electrice utilizate la examinarea nedistructivă prin curenți turbionari	
Electric filter used in eddy current Non-Destructive Testing	
Dr. fiz. Stănică Vasiliu	11
Inspecția termografică în condiții de exterior	
Outdoor thermographic inspection	
A. Mihai, F. Ștefănescu, G. Neagu, A. Dumitrache Rujinski	15
Detectia și evaluarea coroziunii în tuburi cu diametre mari ale schimbătoarelor de căldură prin imagistică ultrasonică și metode complementare de examinare vizuală și prin curenți turbionari. Aplicație la inspecția tuburilor răcitoarelor de tip "Borsig Quench Cooler"	
NDE Detection and Sizing of Corrosion in Large Diameter Heat Exchanger Tubes by Ultrasonic Imaging and Complementary Visual and Eddy Currents Methods. Application on Borsig Quench Cooler Tubing Inspection	
Dr. Fiz. Marian Soare	22

INFORMAȚII ȘTIRI OPINII

ÎN CE CONSTĂ ?

TEHNICA PHASED ARRAY	
Mugurel Dorian Vrapciu , Nivel III, UT/EN ISO 9712	28
METODA FLUXULUI DE DISPERSIE	
Dr. Fiz. Mihaela Kant	29
TOFD	
Mugurel Dorian Vrapciu , Nivel III – UT/EN ISO 9712	30
METODA RECONSTRUCȚIEI IMAGINII	
Dr. Fiz. Camelia Avădanei	31
Comunicat ARoENd	33
Certificarea NDT a personalului de către ARoENd este recunoscută în țările semnatare ale acordului inițiat de ICNDT	33
Codul de etică al persoanelor certificate de ARoENd	38



Impactul estimat al transpunerii și implementării Directivei 2013/59 / Euratom asupra radioprotecției în practicile de examinare nedistructivă cu radiații penetrante

The estimated impact of the transposition and implementation of the Directive 2013/59 / Euratom on the radiation safety in radiographic non-destructive testing practices

Dr. Ing. A.Coroianu - MBT

Abstract

The main changes introduced by the transposition and implementation of the Directive 2013/59 / Euratom into national legislation, which impact of the radiographic NDT practice are presented.

The main actions taken to transpose the Directive 2013/59 / Euratom at international and national level and their schedule are presented. The regulations to be modified or completed during the transposition and implementation process are estimated and the involvement of NDT professionals in the public debate of the respective regulations is recommended.

1. Introducere

DIRECTIVA 2013/59/EURATOM A CONSILIULUI din 5 decembrie 2013 de stabilire a normelor de securitate de bază privind protecția împotriva pericolelor prezentate de expunerea la radiațiile ionizante și de abrogare a Directivelor 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom și 2003/122/ Euratom [1] trebuie transpusă în legislația statelor membre ale Comunității Europene până la data de 6 februarie 2018. În cadrul directivei 2013/59/EURATOM au fost introduse noile recomandări ale ICRP din Publicația 103 [2] și ale standardului AIEA GRS - Part 3 [3].

2. Principalele modificări introduse de noua directivă cu implicații în examinările nedistructive cu radiații penetrante

În prezent Legea Nr.111/1996 privind desfășurarea în siguranță, reglementarea, autorizarea și controlul activităților nucleare, cu modificările și completările ulterioare [4], Norme de radioprotecție operațională privind desfășurarea practicii de control nedistructiv cu radiații ionizante (NSR-10) [5] și Normele Fundamentale de Securitate Radiologică (NSR-01) [6] reglementează desfășurarea examinărilor nedistructive cu radiații penetrante (END-RP).

Principalele noutăți introduse de directiva 2013/59 sunt cele legate de clasificarea expunerilor în 3 tipuri: Situații de expunere planificată, Situații de expunere existente și Situații de expunere în urgență. Se introduc deasemenea 3 categorii de expunere: Expunerea profesională, Expunerea medicală și Expunerea populației. Pentru fiecare tip de situație de expunere, cerințele sunt grupate în funcție de categoria de expunere: profesională, medicală, a populației.

Principiul justificării practicii este accentuat prin precizări clare: "Beneficiul net trebuie să fie mai mare decât detrimentul"; "Se vor autoriza numai practicile justificate"; "În cazul expunerilor non-medicale trebuie stabilită răspunderea pentru decizia privind justificarea".

Principiul optimizării cuprinde "Aplicarea de constrângeri pentru doze și risc" și "Trebuie stabilite constrângeri de doză", prevederi existente în NSR-01. Se utilizează de obicei în procesul de optimizare în END-RP o constrângere de 10 mSv/an, respectiv 200 μSv/săptămână.

Principiul limitării dozelor se aplică în continuare cu modificarea limitei de doză pentru cristalin la 20 mSv/an de la 150 mSv/an cât este actualmente prevăzut în NSR-01. O altă noutate în noua directivă este introducerea noțiunii de "Imagistica non medicală" clasificată în două mari grupe care:

- Se desfășoară într-o locație medicală, pentru care se utilizează echipamente medicale de radiologie, sub supravegherea unui radiolog care și interpretează imaginea pentru:
 1. evaluarea radiologică a sănătății în vederea angajării;
 2. evaluarea radiologică a sănătății în scopuri legate de migrație;
 3. evaluarea radiologică a sănătății în scopuri legate de asigurări;
 4. evaluarea radiologică a dezvoltării fizice a copiilor și adolescenților în vederea urmării unei cariere în sport, dans etc.;

5. evaluarea radiologică a vârstei;
 6. utilizarea radiațiilor ionizante pentru identificarea obiectelor ascunse în corpul uman.
- Nu utilizează echipamente radiologice medicale și utilizează expunerea la radiații ionizante pentru:
 1. detectarea obiectelor ascunse în corpul uman sau atașate de acesta;
 2. detectarea persoanelor ascunse, ca parte a inspecției încercăturii;
 3. scopuri juridice sau de securitate.

În aceasta categorie sunt echipamentele de scanare cu radiații penetrante din aeroporturi, punctele vamale și de trecere a frontierei sau cele de securitate. Noua directivă acordă o atenție deosebită pentru justificarea acestor practici și pentru ambele cazuri, ca noutate, directiva prevede: "se furnizează informații și se obține consimțământul persoanei care urmează să fie expusă, permițând în același timp autorităților de aplicare a legii să intervină fără consimțământul persoanei, în conformitate cu legislația națională". Controlul surselor de mare activitate, care sunt utilizate în gamagrafie, este prezent în secțiunea 2 a capitolului IX a directivei 2013/59 și va aduce modificări în Normele privind sursele orfane și controlul surselor închise de mare activitate, NSR-16 [7] prin garanția financiară ce va trebui asigurată de producător, furnizor sau utilizatorul acestora pentru a se asigura colectarea, tratarea și depozitarea finală a surselor uzate sau a surselor orfane. Secțiunea 3 a capitolului IX al directivei impune un plan național de acțiune pentru identificarea, colectarea și tratarea surselor orfane, iar CNCAN ca autoritate competentă, în cooperare cu Agenția Nucleară și de Deșeuri Radioactive ce vor completa strategia națională și prevederile din Ordonanța Guvernului Nr.11/2003, republicată, privind gospodărirea în siguranță a deșeurilor radioactive [8]. În domeniul situațiilor de urgență, Art. 53, al directivei 2013/59, stabilește limitele de doză pentru expunerea profesională de urgență, mai mari decât cele actuale:

- "1. Statele membre se asigură că expunerile profesionale de urgență rămân, ori de câte ori este posibil, sub valorile limitelor de doză prevăzute la articolul 9" (20 mSv);
- "2. Pentru situațiile în care condiția sus-menționată nu este fezabilă, se aplică următoarele condiții:
 - a) nivelurile de referință pentru expunerea profesională de urgență se stabilesc, în general, sub o doză efectivă de 100 mSv;
 - b) în situații excepționale, pentru a salva vieți, a preveni efectele grave ale radiațiilor asupra sănătății sau dezvoltarea condițiilor catastrofice, poate fi stabilit un nivel de referință pentru o doză efectivă din radiația externă a lucrătorilor în situații de urgență mai mare de 100 mSv, dar care să nu depășească 500 mSv".

Se pune accentul pe pregătirea personalului de intervenție și pe înțelegerea riscurilor acțiunilor de intervenție la care și-a dat acordul să participe. Se va asigura monitorizarea dozei încasate de personalul de intervenție și o supraveghere medicală specială a acestora. Aceste noutăți, vor fi transpuse în noile norme fundamentale de securitate radiologică și vor necesita refacerea planurilor în situații de urgență.

În laboratoarele de END va fi necesară cunoașterea nivelului de radon la locurile de muncă, stabilit de directiva 2013/59 în Ar. 54. Nivelul de referință este stabilit la 100 Bq/mc. Se vor efectua măsurători în conformitate cu planul național stabilit de fiecare stat pentru identificarea locurilor de muncă cu un nivel de referință depășit. Controlul reglementat este noua noțiune a Directivei 2013/59, tratată în Secțiunea 2 a acesteia, care are o abordare graduală a controlului de reglementare în funcție de justificarea practicii și riscul asociat: exceptate, notificate sau autorizate prin înregistrare sau autorizare. Aceste prevederi ar permite simplificarea procesului de autorizare și frecvența inspecțiilor în funcție de riscul practicii respective. Am putea exemplifica cu cabinele închise de END cu radiații X, la care debitul dozei de radiații la suprafață este sub 1 μ Sv/h și care au obținut aprobarea de tip (ASRP) pentru care ar fi suficientă notificarea la CNCAN. Înregistrarea se poate aplica pentru celelalte practici de END cu radiații X și autorizarea să se mențină numai pentru END ce utilizează surse închise de mare activitate.

3. Principalele acțiuni demarate pentru transpunerea Directivei 2013/59/EURATOM

La nivel internațional în aprilie acest an, Comisia Europeană a stabilit planul pentru transpunerea în țările membre a noii directive:

- 2014 – General Workshop;

- 2015 - 2016 - Topical Workshops;
- 2016 - 2017 - Elaborarea legislațiilor naționale de către țările membre;
- 6 nov. 2017- Termenul limită pentru trimitere la CE - pentru evaluare a legislației naționale de transpunere a directivei, cu 3 luni înainte de termenul final de transpunere, din 6 febr. 2018.

La nivel național a fost înființată o comisie interministerială care va analiza și propune modalitatea de transpunere a directivei în legislația națională, din care fac parte reprezentanții CNCAN, ca autoritate competentă în domeniul nuclear și cei din celelalte ministere implicate.

În paralel CNCAN, ca autoritate națională competentă în domeniul reglementării, autorizării și controlului activităților nucleare a acționat prompt prin demararea unor studii privind impactul Directivei 2013/59/EURATOM asupra legislației naționale și propuneri de transpunere a acesteia, inclusiv optimizarea legislației nucleare prin conceptul "better regulation" și introducerea în proiectul de asistență cu Norvegia și AIEA a elaborării proiectului legislativ de transpunere a acestei directive.

Societățile profesionale au început dezbateri pe această temă. Exemplificăm prin recenta Conferință Națională a Societății Române de Radioprotecție din oct. a.c. consacrată acestui subiect în care au fost dezbătute prevederile noii directive, cu opinii și propuneri interesante, la care au participat reprezentanții ai organismului de reglementare, ai ministerelor implicate în domeniul nuclear, utilizatori din diferite domenii, cercetători și cadre didactice implicate în pregătirea personalului din domeniul nuclear [9].

4. Concluzii

- Sistemul de reglementare și autorizare din România este în general coerent, nu ar trebui radical modificat, dar pot exista simplificări și înlăturări ale unor suprapuneri, pe care directiva le permite;
- Directiva nu aduce modificări de substanță sistemului de control de reglementare, deci și reglementările ce vor transpune această directivă vor completa sau modifica cu noile prevederi enunțate mai sus reglementările existente; Estimăm, ca o părere personală, modificări și completări ale Legii 111/1996, o nouă Normă Fundamentală de Radioprotecție și una de Proceduri de Autorizare, care să simplifice procesul de autorizare și să întărească controlul de reglementare prin abordarea graduală; Vor apărea și modificări ale normelor de intervenție în situații de urgență, dozimetrie și a celor de supraveghere a stării de sănătate a expușilor profesionali;
- Actele normative propuse, ce vor transpune directiva în legislația națională, conform practicii legislative, vor fi supuse dezbaterii publice și ONG sau persoanele fizice pot face observații și sugestii pertinente. Așa că urmăriți cu atenție site-ul CNCAN unde sunt și vor fi prezente inițiativele legislative din domeniu: www.cncan.ro

5. Bibliografie

1. Directiva 2013/59/EURATOM A Consiliului din 5.12.2013, Jurnalul Oficial al UE, L13, Vol 57, 17 ian 2014;
2. Recomandările din anul 2007 ale Comisiei Internaționale de Protecție Radiologică, ICRP publ 103, Fundația Horia Hulubei & IFIN-HH - Centrul de Pregătire și Specializare în Domeniul Nuclear, București, 2010;
3. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements Parts 3, No. GRS Part 3, IAEA;
4. Legea Nr.111/1996 privind desfășurarea în siguranță, reglementarea, autorizarea și controlul activităților nucleare, cu modificările și completările ulterioare, Versiunea actualizată la 01.02.2014;
5. Norme de radioprotecție operațională privind desfășurarea practicii de control nedistructiv cu radiații ionizante, Monitorul Oficial al României, partea I-a, Nr.873/2003;
6. Norme Fundamentale de Securitate Radiologică aprobate prin Ordinul președintelui CNCAN Nr.14/2000 și publicate în monitorul Oficial al României, partea I, nr. 404 din 29.08.2000;
7. Normele privind sursele orfane și controlul surselor închise de mare activitate, aprobate prin Ordinul preș. CNCAN Nr. 356/2005 și publicate în Monitorul Oficial al României, partea I-a, Nr.1109/ 08.12.2005;
8. Ordonanța Guvernului Nr.11/203, privind gospodărirea în siguranță a deșeurilor radioactive, republicată, Monitorul Oficial al României, partea I-a, în la 21.04.2010;
9. Societatea Română de Radioprotecție, Conferința Națională, Actualități în radioprotecție: Directiva Consiliului Europei 2013/59/Euratom, Program, Lucrări selectate, Editura Etna, octombrie 2014.

Detectarea și determinarea mărimii defectelor situate pe suprafețe interioare fără acces utilizând tehnica avansată de examinare ultrasonică cu unde Creeping, aplicată sudurilor cap la cap

Detection and sizing of defects on the inside non access surfaces using advanced UT-Creeping Waves Techniques, applied to butt welds examination

Ing. Teodor TRANCĂ

Abstract

Once an inner-diameter (ID) connected crack has been detected using a standard or specification scanning requirements then the height of the crack needs to be evaluated. The sizing methods use the dB drop methods e.g. 6 dB and 20 dB or the last significant echo method (LSE). Another method that can be used for finding the height of the ID connected flaw is to apply the creeping wave technique using a single crystal probe. These methods of advanced flaw sizing techniques use refracted longitudinal and shear waves to determine the height of the crack.

1. Introducere

O dată detectată o fisură situată pe un diametru interior (ID), prin utilizarea unei metode ultrasonice standard, înălțimea acestei fisuri trebuie evaluată. Modalitatea uzuală de evaluare folosește metoda celor 6 / 20 dB. O altă metodă care poate fi utilizată pentru a determina înălțimea unei discontinuități deschise pe diametrul interior este tehnica undelor Creeping folosind un traductor monocristal. Aceasta metodă avansată de control folosește undele refractate longitudinale și transversale pentru a determina înălțimea fisurii.

2. Descrierea traductorului monocristal emițător de unde Creeping

2.1. Traductorul monocristal de unde Creeping are rolul de a emite unde longitudinale înclinate la 70° în materialul de examinat. Ca urmare a unghiului de incidență folosit pentru obținerea acestor unde la 70° , se creează și alte moduri de unde (fig. 1). Aceste diferite moduri de unde interacționează creând oscilograme caracteristice a căror formă variază în funcție de cât de adânc este pătruns defectul în material.

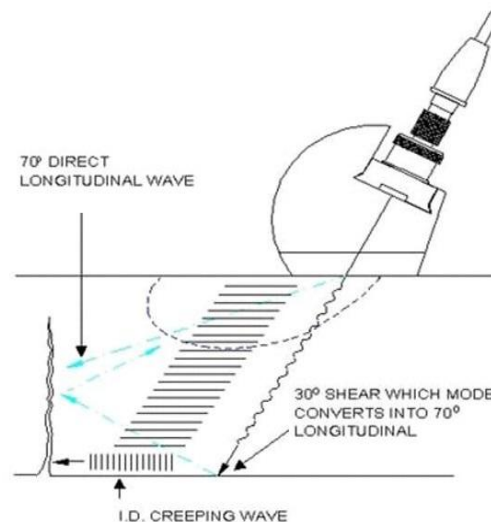


Fig. 1. Generarea undelor Creeping.

Comportamentul fiecăreia dintre aceste componente se poate clasifica în următoarele trei categorii:

Unda longitudinală directă. Aceasta este o undă refractată la 70° care, după o scurtă și simplă procedură de calibrare, pune în evidență doar fisurile foarte adânci.

Unda transversală (30-70-70). În paralel cu unda longitudinală de 70° , este generată și o undă transversală cu înclinația de 30° . Unda transversală de 30° lovește suprafața opusă examinării și se reflectă ca o undă longitudinală de 70° . Aceasta undă de 70° obținută prin conversie de mod va lovi reflectorul și se va propaga apoi către traductor. Acest parcurs închis este cunoscut ca semnal "30-70-70" după valorile unghiurilor parcursului triunghiular al ultrasunetelor. Acest semnal apare la valori ale adâncimii fisurii mai mari de jumătate din grosimea materialului.

Undele Creeping de pe suprafața interioară: Acest mod de undă este în esență o undă longitudinală de sub suprafață care se propagă de-a lungul suprafeței interioare a piesei examinate. Semnalul dat de unda Creeping este considerat ca un marker care evidențiază în mod cert existența unei discontinuități deschise la suprafață.

3. Calibrarea folosind traductorul de unde Creeping

Relativa simplitate a implementării tehnicii cu unde Creeping poate fi atribuită faptului că atât calibrarea cât și evaluarea indicațiilor pot fi cu greu bazate doar pe simplul concept de recunoaștere a formei indicațiilor. În general, semnalele create de cele trei forme de undă vor fi prezente sau absente pe display-ul defectoscopului depinzând de natura și geometria reflectorului.

Calibrarea implică poziționarea a doua dintre cele trei ecouri: undele Creeping și semnalul 30-70-70. Se recomandă că aceasta să se facă pe un bloc de referință de aceeași grosime cu materialul de examinat (fig. 2). În scopul estimării adâncimii fisurilor inspectate, în blocul de referință se vor practica creștături cu adâncimea între 20% și 80% din grosimea materialului. Blocul va fi folosit pentru a produce indicații pentru toate cele trei moduri de undă. La calibrare, semnalul dat de parcursul 30-70-70 se va poziționa la diviziunea 4 a ecranului, iar semnalul dat de undă Creeping, la diviziunea 5 (fig. 3).

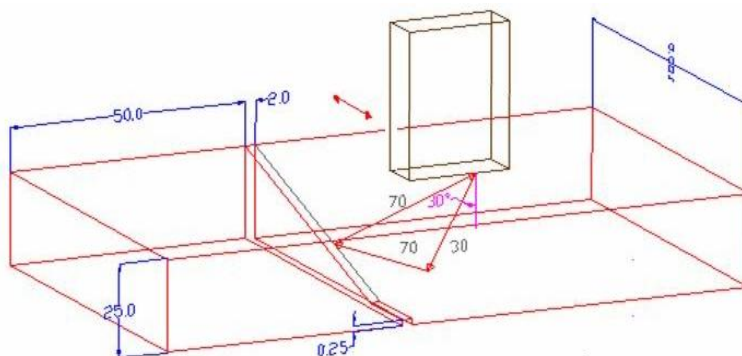


Fig. 2. Bloc de referință.

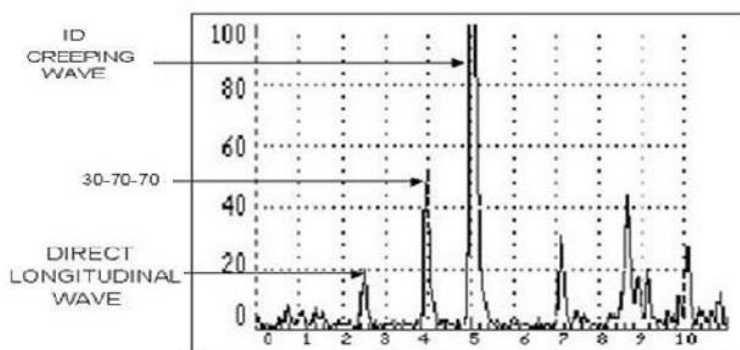


Fig. 3. Semnale provenite de la cele trei categorii de unde.

După ce această relație a fost stabilită, procesul de detecție și discriminare a semnalelor folosind

traductorul de unde Creeping poate incepe. Datorită energiei relativ mari a fasciculului de unde Creeping, cât și faptului ca undele au un traseu relativ închis la suprafața interioară, acesta este foarte sensibil la defectele deschise pe aceasta suprafață. Cu toate acestea, deoarece undele Creeping nu sunt niște adevărate unde de suprafață, nu urmează exact geometria suprafeței interioare și sunt mai puțin sensibile la reflectori cum ar fi suprainaltarea rădăcinii, care provoacă un puternic semnal atunci când se folosește un traductor convențional cu unde transversale. Din acest motiv, operatorul poate reevalua semnale caracterizate inițial ca defecte, scanând piesa numai pentru defecte suspecte a fi deschise la interior.

Traductorul de unde Creeping va permite operatorului să obțină informații preliminare despre discontinuitate deoarece fiecare dintre modurile de unda vor apărea doar în anumite condiții. Adâncimea relativă a unui reflector va determina care semnal este recepționat de traductor.

Prezentarea din figura 4 arată un semnal obținut doar de la undele Creeping de pe suprafața interioară. Aceasta indică prezența unui defect superficial.

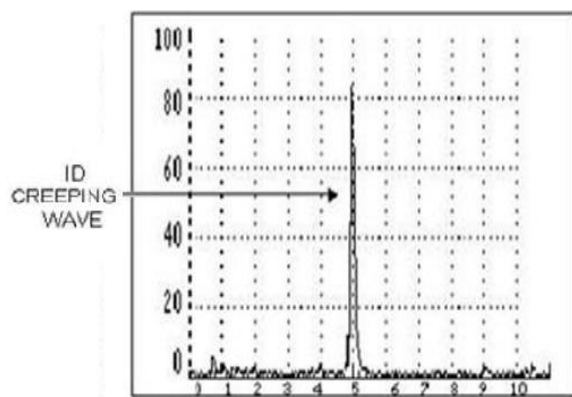


Fig. 4. Semnal obținut doar de la undele Creeping.

Prezentarea din figura 5 arată atât semnalul de la undele Creeping interioare cât și semnalul 30-70-70. Aceasta indică prezența unui defect adânc până la jumătatea peretelui.

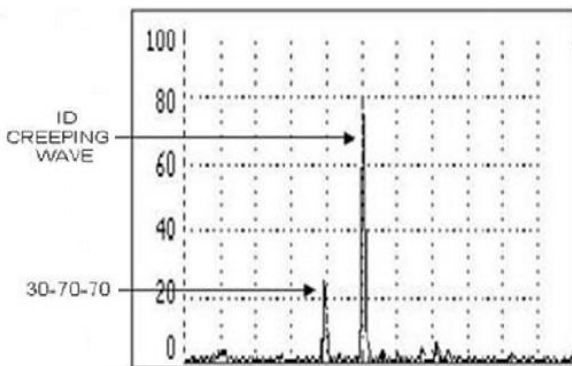


Fig. 5. Semnalul de la undele Creeping interioare și semnalul 30-70-70.

Prezentarea din figura 6 arată toate cele trei semnale.

Sunt prezente aici undele Creeping interioare, semnalul 30-70-70 și unda longitudinală directă. Aceasta din urmă indică prezența unei fisuri adânci.

Ca orice altă metodă ultrasonică și aceasta are limitele ei. Semnalele de la cele trei moduri de undă pot avea diferite amplitudini, relația dintre acestea depinzând de frecvența traductorului, caracteristica de atenuare, mărimea cristalului și grosimea materialului care trebuie examinat.

De foarte multe ori, tipul metalului examinat sau actuala geometrie a diametrului exterior pot schimba unghiul de incidență și astfel să schimbe raportul dintre amplitudinile ecourilor. Acesta este motivul pentru care se folosește un bloc de referință adecvat în această tehnică de examinare. Datorită acestor posibile variații, această tehnică este considerată doar o estimare calitativă.

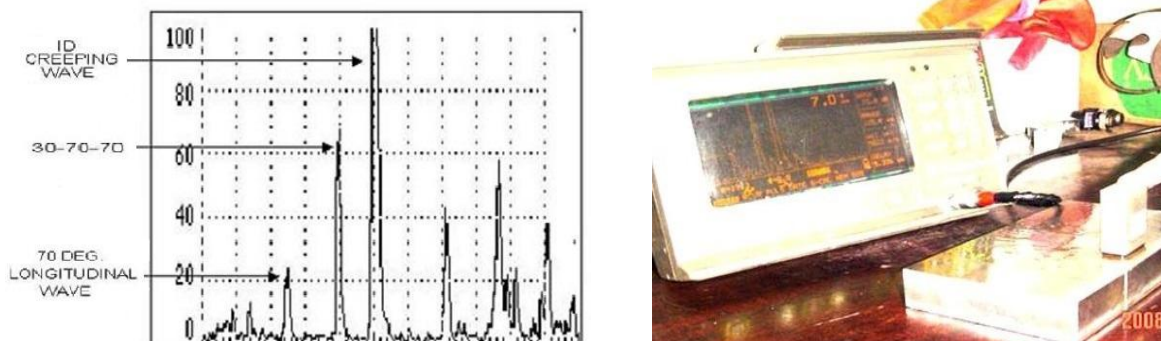


Fig. 6. Semnale provenite de la: undele Creeping interioare, 30-70-70 și unda longitudinală directă.

Relația dintre ecouri dă o foarte bună indicație în ceea ce privește adâncimea aproximativă a defectului, dar pentru verificarea adâncimii reflectorului se vor folosi și alte tehnici.

4. Tehnica de evaluare. Folosirea diagramelor de evaluare

Rezultatele obținute folosind tehnica undelor Creeping interioare poate fi sintetizată în diagrame de evaluare. Aceste diagrame pot fi folosite pentru a îndruma operatorul către o tehnică corectă folosită în această fază a controlului.

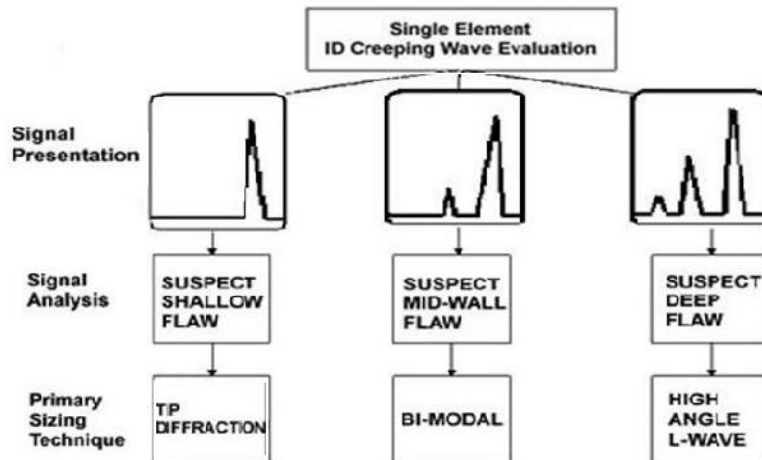


Fig. 7. Diagramă de evaluare.

5. Domeniu de aplicabilitate

Undele ultrasonice de tip Creeping sunt produse prin propagarea undelor longitudinale cu unghi mare de incidență în material într-un punct situat sub traductor. Deoarece undele Creeping nu sunt altceva decât unde de compresie cu unghi mare de incidență, direcția de deplasare a particulelor este aceeași cu direcția de propagare a undei. Așadar, nu se produc deplasări în planul materialului și undele sonice nu sunt afectate de fluidele aflate pe suprafață, făcând inspecția posibilă fără să fie nevoie să se îndepărteze apa sau alt cuplant folosit.

Prin analiza formelor de undă apărute pe ecranul unui defectoscop în prezentare 'A', în timpul examinării, raportate la formele de undă obținute pe un bloc de referință special destinat acestei aplicații, se pot determina caracteristicile geometrice ale unei discontinuități, deschisă la o suprafață interioară.

Figura 8 prezintă sudura de închidere tipică pentru vase sub presiune la care construcția vasului nu permite control radiografic, fiind înlocuit cu control ultrasonic (ASME VIII, div. 1, art UW 11). Singura metodă fiabilă de a determina diferență între indicația dată de geometrie și indicația unui defect este să se compare "distanța proiectată redusă" față de axa sudurii.

Dacă "**distanța proiectată redusă**" trece de axa sudurii, indicația este probabil dată de **geometrie**.

Dacă "**distanța proiectată redusă**" este în fața axei sudurii, indicația poate fi reflecția unui **defect**.

Prin examinare cu unde Creeping se elimină interpretările false provenite de la semnalele date de supraînălțarea interioară a sudurilor de închidere a vaselor sau se pot evalua semnale provenind de la discontinuități aflate pe suprafețe interioare fără acces, depistate în cursul inspecțiilor periodice "in service".

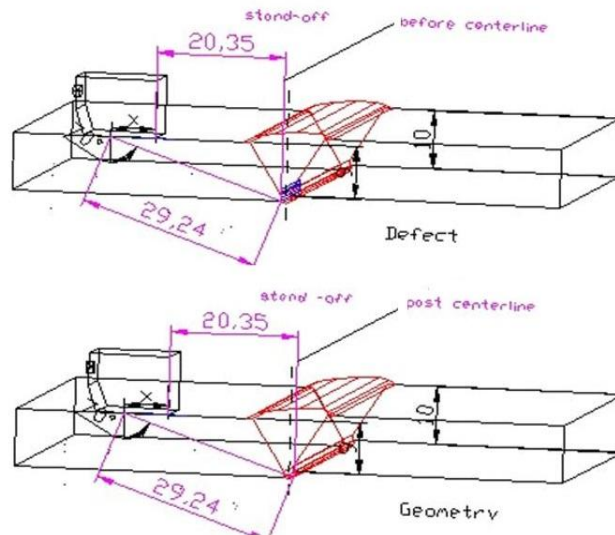
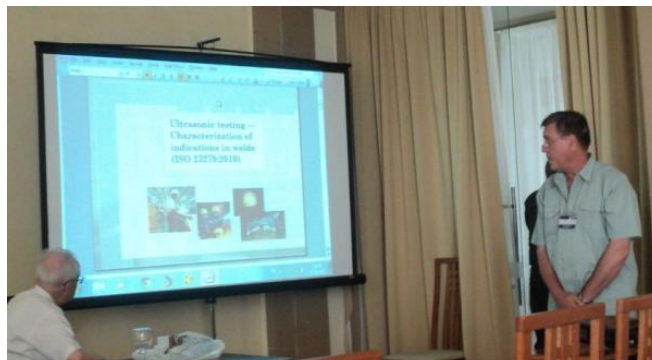


Fig. 8. Examinarea unei suduri de închidere.

6. REFERENCES

- [1] Wood R.A. MCIC Report, 1972:165.
- [2] Chen F.Y. et al. Proceedings of the International Conference on Ti Products and Applic., 1986:174-180.
- [3] Zheng K.S. et al. Proceedings of the 14th World Conference on Non-destructive Testing, New Delhi, December 8-13, 1996:633-637.
- [4] Erhard A, Kroening E. Material prufung, 1984, 26(9):323-326.
- [5] Ravenscroft F, Hill R. et al. Proceeding of the 7th ECNDT. Copenhagen, 1998, vol.1, 653.
- [6] Liu Xiaduo, Nondestructive Testing Technique, 1982, 3(27); 14-16.
- [7] Edited and translated by Li Keming, Foreign Nondestructive Testing, 1985, 5(2): (total 2215) 5-9.
- [8] Beck K.H. Materials Evaluation, 1991:49(7):875-882.A



Filtre electrice utilizate la examinarea nedistructivă prin curenți turbionari

Electric filter used in Eddy Current Non-Destructive Testing

Dr. fiz. Stănică Vasiliu

Abstract

The paper contains a classification and presentation of electrical filters. The aim of the paper is informative for specialists in the field of eddy currents examinations.

1. Introducere

Așa cum sunt definite în telecomunicații, filtrele electrice sunt dispozitive alcătuite din elemente pasive – rezistoare, bobine și condensatori – montate în configurații de tip T , Π sau Γ , care au rolul de a permite undelor electromagnetice să treacă sau să fie blocate pe o bandă sau alta de frecvențe. În funcție de banda de transmisie sau de blocare, filtrele electrice se împart în patru categorii, și anume:

- filtre trece jos** (FTJ), cu banda cuprinsă între frecvența zero și o frecvență numită frecvența de tăiere, f_c ; frecvențele din intervalul (f_c, ∞) sunt atenuate;
- filtre trece sus** (FTS), banda de trecere fiind (f_c, ∞) ;
- filtre trece bandă** (FTB), banda de trecere fiind între f_{c1} și f_{c2} ;
- filtre oprește bandă** (FOB), cu banda de atenuare (f_{c1}, f_{c2}) .

În figura 1 sunt prezentate cele trei tipuri de filtre electrice (tip T , Π și Γ), iar în figura 2 sunt desenate caracteristicile de atenuare ale filtrelor FTJ, FTS, FTB și FOB.

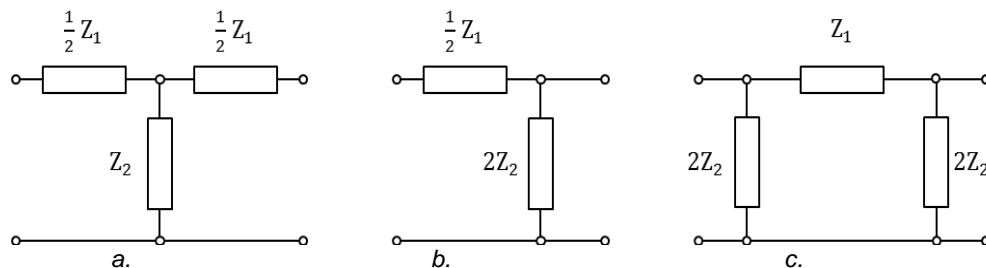


Fig. 1. Filtre electrice: a - tip T ; b - tip Γ ; c - tip Π .

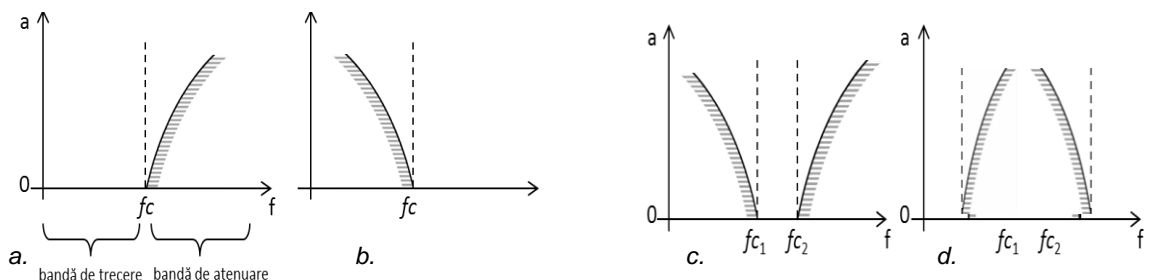


Fig. 2. Caracteristicile de atenuare ale filtrelor: a - FTJ; b - FTS; c - FTB; d - FOB.

În general, fronturile de atenuare nu sunt abrupte (verticale) – a se vedea figura 2; unele frecvențe sunt slab atenuate. Pentru atenuare cu fronturi mai abrupte sunt folosite filtre derivate în m , atât în serie, cât și în paralel (fig. 3). (Filtre m – derivat serie și filtre m – derivat paralel, unde m este un număr real, cuprins între zero și unu; $[m \in (0, 1)]$). La aceste filtre atenuarea devine maximă pentru frecvența zero sau infinită). Trebuie să amintim că filtrele electrice se pot clasifica și după modul de conectare al elementelor folosite, cum ar fi bobine, condensatori, materiale piezoelectrice sau după tipul de conectare: în punte, simetrice, nesimetrice etc.

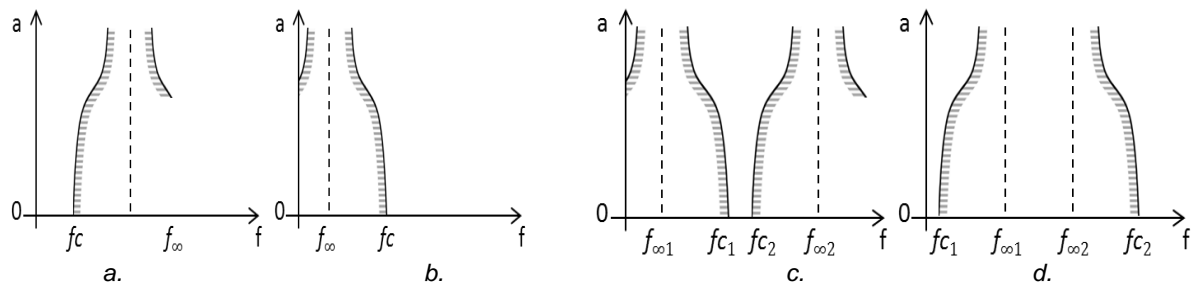


Fig. 3. Caracteristicile de atenuare ale filtrelor m -derivat: a - FTJ; b - FTS; c - FTB; d - FOB

Un tip de filtru electric destul de răspândit este filtrul tip K (fig. 4), realizat din celule Π și T , în care produsul impedanțelor Z_1 și Z_2 este constant ($Z_1 \cdot Z_2 = K$). Dacă Z_1 și Z_2 sunt formate din câte un singur capacitor sau o singură inductanță, atunci sunt filtre trece jos sau filtre trece sus. Pentru a realiza filtre trece bandă (fig. 5) și oprește bandă (fig. 6), circuitele trebuie să fie formate din bobine și condensatori serie sau paralel.

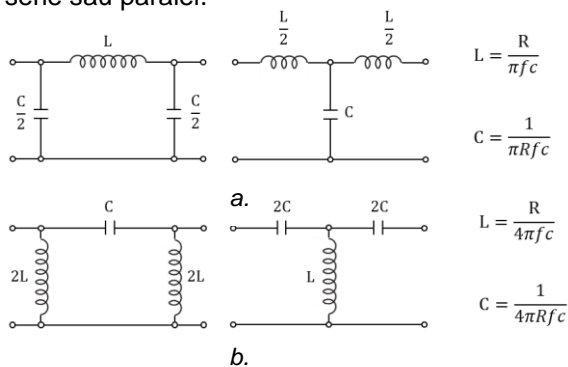


Fig. 4. Filtre tip K , cu celule Π și T ($k = \text{constant}$): a - trece jos; b - trece sus.

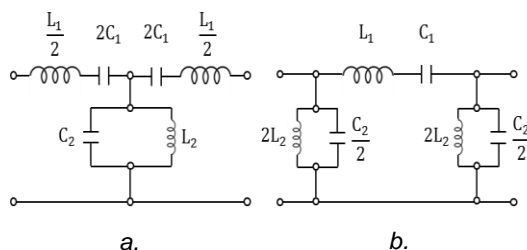


Fig. 5. Filtre tip K : a - trece bandă cu celule T ; b - trece bandă cu celule Π .

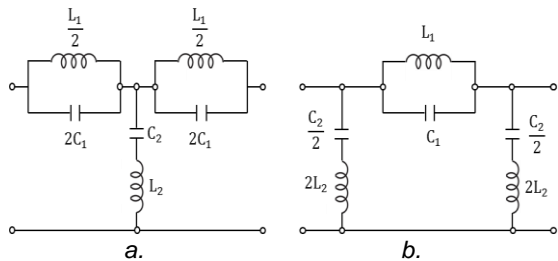


Fig. 6. Filtre oprește bandă tip K : a - T ; b - Π .

În figura 7 sunt prezentate două filtre m -derivat serie, cu o celulă T simplă și una cu impedanțe modificate, așa cum se specifică mai jos - celulă Π . Dacă impedanțele din brațul serie al celei T se înmulțesc cu o constantă, m , iar brațul paralel se înlocuiește cu o impedanță egală cu:

$$Z_2/m + Z_1(1 - m^2)/4m,$$

unde $m \in \mathbb{R}$, cu valori în intervalul $m \in (0, 1)$,

obținându-se un filtru m -derivat serie, ce se va adapta cu alt filtru m -derivat serie sau K -constant, evident, cu o structură de celulă T . Cele două filtre m -derivat paralel cu o celulă Π simplă și una cu impedanțele din brațele paralele înmulțite cu constanta $1/m$, iar impedanța Z_1 din brațul serie înlocuită cu două impedanțe, mZ_1 și $4mZ_2/(1 - m^2)$, conectate în paralel, sunt prezentate în figura 8.

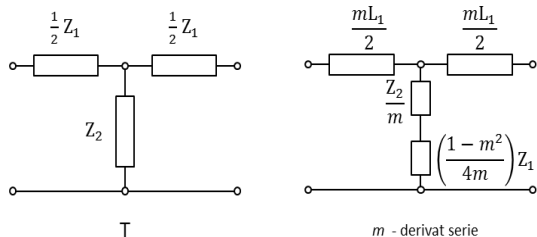


Fig. 7. Filtre m -derivat serie.

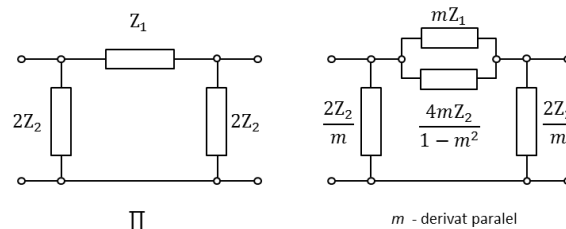


Fig. 8. Filtre m -derivat paralel.

Noul filtru m – derivat paralel se va adapta cu orice alt filtru m – derivat paralel sau filtru K – constant, cu structură de celulă Π . În figura 4a sunt prezentate filtrele trece jos (FTJ), tip K , cu celule Π și T , cu semnale $f > f_c$, cu atenuări.

Aceste filtre se pot calcula cu relația: $a = 2 \ln \{f/f_c + [(f/f_c)^2 - 1]^{1/2}\}$.

Dacă atenuarea a este mai mică decât cea necesară – de exemplu, a_1 – se va mări numărul de celule în serie care să verifice relația $n \geq a_1/a$.

La filtrele trece sus (FTS), atenuarea are forma $a = 2 \ln \{f_0/f + [(f_0/f)^2 - 1]^{1/2}\}$.

Filtrele tip K și m – derivat sunt formate din celule Π și T . La aceste configurații (celule) – Π și T – impedanțele caracteristice, care depind de frecvență, au formulele:

$$Z_T = [Z_1 Z_2 (1 + Z_1 / 4 Z_2)]^{1/2} \quad \text{și} \quad Z_{\Pi} = [Z_1 Z_2 / (1 + 4 Z_2)]^{1/2}$$

În figurile 9 și 10 sunt prezentate filtre tip K , K – constant, trece sus, respectiv trece jos, iar în figurile 11 și 12 filtre tip K , trece bandă și oprește bandă.

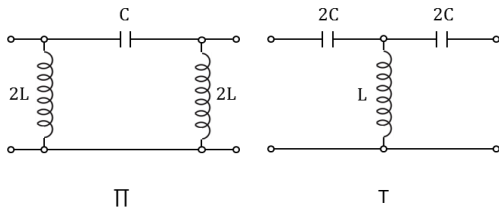


Fig. 9. Filtre trece sus tip K , K constant.

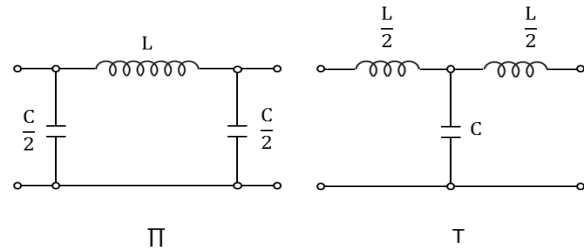


Fig. 10. Filtre trece jos tip K , K constant.

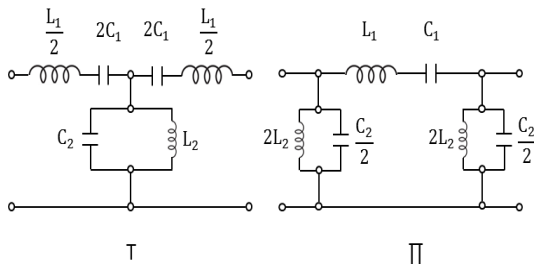


Fig. 11. Filtre trece bandă tip K .

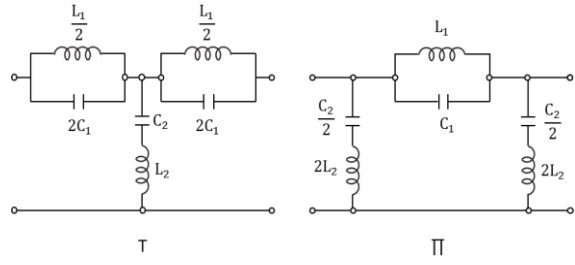


Fig. 12. Filtre oprește bandă tip K .

MIC DICȚIONAR SELECTIV

- Admitanță** = 1. (Elt.) Mărime egală cu inversul impedanței unui circuit electric. 2. (Elt.) Mărime caracteristică pentru un circuit electric de curent alternativ, egală cu raportul valorilor efective (eficace) ale curentului și tensiunii aplicate circuitului. Admitanța este mărimea reciprocă a impedanței. 3. (Y) Modulul admitanței se calculează cu formula $Y = (G^2 + B^2)^{1/2}$, unde G este conductanța, iar B susceptanța. Unitatea de măsură este *siemens* (S), reprezentând conductanța unui conductor, a cărei rezistență electrică este un *ohm*. (În Marea Britanie se utilizează sinonimul *mho*.)
- Amplificare** = 1. (Gen.) Mărire. 2. (Fiz. Tehn.) Operația de mărire a valorilor unei mărimi fizice cu ajutorul energiei furnizate de o sursă de energie separată. 3. Amplificare (A), mărire a amplitudinii tensiunii (A_n), puterii (A_p) sau intensității (A_i) unui curent electric pe seama energiei unei surse de alimentare. Se exprimă cantitativ prin raportul mărimilor de același fel la ieșirea și intrarea amplificatorului. Când se exprimă în unități logaritmice – decibeli sau neperi – poartă denumirea de câștig (G).
- Cuadripol** = (Elt.) Sistem de circuite electrice cu două borne de intrare și două borne de ieșire.
- Decibel (dB)** = Unitate de măsură a amplificării, atenuării etc., ce exprimă logaritmic raportul dintre amplitudinile (A_1 și A_2) sau puterile (P_1 și P_2) a două semnale: $N [dB] = 20 \lg (A_2/A_1) = 10 \lg (P_2/P_1)$.
- Frecvență (f)** = Mărime ce caracterizează fenomenele periodice, fiind egală cu inversul perioadei. Se măsoară în *hertzi* (Hz).
- Impedanță (Z)** = Mărime caracteristică circuitelor electrice de curent alternativ, egală cu raportul dintre tensiunea eficace la bornele circuitului, prin care trece un curent alternativ și intensitatea eficace a acestuia. Mărimea ei se calculează cu formula $Z = (R^2 + X^2)^{1/2}$, unde R este rezistența ohmică a circuitului, iar X reactanța. Se măsoară în *ohmi* (Ω).

- Impedanță caracteristică** = 1. (Elt., Tele.) Impedanță care, montată la capătul unei linii electrice uniforme, face ca la celălalt capăt al liniei să manifeste o impedanță identică. 2. I.c. este numeric egală cu impedanța de intrare a unei linii cu lungime infinită. Este egală cu formula $Z_0 = (L_1/C_1)^{1/2}$, în care L_1 și C_1 sunt inductanța și, respectiv, capacitatea unității de lungime. 3. Se numește impedanță caracteristică (Z_0) a unui filtru media geometrică a impedanțelor de intrare, măsurate cu ieșirea în scurtcircuit și în gol.
- Inductanță (L)** = Mărime ce caracterizează fenomenul de inducție electromagnetică dintr-un circuit electric, egală cu raportul dintre fluxul magnetic (Φ) prin conturul unui circuit și intensitatea I a curentului care produce acest flux. Se măsoară în *henry* (H). *Henry*-ul reprezintă inductanța unei bobine cu o spirală care, fiind străbătută de un curent continuu cu intensitatea de un *amper*, produce un flux magnetic propriu de un *weber*. *Weber*-ul (Wb), unitatea de măsură a fluxului magnetic, reprezintă fluxul creat de un câmp magnetic omogen, de inducție magnetică egală cu un *tesla*, printr-o suprafață cu aria de un metru pătrat, normală la vectorul inducție.
- Inducție magnetică (B)** = Mărime fundamentală ce caracterizează câmpul magnetic într-un anumit mediu, reprezentând densitatea de flux magnetic măsurată pe o suprafață normală la liniile de câmp magnetic. Este numeric egală cu produsul dintre intensitatea H a câmpului magnetic și permeabilitatea magnetică μ a mediului. Se măsoară în *tesla* (T); (tolerat – gauss).
- Intensitatea câmpului magnetic (H)** = Mărime vectorială ce caracterizează câmpul magnetic creat de magneți permanenți sau curenți electrici, fiind independentă față de proprietățile magnetice ale mediului. Se măsoară în *amperi / metru* sau *amperi* spire pe metru.
- Ohm (Ω)** = Unitatea de măsură a rezistenței și a impedanței. Rezistența unui conductor parcurs de un curent electric constant, având intensitatea de un *amper*, când la capetele acestuia este aplicată o tensiune de un *volt*.
- Permeabilitate (μ)** = Mărime ce caracterizează proprietățile magnetice ale unui mediu, egală cu raportul dintre inducția magnetică B și intensitatea câmpului magnetic H , în mediul respectiv. Unitatea de măsură este *henry / metru*.
- Perioada (T)** = 1. (Fiz.) Interval de timp după care se repetă un fenomen, reproducându-se consecutiv valorile unei mărimi caracteristice acelu fenomen; secundă. 2. (Fiz.) Intervalul minim de timp după care se reproduc, în aceeași ordine, aceleași valori ale unei mărimi periodice.
- Reactanță (X)** = Mărime caracteristică circuitelor de curent alternativ, a cărei existență este condiționată de prezența elementelor reactive (bobine, capacitatoare). Poate fi inductivă (X_L) sau capacitivă (X_C). Se măsoară în *ohmi*.
- Selectivitate** = Proprietatea unui sistem receptor de a permite separația între anumite limite a undelor de frecvențe diferite ale emisiunilor de radiocomunicație.
- Susceptanță** = Raportul B dintre reactanța X și pătratul impedanței Z ale unui circuit electric de curent alternativ. Se măsoară în *siemens*; unitate de măsură a conductanței și admitanței, reprezentând conductanța unui conductor a cărui rezistență electrică este de un *ohm*.
- Șunt** = Rezistență montată în derivație pe un aparat, pentru a reduce intensitatea curentului care îl traversează.

Bibliografie

- [1] G. IONESCU, V. IONESCU, *Automatica de la A la Z*, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1987
 [2] K. SCHIEBOLD, T. KNÖLL, *Defectoscopie prin curenți turbionari*, Vol. VIII, traducere din limba germană © Castell – Publication Inc. Wuppertal 2007. Traducători: Dipl. Fiz. Nicolae Doniga, E.R. Zeeman.
 [3] *** *Dicționar Enciclopedic Român*, Vol. I – IV, Ed. Politică, București, 1962
 [4] *** *Dicționar Politehnic*, Ed. Tehnică, București, 1967
 [5] *** *Radiorecepția de la A la Z*, Ed. Albatros, București, 1982



Inspecția termografică în condiții de exterior

Outdoor thermographic inspection

A. Mihai, F. Ștefănescu, G. Neagu, A. Dumitrache Rujinski
Universitatea POLITEHNICA din București, fac. IMST și SIM

Abstract

NDT specialists may ask: when and under what circumstances thermographic inspection is advantageous among other methods of non-destructive examination? This paper is mainly aimed at highlighting the particularities of the examination by infrared thermography in outdoor conditions.

1. Introducere

Anul acesta, conferința *The 12th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography - QIRT 2014*, desfășurată la Bordeaux, Franța în luna iulie (fig.1), a reunit personalități importante ale lumii științifice internaționale din domeniul metodelor termice de examinare (X. Maldague – Canada, G. Bussé – Germania, A. Salazar – Spania, D. Balageas și J.C. Batsale – Franța, B. Wiecek – Polonia, V. Vavilov – Rusia ș. a.). Începând cu anul 1992, Conferința Internațională despre Termografia Cantitativă în Infraroșu este un forum internațional care reunește specialiști din industrie și mediul academic cu preocupări în domeniul noutăților științifice, a metodelor și tehnicilor experimentale și, desigur, în privința echipamentelor utilizate în Inspecția Termografică. Conferințele s-au derulat succesiv la: Paris (1992), Sorrento (1994), Stuttgart (1996), Lodz (1998), Reims (2000), Brussels (2004), Padova (2006), Krakow (2008), Quebec (2010), Naples (2012) și în 2014 la Institutul de Inginerie și Mecanică din Bordeaux. Subiectele abordate în cadrul acestei conferințe au fost structurate după cum urmează:

- Biomedical Applications
- Calibration and Metrology
- Civil Engineering & Buildings
- Environment
- Fluid Dynamics & Energetics
- Image & Data Processing
- Induction Thermography
- Industrial Applications
- Microscale Applications
- Monitoring & Maintenance
- Multi Spectral IR and IR Signature
- NDE and NDE applied to composite structures
- Novel Techniques
- Thermographic Systems & Components
- Thermomechanics and Thermophysics
- Vibrothermography.



Fig. 1. QIRT, Iulie 7-11, 2014, la Institutul Mechanics & Engineering din Bordeaux.

Listarea acestor subiecte are un dublu scop, în primul rând informarea cititorilor revistei asupra conținutului conferinței și, în al doilea rând, informarea specialiștilor și cercetătorilor asupra domeniilor de interes pentru că subiectele abordate la această conferință de înalt nivel reflectă bine orientarea interesului actual în lume în privința acestei metode de examinare nedistructivă.

În prezent, inspecția termografică se aplică cel mai frecvent în domeniile: medicină, inginerie civilă și clădiri, mediu, energetică pentru investigații și mentenanță. Includerea termografiei în infraroșu printre metodele de examinare nedistructivă larg utilizate în lume este de dată destul de recentă și aplicabilitatea este destul de limitată având în vedere unele particularități ale metodei. Preocupările specialiștilor se îndreaptă spre evaluarea gradului de incertitudine care se poate asocia inspecției termografice, stabilirea unor criterii care stau la baza alegerii echipamentelor dintr-un sistem de examinare (există o gamă foarte largă de echipamente, cu prețuri care variaza de la câteva zeci de

Euro și până la echipamente care costa sute de mii de Euro), identificarea unor criterii care să permită evaluarea situațiilor concrete în care utilizarea inspecției termografice este recomandabilă.

Specialiștii în examinări nedistructive își pot pune întrebarea: când și în ce situații inspecția termografică este avantajoasă alături de celelalte metode?

Examinările nedistructive au ca principal scop detectarea - identificarea – localizarea – măsurarea defectelor (imperfecțiunilor, discontinuităților) produselor și materialelor utilizând un agent de investigare (fig. 2): ultrasunete, radiații, lichide, câmp magnetic etc.

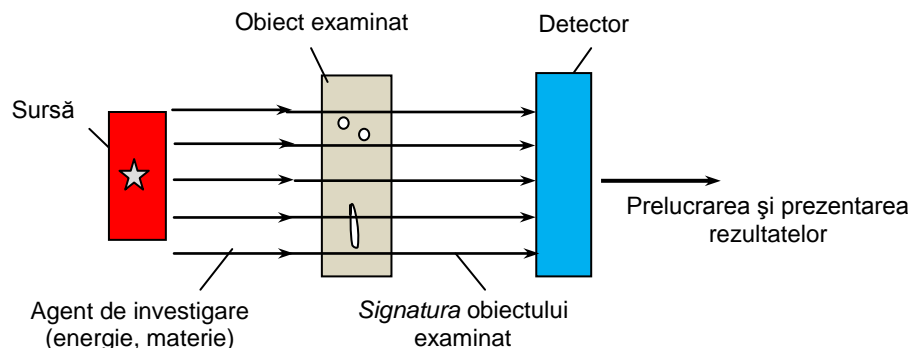


Fig. 2. Schema de principiu a metodelor clasice de examinare nedistructivă.

Majoritatea metodelor de examinare necesită, fie un contact direct cu produsul examinat: lichide penetrante, particule magnetice, majoritatea tehnicilor cu ultrasunete, fie cel puțin o apropiere de acesta: examinarea cu radiații penetrante, curenți turbionari sau tehnica de examinare cu ultrasunete în imersie. O metodă care permite examinarea de la distanță mare, de ordinul metrilor, zecilor de metri sau chiar la distanță mai mare este examinarea vizuală care poate fi aplicată în asociere cu aparate optice care măresc imaginea sau o preiau din locuri inaccesibile direct, cu endoscoape sau prin camere de luat vederi. Examinarea vizuală are o limitare importantă prin faptul că suprafață examinată trebuie să fie luminată și lumina reflectată, purtătoare de informații, este o bandă de lungimi de undă foarte îngustă, din spectrul radiației electromagnetice și anume, domeniul cuprins între $0,38 \mu\text{m}$ și $0,78 \mu\text{m}$.

Principalul avantaj al inspecției termografice îl constituie posibilitatea examinării de la distanță mare a unor suprafețe mari (neluminate), în timp scurt. Investigația termografică este comparabilă cu fotografierea sau filmarea obiectului investigat, cu precizarea că se valorifică o altă porțiune a spectrului radiației electromagnetice, învecinată domeniului vizibil și anume, domeniul de lungimi de undă cuprins între $0,78 \mu\text{m}$ și $1000 \mu\text{m}$. Dacă în această privință cele două metode se aseamănă, principala diferență constă în sursa radiației valorificate. Radiația termică poate proveni și din interiorul produsului examinat și din reflexia radiației termice emisă de altă sursă.



Fig. 3. Dificultăți tipice în inspecția termografică: a. – la examinarea unei uși metalice, imaginea operatorului cu camera detectoare este reflectată; b. – imaginea în vizibil a unui perete pe care se proiectează umbra unui copac; c. - imaginea în infraroșu a peretelui din imaginea b, complicată din cauza umbrei.

Această particularitate are și avantaje și dezavantaje, astfel că, pe de o parte se pot culege informații și despre interiorul produsului, dar, pe de altă parte, poate produce efecte negative și îngreunarea interpretării informațiilor (fig. 3) – ceea ce reprezintă o limitare importantă a aplicabilității termografiei, întrucât obiectul examinat nu poate fi izolat termic.

Având în vedere complexitatea fenomenelor, operatorii trebuie să aibă cunoștințe temeinice despre fenomenele termice care stau la baza metodei. Detecția defectelor se bazează pe fenomenele termice manifestate la suprafața obiectului examinat, astfel încât analiza interiorului acestuia, prin interpretarea fenomenelor termice de suprafață, necesită cunoștințe multilaterale despre caracteristicile obiectului și despre modul de propagare a căldurii.

2. Examinarea la distanță

Examinarea la distanță este dependentă de condițiile din mediul înconjurător: temperatură, vânt, umiditate, radiație termică absorbită de atmosferă, întrucât radiația infraroșie emisă de obiect ajunge la detector după ce traversează un strat atmosferic. Având în vedere faptul că undele electromagnetice se propagă cel mai bine în vid este evident faptul că prezența oricărui mediu de propagare, diferit de vid, afectează în sens negativ transmiterea radiației. Detecția de la distanță este afectată de o serie de factori care depind de mediul în care este situat ansamblul obiect examinat - sistem termografic (fig. 4) și anume:

- obiectele existente, aflate la distanțe mici sau mai mari de obiectul examinat, caracterizate din punct de vedere termic de capacitatea lor de a reflecta radiația termică și de emisivitatea proprie;
- stratul atmosferic prin care se propagă radiația termică de la obiect la detector, caracterizat prin componența și prin dinamica sa în locul și în momentul examinării.

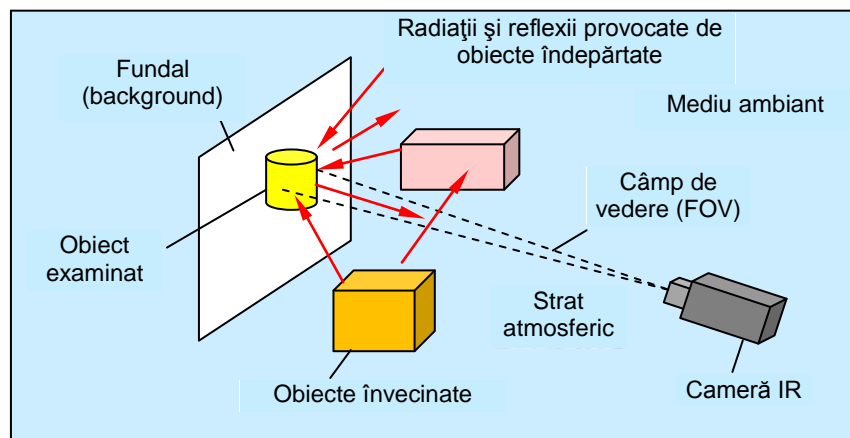


Fig. 4. Obiectul examinat în interacțiunea sa cu mediul înconjurător.

Pentru radiația infraroșie, atmosfera reprezintă un ansamblu de obstacole: molecule de gaz, conștuenți naturali ai atmosferei, apă în suspensie (brumă sau ceață), apă sub formă de precipitații (ploaie sau zăpadă), praf, fum, impurități, gaze de eșapament etc. Aceste obstacole provoacă, în principal, următoarele tipuri de efecte: atenuarea fluxului termic util, apariția unor radiații parazite și deformarea fasciculului emis de obiectul examinat ca urmare a turbulenței atmosferice.

În termografie, efectele mai sus menționate se manifestă la nivelul semnalului de ieșire prin degradarea raportului semnal/zgomot, determinând o diminuare a contrastului și apariția unor fluctuații temporale ale intensității semnalului, ceea ce, în final, conduce la dificultăți în interpretarea imaginii. În unele cazuri, dinamica atmosferei poate avea și efecte directe asupra scenei termice: vântul poate modifica temperatura obiectului examinat, iar ploaia sau zăpada pot modifica și aspectul acestuia.

Principalele gaze existente în atmosferă sunt:

- într-o proporție aproape fixă: azotul 78%, oxigenul 21%, restul fiind reprezentat de argon și, în concentrație mai mică: CO₂, CH₄, H₂, CO și altele (printre care se află și gaze inerte);
- într-o proporție puternic variabilă este ozonul, a cărui concentrație crește până la o altitudine

de 25.000 m, după care scade la altitudini mai înalte, ca și vaporii de apă și diverși compuși ai azotului și sulfului, care provin în principal din activități urbane și industriale.

Apa ocupă un loc deosebit de important, în primul rând pentru că proporția de vaporii de apă variază puternic în funcție de condițiile atmosferice și zona geografică.

Într-o atmosferă uscată, apa poate lipsi aproape complet din structura atmosferei, în timp ce într-o atmosferă maritimă poate atinge 2%. În acest ultim caz, proporția de apă scade rapid cu înălțimea, devenind cantitativ neglijabilă la peste 15.000 de metri înălțime. Pe de altă parte, apa ocupă un loc aparte datorită faptului că poate fi întâlnită sub toate cele trei stări de agregare posibile: gaz - vaporii, lichid - stropi de ploaie, solid - ace de gheață sau fulgi de zăpadă.

În atmosferă se mai găsesc în suspensie diverse particule de mărimi variabile, de la dimensiuni moleculare și până la cele ale unor granule vizibile cu ochiul liber: praf, fum sau particule vegetale (aerosoli) a căror prezență este puternic variabilă în timp. Aceste particule se mențin în suspensie un timp variabil, de la câteva minute până la mai multe zile sau chiar luni.

Dintre efectele produse ca urmare a interacțiunii radiației cu atmosfera, cel mai important este diminuarea intensității fasciculului (atenuarea intensității radiației) atunci când parcurge o anumită distanță prin atmosferă, pe baza absorbției și difuziei.

3. Absorbția și difuzia

Nivelul de manifestare a interacțiunii depinde de frecvența radiației. La frecvențe mari ale radiației electromagnetice se produc tranziții ale electronilor, în timp ce la frecvențe joase apare fenomenul de rotație și orientare a moleculelor. În domeniul radiației infraroșii, fiind la granița dintre cele două categorii de frecvențe, tranzițiile coexistă cu fenomenul de rotație și orientare a moleculelor. Absorbția, în domeniul infraroșu, este determinată de creșterea energiei interne (cinetice, de translație, rotație sau vibrație) a atomilor sau moleculelor prin transformarea unei părți din energia radiației. Oxigenul și azotul, componentele principale ale atmosferei, alcătuite din câte doi atomi, nu au moment polar și, din fericire, nu prezintă absorbție la nivelul radiației infraroșii. În schimb, bioxidul de carbon și vaporii de apă au o absorbție specifică, dependentă de lungimea de undă, de presiune și de temperatură.

Principalele domenii spectrale absorbite de către apă sunt: în jurul lungimii de undă de 2,6 μm , în domeniul 5,5 - 7,5 μm și peste 20 μm . În aceste domenii, absorbția este aproape totală dacă distanța străbătută de radiație este de circa 100 m.

Din punct de vedere al aplicațiilor termografiei, este important să se cunoască domeniile de lungimi de undă care sunt "lăsate să treacă" de către apă și de bioxidul de carbon. Aceste intervale poartă denumirea de ferestre atmosferice, intervale în care absorbția este foarte slabă.

În figura 5 este prezentată localizarea ferestrelor atmosferice, în urma traversării unui strat atmosferic cu grosimea de aproape 2 km și un nivel de umiditate mediu. În figură sunt evidențiate domeniile de absorbție ale celor două principale componente absorbante ale atmosferei: apa și bioxidul de carbon [4, 5].

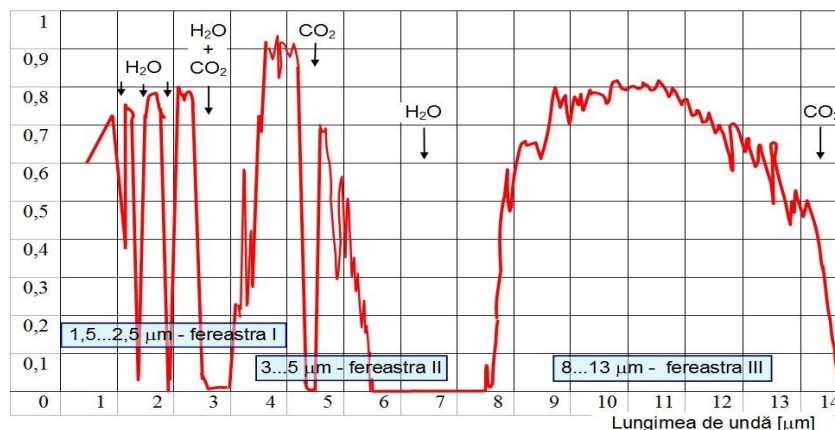


Fig. 5. Transmisia radiației infraroșii prin atmosferă și domeniile de absorbție corespunzătoare apei și bioxidului de carbon.

Principalele domenii de transmisie, importante în examinările termografice, sunt *ferestrele atmosferice*. În literatura de specialitate [1, 4, 5] sunt precizate trei ferestre atmosferice:

- fereastra atmosferică nr. I - banda spectrală cuprinsă între 1,5 și 2,5 μm ;
- fereastra atmosferică nr. II - banda spectrală cuprinsă între 3 și 5 μm ;
- fereastra atmosferică nr. III - banda spectrală cuprinsă între 8 și 13 μm .

Fereastra atmosferică numărul III prezintă o importanță practică deosebită, deoarece corespunde domeniului de lungimi de undă de maximă emisie termică a corpurilor la temperatura ambiantă. Fereastra numărul II va fi în schimb folosită pentru observarea obiectelor mai calde.

În figura 6 este prezentată configurația ferestrei numărul III pentru cazul în care umiditatea variază de la 50% la 90%, drumul străbătut prin atmosferă fiind de 1 km, vizibilitatea de 25 km, temperatura de 20°C și altitudinea egală cu zero.

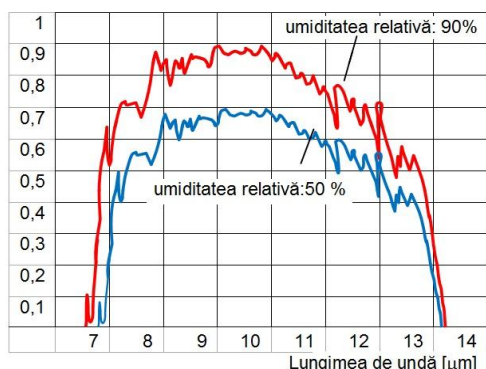


Fig. 6. Influența umidității asupra ferestrei atmosferice numărul III

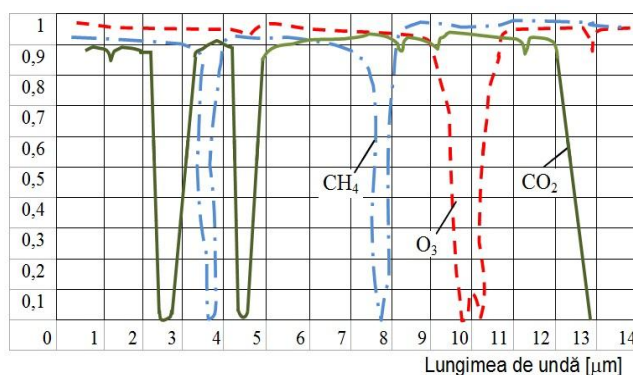


Fig. 7. Dependența absorbției de stratul de bioxid de carbon, gaz metan și ozon

La un drum străbătut de 10 km, în aceleași condiții ca mai sus, atmosfera lasă să treacă doar 20...30% din energia fasciculului emis în banda 8...13 μm . În figura 7 este prezentată absorbția determinată de prezența bioxidului de carbon, gazului metan și ozonului.

În domeniul absorbției sunt definite așa numitele benzi de absorbție, care sunt centrate în jurul unei frecvențe și care se reprezintă grafic prin curbe asemănătoare clopotului lui Gauss. La distanțe mici, de ordinul metrilor, absorbția cauzată de gazul metan, ozon și bioxidul de carbon poate fi neglijată.

În urma contactului cu diverse componente atmosferice, o parte din radiația infraroșie se dispersează (difuzează) după legi statistice, în toate direcțiile, ceea ce conduce la o diminuare a energiei radiației. Când în atmosferă există o concentrație importantă de particule solide: praf sau fum (aerosoli), studiul fenomenului de difuzie este complicat, întrucât trebuie luată în considerare difuzia multiplă, care constă în repetarea fenomenului de împrăștiere produs atunci când radiația optică, după ce a suferit o primă difuzie, intră din nou în contact cu alte particule. Evaluarea fluxului difuzat se face pe criterii statistice. Principalele componente atmosferice care produc difuzia sunt:

- *Moleculele de gaz*, cu mărimi care variază de la câțiva angstromi până la 10^{-3} μm .
- *Picăturile de lichid*, care sunt în principal picături de apă aflate în suspensie, sub diverse forme: *ceață* - particule mici, cu dimensiuni ce variază în funcție de umiditatea relativă a atmosferei, de la 10^{-2} la 10^{-1} μm , *pâclă* - diferită de ceață prin dimensiunile particulelor, mărimea fiind dependentă de mecanismul de formare, particulele de pâclă având diametre ce variază între 1...10 μm ; *nori* - particule lichide în suspensie, cu dimensiuni cuprinse în intervalul 10...100 μm ; *picături de ploaie* - particule de apă cu dimensiuni cuprinse între 30 și 1000 μm . În mediul urban, se adaugă diverși poluanți rezultați din procese industriale ca, de exemplu, vaporii de ulei.
- *Particule solide*, dintre care, mai frecvente sunt: zăpada - flocoane fine din ace de gheață, care pot avea dimensiuni de ordinul centimetrilor; particulele de praf antrenate de vânt, cristale de sare din mediul marin și diverse particule poluante: particule de carbon, fum sau compuși organici, cu diametre cuprinse între 10^{-2} μm și 100 μm .

Pentru particulele cu dimensiuni mult mai mari decât lungimea de undă a radiației, propagarea radiației se supune legilor opticii geometrice. Toate razele optice ce ajung la suprafața de separație a unui dioptru (o particulă de praf sau fum se comportă ca un dioptru) se împart într-o componentă care se reflectă și una care se refractă. Acest fenomen, care se produce mai întâi la prima incidență a fasciculului cu interfața particulei difuzante se repetă ori de câte ori fracțiunea de fascicul reflectată sau refractată întâlnește oricare altă suprafață de separație.

Legea exponențială de atenuare este valabilă în special în domeniul ferestrelor atmosferice, dar în domeniul absorbției complexe această lege poate fi foarte diferită. Dacă se ia în considerare cazul limită, în care domeniul spectral analizat este alcătuit din benzi spectrale ce sunt complet absorbite de anumite componente ale atmosferei sau benzi spectrale integral penetrante, este evident faptul că în acest caz legea de atenuare este complet diferită, dependența de mărimea drumului parcurs fiind mult mai puțin importantă. Structura reală a atmosferei se apropie mai mult de această situație, ceea ce explică propagarea radiației cu anumite lungimi de undă la distanțe foarte mari.

4. Radiația parazită și turbulența

La fel ca orice gaz, atmosfera este o sursă de radiație termică selectivă și fluxul de energie radiantă pe care îl emite, denumit *radiație parazită*, se suprapune peste fluxul termic al unei scene termice analizate. *Turbulența atmosferică* produce distorsionarea imaginii termice, ca urmare a perturbării radiației induse de mișcările aerului, care provoacă variații locale de temperatură, presiune și umiditate (fig. 8).

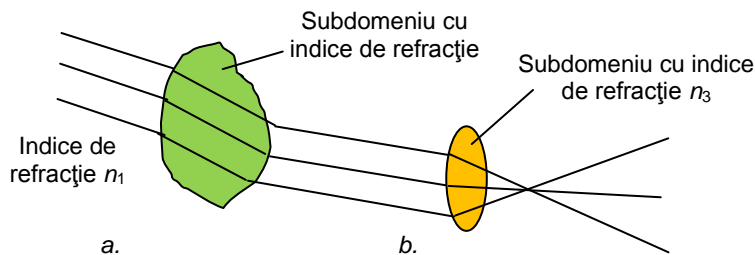


Fig. 8. Turbulența: a - devierea fasciculului la trecerea prin subdomenii cu dimensiuni mari, b - transformarea unui fascicul paralel în unul convergent.

Spațiul real este în acest fel fragmentat în subdomenii, cu mărimi de la câțiva milimetri până la câteva sute de metri și cu indici de refracție diferiți [5, 6]. Propagarea undelor este afectată la traversarea acestor subdomenii, în comparație cu propagarea într-un mediu ideal, în care indicele de refracție este presupus uniform și constant în timp. Subdomeniile de mari dimensiuni au efecte asemănătoare unui dioptru, producând devierea întregului fascicul, în timp ce zonele de dimensiuni mici produc doar deformări locale ale traiectoriei fasciculului. Unele subdomenii au efect asemănător unor lentile optice. La trecerea prin zone cu indici de refracție diferiți, un fascicul paralel la origine poate deveni divergent sau convergent [7, 8].

La fel ca și absorbția sau difuzia, turbulența se analizează prin metode statistice cu scopul de a studia propagarea reală a undelor, de a evalua efectele interacțiunii acestora cu atmosfera și de a deduce modificările produse de aceste fenomene asupra imaginii termice. Principalele efecte negative asupra imaginii termice sunt: distorsionarea imaginii, reducerea rezoluției spațiale, scintilații de scurtă durată, ca urmare a unor interferențe precum și fluctuații locale ale intensității zgomotului.

5. Concluzii

- Pentru o anumită umiditate atmosferică, coeficientul de transmisie depinde în măsură foarte mare de distanță. Pentru distanțe mici, de sub 100 de metri, influența distanței poate fi neglijată, o pondere mai mare având temperatura.
- Creșterea umidității de la 50 la 90% afectează diminuarea coeficientului de transmisie, cu circa 2%, la distanțe mici, în timp ce, la distanțe mari de peste 10 km, diminuarea este de aproape zece ori mai mare, și anume de circa 20%.

- La temperaturi joase, în jur de 0°C , transmisia atmosferică este mult mai bună în domeniul spectral $8\text{...}13\ \mu\text{m}$, atât la distanțe mici, cât și la distanțe de ordinul kilometrilor. Pe de altă parte, în această banda spectrală, la distanțe mici, dependența de umiditate este neglijabilă (0,99 la o umiditate de 50% și 0,98 la o umiditate de 90%).
- Umiditatea relativă afectează configurația ferestrelor atmosferice, în special în domeniul spectral $8\text{...}13\ \mu\text{m}$. Absorbția maximă a radiației infraroșii de către apă este în intervalul $6\text{...}8\ \mu\text{m}$.
- Camerele detectoare fabricate în prezent au elemente detectoare sensibile în domeniile de lungimi de undă aferente ferestrelor. Majoritatea camerelor prezintă sensibilitate în ferestrele II și/sau III. Imaginea termică din figura 9 a fost obținută cu o cameră detectoare sensibilă în fereastra III, adecvată investigațiilor de exterior, de la distanță, pentru obiecte aflate la temperaturi joase. Prezența copacilor în scena termică analizată, cu un coeficient de emisie diferit de cel al elementului de construcție analizat, are un efect important asupra imaginii termice.

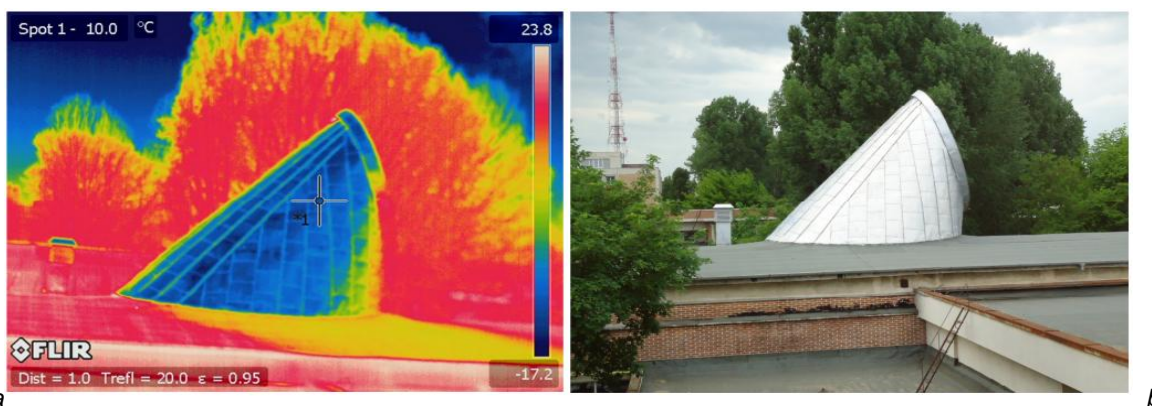


Fig. 9. Inspectia termografică a unui element de construcție: *a* - imaginea termică; *b* - imaginea în domeniul vizibil.

- Variațiile mari ale structurii atmosferice explică, pe de o parte, unele din erorile de măsurare și, pe de altă parte, recomandările specialiștilor de a înregistra mai multe termograme ale aceluiași obiect în diverse momente ale zilei sau chiar în zile diferite.

6. Bibliografie

- [1] Mihai, A., (2005) Termografia in infraroșu, Publ. Ed. Tehnică, Bucharest, Romania
- [2] Maldague, X. (2009) Pipe inspection by infrared thermography, ASNT, Quebec, Canada
- [3] Maldague, X. (2011) NDE of materials by infrared thermography, London Springer Verlag, UK
- [4] Canniou, J., (1991) L'observation et mesurage par thermographie, AFNOR, France
- [5] Gaussorgues, G., (2004) La thermographie Infrarouge, Principes – techn. – applic., Lavoisier, Paris, France
- [6] Vavilov, V.P., (2010) Teplovie metodī nerazrušaiușcego controlia, Mașinostroenie, Mosckva
- [7] www.infrared-thermography.com (2014)
- [8] www.academia.edu/1508433/Infrared_thermography_applied_for_outdoor_power_substations.



**Detecția și evaluarea coroziunii în tuburi cu diametre mari ale schimbătoarelor de căldură prin imagistică ultrasonică și metode complementare de examinare vizuală și prin curenți turbionari
Aplicație la inspecția tuburilor răcitoarelor de tip “Borsig Quench Cooler”**

**NDE Detection and Sizing of Corrosion in Large Diameter Heat Exchanger Tubes
by Ultrasonic Imaging and Complementary Visual and Eddy Currents Methods
Application on Borsig Quench Cooler Tubing Inspection**

Dr. Fiz. Marian SOARE – Nuclear NDT Research & Services

Abstract

The paper presents new inspection systems developed and applied by the *Nuclear NDT Research & Services* company for reliable detection and accurate characterization of large diameter tubing corrosion. Results obtained on examination of Borsig Quench Coolers used in the Petrochemical industry are used to illustrate the reliability and effectiveness of the developed inspection techniques and equipment

1. Introducere

În cadrul companiei NDT Nuclear Research & Services s-au elaborat dezvoltat și aplicat noi sisteme de inspecție pentru detecția fiabilă și caracterizarea corectă a coroziunii tuburilor. Aplicarea noilor sisteme s-a efectuat pe schimbătoarele de căldură de tip “Borsig Quench coolers” utilizate în industria petrochimică. Noile tehnologii de examinare au fost integral dezvoltate în România (nu doar aplicate).

2. Metodologia de examinare aplicată

Se aplică succesiv trei metode de examinare nedistructivă (NDE) complementare pentru inspecția suprafeței interioară a tuburilor:

- Examinarea vizuală prin videoscopie digitală (VT-D): pentru caracterizarea suprafeței interioare a tuburilor din punct de vedere al depunerilor (depozite), neregularităților sau deformărilor locale;
- Examinarea cu curenți turbionari (ET): pentru detecția, localizarea și evaluarea preliminară a zonelor de coroziune și a celor cu fisuri de suprafață;
- Examinarea prin imagistică cu ultrasunete (UT): pentru caracterizarea finală exactă a gradului de extindere a coroziunii, precum și pentru determinarea grosimii peretelui rămas neafectat.

2.1. Examinarea prin videoscopie digitală

Camera CCD este poziționată pentru preluarea de imagini pe direcție radială (normală) și frontală (în lungul tubului) a suprafeței cilindrice interioare (fig. 1).



Fig. 1. Sistemul videoscopic utilizat

Toate indicațiile obținute sunt analizate în cele mai bune condiții posibile de iluminare și de focalizare, după care imaginile indicațiilor relevante sunt salvate pentru analize suplimentare.

Imagina suprafeței examinate se înregistrează pe un DVD sub forma unui film. Post procesarea tuturor imaginilor obținute este realizată ca parte a analizei finale și a procesului de evaluare. În figura 1 se prezintă sistemul de examinare videoscopică utilizat.

2.2. Examinarea prin curenți turbionari

În cadrul companiei NDT Nuclear Research & Services s-a aplicat tehnica de examinare cu curenți turbionari denumită "Partial Saturation Eddy Current Technique" (PET), dezvoltată special pentru inspecția tuburilor din oțel carbon.

Echipamentul constă, în principal, dintr-un defectoscop de curenți turbionari, două sonde de curenți turbionari (una pentru examinarea prin scanare a tubului și cealaltă ca referință) unitatea de magnetizare a tubului examinat și tubul de calibrare (fig. 2).

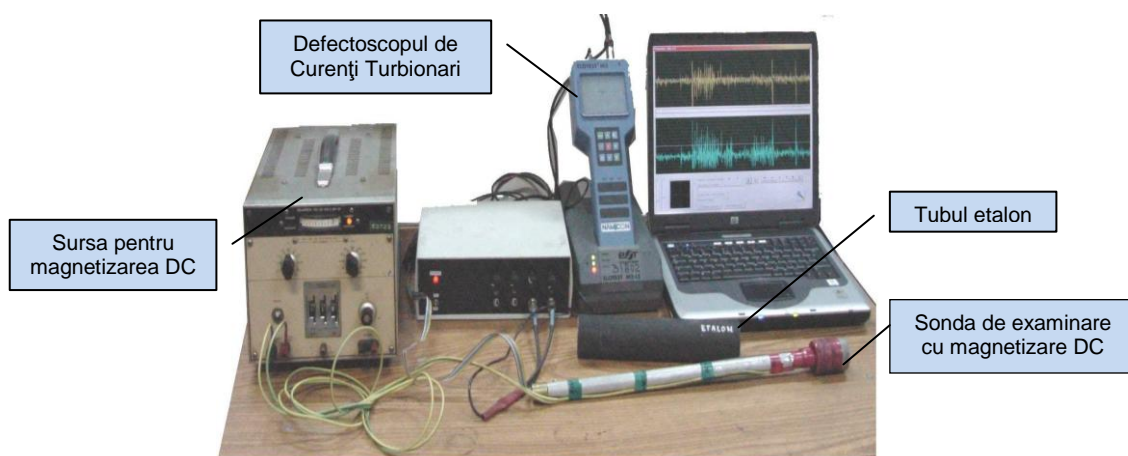


Fig. 2. Echipamentul folosit pentru examinarea prin curenți turbionari (ET)

Tehnica PET se bazează pe variația permeabilității magnetice relative μ_r în funcție de densitatea fluxului magnetic (inducția magnetică) B . Pentru materiale feromagnetice, μ_r prezintă o dependență rapid descrescătoare în funcție de inducția magnetică B . Astfel, când tubul inspectat, din material feromagnetic, este magnetizat printr-un câmp magnetic DC, densitatea fluxului magnetic B va varia în jurul defectelor din pereții tubului și, astfel, va fi generat un semnal ET determinat de variația lui μ_r în raport cu B în prezența defectelor. Rezultă că, în esență, PET este o metodă bazată pe detecția variațiilor de permeabilitate diferențială.

Pentru oțel carbon, variația permeabilității magnetice μ_r inducția magnetică B , prezintă o regiune plată de la $B = 0$ până la aproximativ $B = 0,4$ Tesla. Această proprietate magnetică foarte utilă a tuburilor din oțel carbon permite o bună detectabilitate a defectelor în zona suporturilor („șicanelor”) fasciculului tubular. Dacă magnetizarea DC este aplicată astfel încât sistemul de curenți turbionari să opereze la marginea din dreapta a regiunii aplatizate a dependenței μ_r vs. B , prezența suportului va conduce la scăderea inducției B în peretele tubului, cu o mică creștere a permeabilității magnetice relative μ_r .

În același mod, prezența unui defect în peretele tubului, care reduce grosimea peretelui acestuia, determină creșterea fluxului magnetic, deci a inducției magnetice B ceea ce va produce o relativ largă descreștere a lui μ_r . Pentru detecția fisurilor deschise la suprafață, nu este necesară magnetizarea DC. În acest caz, semnalul ET este generat de creșterea rezistenței electrice locale asociate creșterii parcursului curenților turbionari ("flow path") în prezența fisurii.

2.3. Examinarea prin imagistică ultrasonică

Examinarea ultrasonică se efectuează utilizând echipamentul de examinare ultrasonică în imersie "Nuclear MicroSonic" (fig. 3).

S-a proiectat și realizat un manipulator special echipat cu motoare pas cu pas pentru mișcarea de rotație și deplasarea axială a traductorului în interiorul tubului inspectat.

Traductorul emite un fascicol ultrasonic pe direcția radială și recepționează succesiunea de ecouri formată din ecoul de suprafață și ecouri de fund multiple. Pentru fiecare poziție a traductorului, defectoscopul ultrasonic este calibrat astfel încât să furnizeze amplitudinea primului ecou de fund **AM** și diferența de timp de zbor **TOF** dintre ecoul de suprafață și primul ecou de fund, aceasta diferență fiind proporțională cu grosimea peretelui tubului în punctul corespunzător poziției traductorului.

Pe baza valorilor AM și TOF, programul software generează imaginile ultrasonice (hărțile defectoscopice) în amplitudine și în timp de zbor ale zonei de tub examinate.

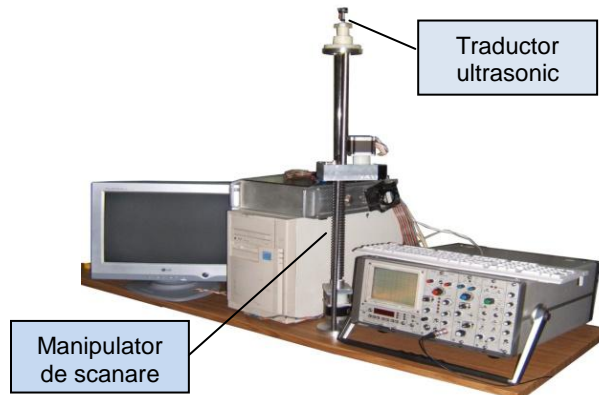


Fig. 3. Echipamentul de examinare ultrasonică

Spre exemplificare, se prezintă mai jos imaginea ultrasonică în timp de zbor a probei de referință ET1 (Fig. 4), probă pe care s-au uzinat trei canale circumferențiale cu adâncimi diferite.

Precizia de măsură a variației timpului de zbor ("Time Of Flight" - TOF) corespunzător ecoului de fund permite determinarea grosimii tubului cu precizie mai bună de ± 0.3 mm.

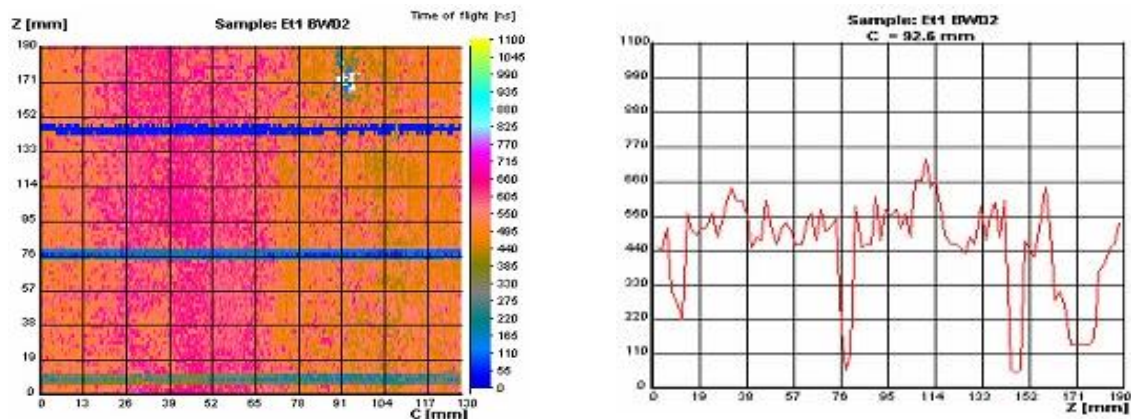


Fig. 4. Imaginea ultrasonică în timp de zbor (TOF) obținută pe proba etalon ET1 și variația axială a TOF într-o secțiune axială a acestei imagini. Din graficul secțiunii axiale se determină grosimea minimă de perete corespunzătoare celor trei canale circumferențiale

3. Aplicație: *inspecția tuburilor răcitorului Borsig*

Răcitoarele de tip "Borsig Quench Coolers" conțin 168 tuburi din material feromagnetic 15Mo3 cu diametrul interior de 41 mm, grosimea nominală a peretelui de 3,6 mm și lungimea de 10,55 m.

Tuburile răcitorului sunt supuse unor condiții severe de funcționare, din care cauză coroziunea admisibilă este de maximum 1,5 mm. În zona contactului dintre tuburi și ansamblul secundar al plăcii tubulare, se produce o coroziune severă de natură electrochimică la suprafața exterioară a tuburilor.

3.1. Examinarea prin curenți turbionari

În fig. 5, este prezentat semnalul ET generat la mișcarea sondei într-un tub „curat” – tubul de referință fără indicații de defect. În figurile 5.a și 5.b sunt prezentate componentele semnalului, X (albastru) și Y (roșu), iar în partea dreaptă (fig. 5.c), este redată prezentarea lissajou a semnalului ET.

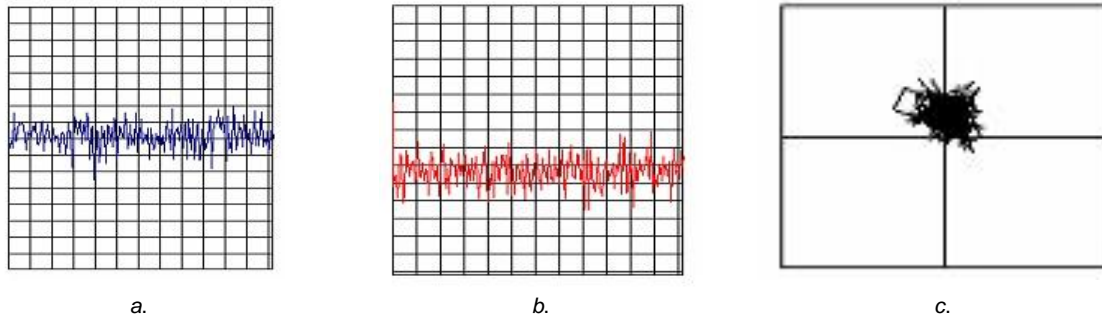


Fig. 5. Semnalul ET corespunzător tubului de referință fără indicații de defect.

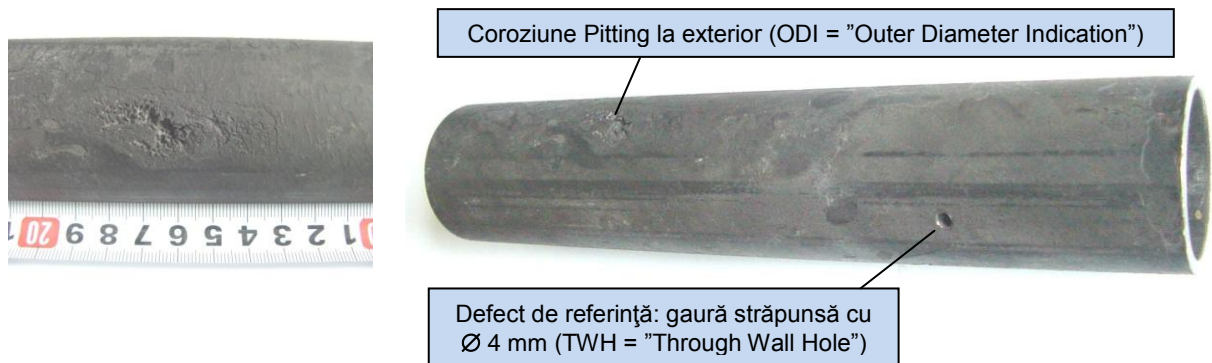


Fig. 6. Proba cu defecte de referință utilizată la calibrarea și verificarea sistemului de examinare prin curenți prin turbionari.

Semnalele obținute prin tehnica PET la examinarea tubului de referință din fig. 6 sunt prezentate mai jos, în fig. 7.

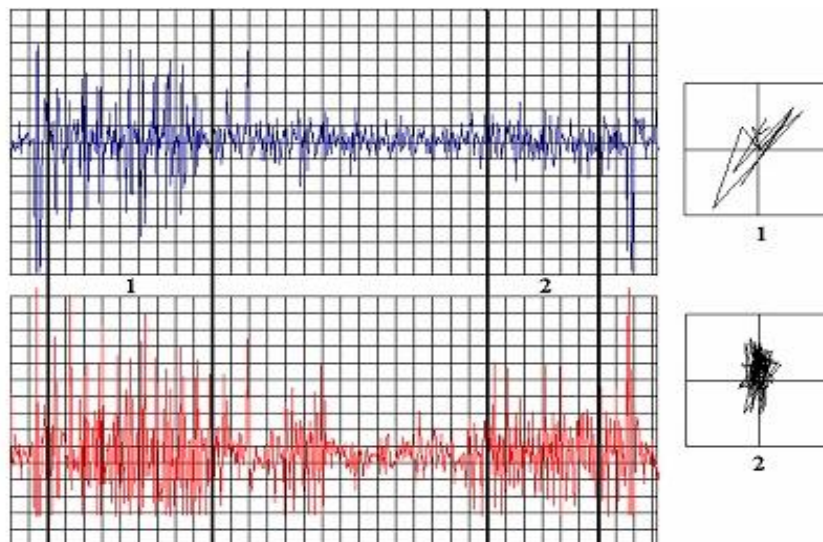


Fig. 7. Semnalele ET obținute la examinarea tubului de referință prin tehnica PET.

În domeniul 1 se prezintă imaginea rezultată în urma scanării succesive a zonei defectului de referință TWH - \varnothing 4. Prezentarea lissajou arată o fază a semnalului de $\sim 45^\circ$. În domeniul 2, se prezintă imaginea rezultată în urma scanării succesive a zonei defectului cu defectul de coroziune ODI. Faza semnalului este $\sim 90^\circ$, amplitudinea semnificativă a semnalului fiind pe canalul Y (roșu).

3.2. Examinarea prin imagistică ultrasonică

În urma examinării cu ultrasunete în imersie s-au obținut imaginile în timp de zbor din figurile 8 și 9 pe care le putem considera hărțile de coroziune ale zonei ODI de pe proba E105D-9.

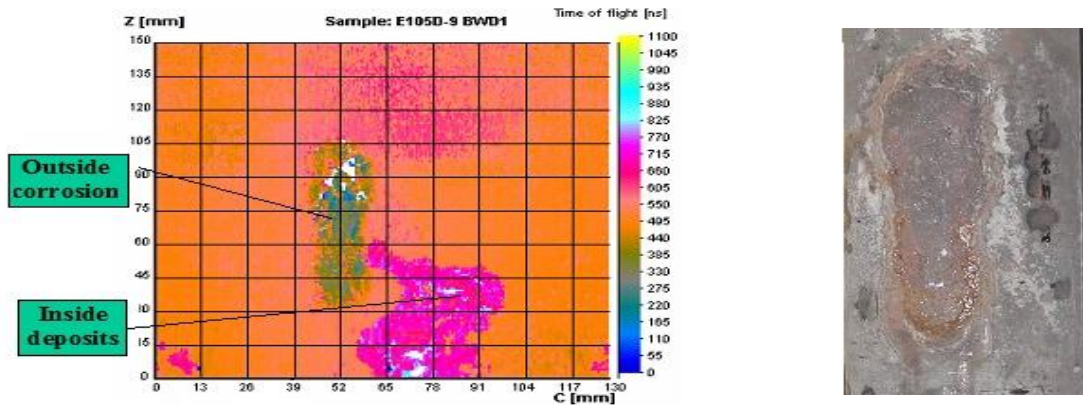


Fig. 8. Imaginea TOF obținută la examinarea ultrasonică a probei E105D-9. Măsurarea adâncimii h a coroziunii ODI conduce la valoarea $h = 1.57 \text{ mm} \pm 0.3 \text{ mm}$

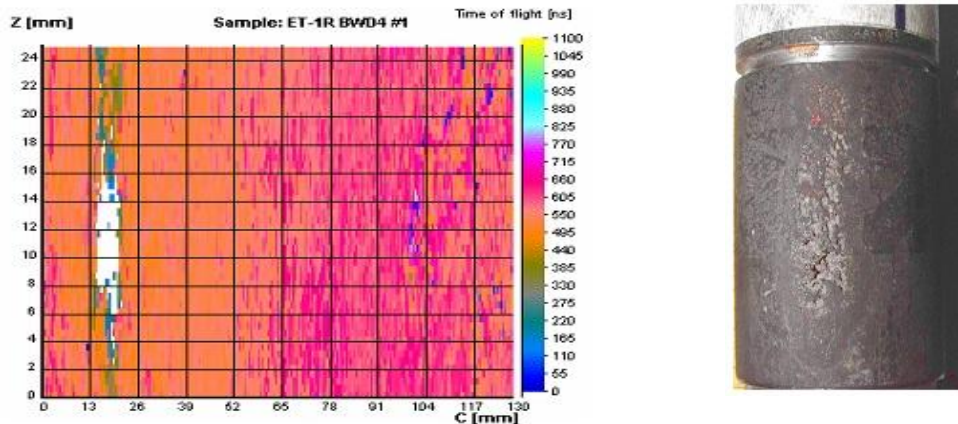


Fig. 9. Imaginea TOF obținută la examinarea ultrasonică a probei de referință ET 1 – R. Măsurarea adâncimii zonei corodate conduce la valoarea $h = 1.3 \text{ mm} \pm 0.3 \text{ mm}$

4. Concluzii

Analiza rezultatelor obținute a evidențiat următoarele caracteristici ale tehnicilor și sistemelor de inspecție prezentate mai sus:

- Nivelul ridicat de siguranță în detecția prin curenți turbionari: probabilitatea de detecție $> 90 \%$;
- Precizia ridicată de măsurare a defectelor generate de coroziune prin tehnici de imagistică ultrasonică: precizia de măsurare a adâncimii coroziunii este mai bună de $\pm 0,3 \text{ mm}$ pentru un perete cu grosimea nominală de $3,6 \text{ mm}$;
- Viteză mare de inspecție: inspecția completă a unui răcitor de tip Borsig Quench Cooler cu 168 tuburi poate fi efectuată în maximum 3 zile, inclusiv analiza datelor și elaborarea raportului.

Sistemul integrat de examinare prezentat în cadrul lucrării (echipamentul de imagistică ultrasonică, partea specială a videoscopului digital și echipamentul PET pentru examinarea prin curenți turbionari – inclusiv softul aferent) a fost proiectat și realizat de către compania Nuclear NDT Research & Services.

Realizarea echipamentelor ca și elaborarea metodologiei de inspecție, demonstrarea performanțelor și validarea procedurii și echipamentului au fost realizate în cadrul programului intern de cercetare – dezvoltare - inovare **LATEND** (“Elaboration of NDE techniques for inside inspection and diagnosis of large diameter heat exchanger tubing and achievement of equipment”) inițiat și finanțat de compania **Nuclear NDT Research & Services**.

Adresa companiei / Company Address: S.C. Nuclear NDT Research & Services S.R.L., Bucharest / ROMANIA, Berceni Street 104 - Central Laboratory Building, Department 4, Postal Office No. 8, P.O. Box 137, Postal Code 041919, Phone # (+4)021-301.25.75 Fax # (+4)021-301.26.52.
E-mail: office@nuclear-ndt.ro; soare.marian@nuclear-ndt.ro; Website: www.nuclearndt.ro



Total Control S.R.L.

Echipe pentru examinări
nedistructive și testări de materiale

Calea Călărășilor nr. 38 corp B, 030624 București 3

Tel. : 021 6193054, 031 4256155, 0371 135960

Fax : 021 2123151, 0372 891128

Mobil : 0722 251434, 0726 196869

E-mail : office@tcontrol.ro, Web : www.tcontrol.ro

GE SENSING & INSPECTION TECHNOLOGIES

(Krautkrämer, Seifert, Hocking, Stresstel, Agfa NDT, Rightrax, Everest VIT)

- ◆ Defectoscopie și măsurare de grosimi cu ultrasunete
- ◆ Defectoscopie și măsurare conductivitate cu curenți turbionari
- ◆ Aparate portabile de măsurare a durtății materialelor
- ◆ Aparate și instalații de control nedistructiv cu radiații X în domeniul 30 - 450 KV
- ◆ Orice accesorii și consumabile pentru laboratorul de radiații X / Gamma
- ◆ Aparate și instalații pentru endoscopie / control vizual (videoendoscoape, borescoape rigide, fibroscoape flexibile, surse de lumină, roboți video, accesorii etc.), în lumină albă și UV

OSERIX

- ◆ Instalații și accesorii pentru control nedistructiv cu radiații Gamma (Co60, Ir192, Se75 etc.)

VALLEN SYSTEME

- ◆ Sisteme mono și multicanal pentru examinare nedistructivă cu emisie acustică

ALTE APARATE, ACCESORII ȘI CONSUMABILE CND

- ◆ Aparate simple (juguri ca/cc), instalații (cabine, surse transportabile și bancuri de test staționare) și accesorii pentru controlul nedistructiv cu lichide penetrante sau magnetic (K+D FLUX-TECHNIC, WESTERN INSTRUMENTS, PARKER RESEARCH, MR-CHEMIE etc.)
- ◆ Lămpi ultraviolete sau cu lumină albă pentru examinări nedistructive (LABINO, MR-CHEMIE etc.)
- ◆ Lichide penetrante, pulberi și suspensii de particule magnetice (MR-CHEMIE)
- ◆ Truse și diverse accesorii pentru examinări vizuale.

ITW BUEHLER

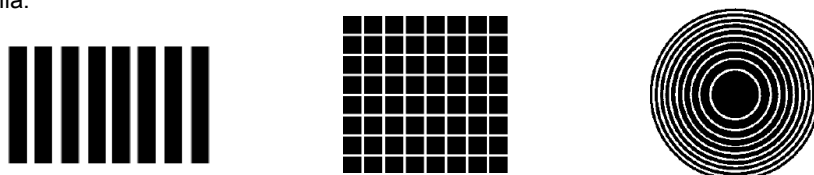
- ◆ Echipamente și consumabile pentru prepararea probelor (metalografice, petrografice) pentru analiza microstructurală: debitare, înglobare, polizare, șlefuire, ultrafinisare, curățire etc.
- ◆ Microscoape, captură, documentare, arhivare, interpretare și sisteme de analiză automată a imaginii cu PC. Durimetre și microdurimetre staționare (HV, HR, HB, HK etc.)

INFORMATII STIRI OPINII

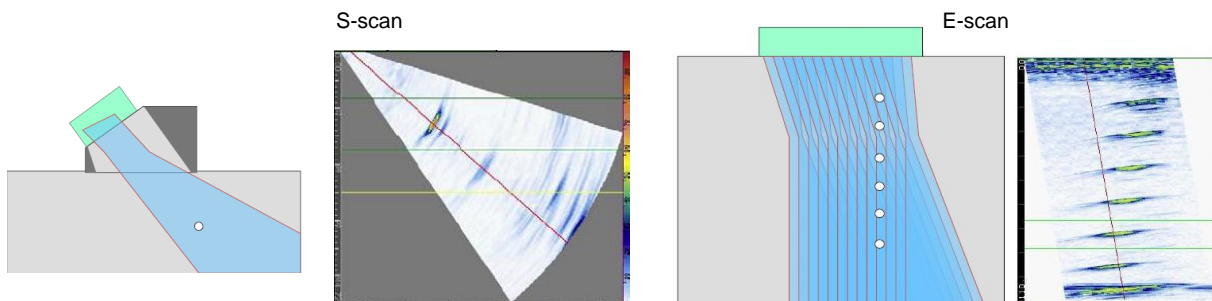
TEHNICA PHASED ARRAY ?

“Phased-Array” este o tehnică ultrasonică la care informația utilă se obține prin interferența constructivă a undelor ultrasonice emise de mai multe elemente active, comandate independent de către software-ul specializat instalat în defectoscopul ultrasonic. Această tehnică presupune palpatori speciali (matriciali), un defectoscop multicanal pentru comanda și procesarea semnalului de la fiecare element activ din palpator și programe de lucru preinstalate pentru asistarea operatorului la configurarea scanării dorite.

Palpatorul matricial reunește într-o carcasă mai multe elemente piezoelectrice, fiecare cu circuit propriu de comandă și recepție a semnalului. Elementele componente sunt dispuse într-o anumită ordine, de obicei în linie, în matrice sau circular. Deși sunt disponibile construcții monolit, cei mai mulți palpatori sunt prevăzuți cu pană de plexiglas detașabilă.



Prin defazarea controlată a pulsurilor inițiale aplicate elementelor active din matricea palpatorului, se pot efectua: scanarea într-un domeniu unghiular (scan sectorial sau S-scan), scanarea unghiulară la unghi fixat (scan linear sau E-scan), scanare cu focalizare la adâncime determinată, scanare laterală și o mare diversitate de alte explorări, funcție de structura matricii palpatorului și programele instalate în defectoscop.

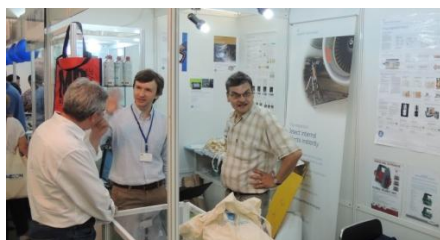


Tehnica “Phased-Array” este utilă mai ales la explorarea zonelor de material cu acces dificil sau limitat pentru tehnica convențională, asigurând simultan creșterea probabilității de detecție și a productivității examinării. Recent a fost depășită problema unicității metodei de evaluare a indicațiilor, care era doar metoda TCG. Acum sunt disponibili palpatori matriciali și soft-ware adecvat pentru metoda “true-DGS”, implicând generarea în timp real a curbei DGS corespunzătoare unghiului optim din S-scan, indiferent care este acesta. Acesta este un progres important, deoarece facilitează atât trasarea curbei de referință, cât și reproductibilitatea rezultatelor.

Combinată cu metoda TOFD implementată în același instrument, tehnica “Phased-Array” elimină parțial punctele slabe ale TOFD. Cu toate că metoda a fost rapid acceptată de Codul ASME, mai sunt încă necesare documente normative pentru aplicarea acesteia sub standardizarea EN. Deși este o tehnică nouă, “Phased-Array” se bazează pe aceleași principii și legi fizice ca și tehnica clasică de examinare cu ultrasunete. Particularitatea reprezentării informației, sub forma unei cvasi-secțiuni în materialului examinat, implică instruire specială a utilizatorilor și multă experiență practică.



Mugurel Dorian Vrapciu,
Nivel III – UT/EN ISO 9712



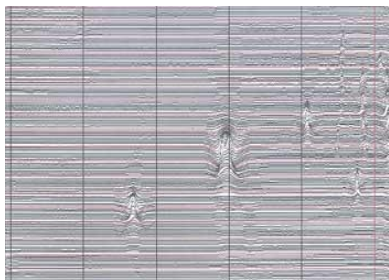
METODA FLUXULUI DE DISPERSIE ?

1. Principiul fizic

1.1. *Generarea fluxului de dispersie.* Ca și în cazul examinării cu pulberi magnetice, piesele care pot fi examinate sunt cele din materiale feromagnetice. În urma magnetizării, discontinuitățile de suprafață produc un câmp local de dispersie, fluxul de dispersie. Dacă un mediu feromagnetic se învecinează cu un altul, de exemplu aer (cazul unei fisuri deschise la suprafață) are loc o refracție a liniilor de câmp magnetic, unghiul de refracție al liniilor de câmp fiind dependent de raportul permeabilităților magnetice (material feromagnetic/aer)

Numărul total al liniilor de câmp este constant într-un sistem magnetic, deci și în fiecare secțiune a piesei. Dacă o parte a secțiunii transversale a piesei este întreruptă de o fisură, fluxul magnetic se distribuie în zona aflată sub fisură unde are loc o îndesire a liniilor de forță, o parte mai redusă a liniilor de forță trec transversal prin partea inferioară a fisurii. Restul liniilor de forță magnetică traversează obligatoriu fisura prin aer apare deci fluxul de dispersie. Spre deosebire de examinarea cu pulberi magnetice, în cazul metodei fluxului de dispersie piesa este magnetizată în zona de examinare la un nivel apropiat de magnetizarea de saturație. Refracția puternică și deci fluxul de dispersie puternic este determinat de un raport mare între cele două permeabilități (1000/1).

1.2. *Evidențierea discontinuităților.* În cazul metodei descrise aici, fluxul de dispersie generat de discontinuități este evidențiat cu ajutorul unor senzori de câmp plasați pe sau în apropierea suprafeței exterioare a piesei, a căror funcționare se bazează pe apariția unei tensiuni electromotoare în circuitul electric al acestora datorită variației în timp a fluxului magnetic inductor (din piesă), altfel spus se bazează pe fenomenul inducției electromagnetice (Legea Faraday).



Un exemplu de imagine.

Discontinuitatea generează fluxul de dispersie iar senzorul traversează acest câmp cu o viteză prestabilită. În senzor este indusă o tensiune electromotoare, acest semnal este amplificat și afișat pe un ecran. Amplitudinea tensiunii generate de senzor indică severitatea discontinuității când ceilalți factori rămân constanți.

Câmpul de flux de scăpări măsurat pe suprafața exterioară a piesei rezultând dintr-o discontinuitate pe suprafața interioară este mult mai larg decât câmpul de flux de scăpări de la o discontinuitate de egală severitate localizată pe suprafața exterioară a tubului rezultând un semnal mai slab pentru discontinuitatea de pe suprafața interioară. Mai multe tipuri de echipamente utilizează aceasta informație pentru a determina dacă discontinuitatea se află pe suprafața interioară sau exterioară.

2. Aprecierea mărimii discontinuităților

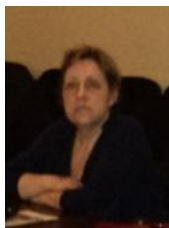
Mărimea discontinuităților poate fi estimată prin comparare cu mărimea indicației electromagnetice generată de discontinuități artificiale din blocuri de calibrare (prin etalonare). Discontinuitățile artificiale pot fi creștături, găuri sau combinații ale acestora. Evidențierea discontinuităților existente pe suprafața opusă este limitată de grosimea piesei examinate. Lucrări publicate afirmă că grosimea maximă controlabilă nu poate depăși 30 mm cu mijloacele tehnice utilizate la ora actuală. Această limitare este dependentă de instalația utilizată (intensitatea câmpului magnetic aplicat, sensibilitatea traductorilor, sistemul de amplificare etc.)

3. Senzori de flux de scăpări

Senzorii de flux constau din traductori de câmp magnetic care răspund la variațiile de densitate de flux magnetic: bobine electromagnetice (sonde Forster), sonde Hall, magnetorezistori, magnetodiode. La ora actuală senzorii tip bobine electromagnetice (Forster) și tip Hall sunt cele mai utilizate. O remarcă specială pentru senzorii Forster: folosesc bobine electromagnetice cu miez de permeabilitate ridicată (ferosonde) care ajung la saturație la o densitate de flux magnetic relativ scăzut. Un astfel de senzor poate evidenția un câmp de intensitate de la 0,001 la 1,0 Oe.

4. Aplicabilitate

Metoda este utilizată pentru examinarea pieselor cu suprafețe paralele (table, țevi, tuburi, piese de formă paralelipipedică) și suduri, pentru evidențierea discontinuităților existente pe suprafața exterioară (suprafața scanată), suprafața opusă suprafeței scanate și în material. Tipurile de discontinuități evidențiate: fisuri, ciupituri, găuri, pitting, coroziuni, cu condiția ca orientarea discontinuităților să fie perpendiculară pe liniile câmpului magnetic indus în piesă.

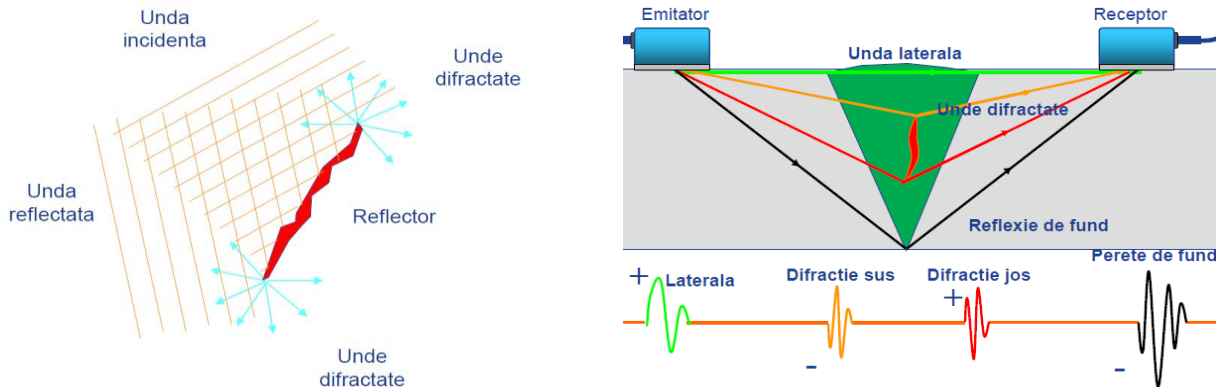


Dr. Fiz. Mihaela Kant



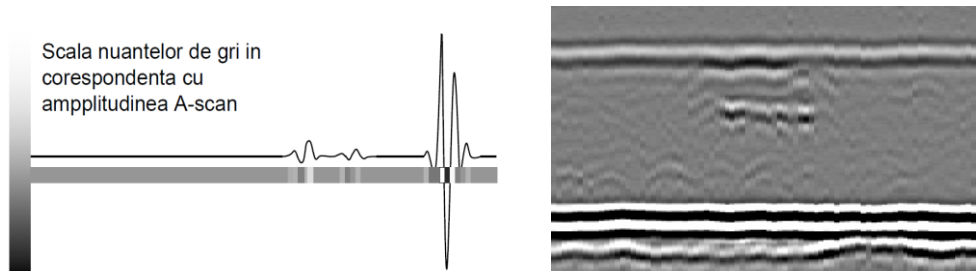
METODA TOFD ?

Metoda timpului de parcurs al undelor ultrasonice difractate (TOFD) folosește informația provenită de la energia unei difractate la extremitățile imperfecțiunilor din materialul examinat. Suplimentar energiei reflectate, energia difractată este emisă într-un sector unghiular larg, cu originea la extremitatea reflectorului intersectat de fasciculul incident.



Deoarece energia asociată difracției este redusă, optimizarea semnalului impune utilizarea undelor longitudinale într-un aranjament emisie-recepție cu doi palpatori cu divergență mare.

Defectoscopul TOFD transformă informația conținută în prezentare de tip A în prezentare de tip B (vedere în secțiunea piesei), fiecare oscilogramă fiind transpusă în corespondență cu o paletă de nuanțe de gri. Mai jos, semialternanța pozitivă corespunde unui gri tot mai deschis pe măsura unei amplitudini tot mai mari, respectiv cea negativă este redată printr-un gri tot mai închis la amplitudini crescânde. Uzual, în prezentarea tip B avem succesiv unda laterală, semnalele de difracție și, la partea inferioară a ecranului, unda reflectată pe peretele de fund.



Lipsă de topire laterală în vedere TOFD

Deși nu toate imperfecțiunile pot fi detectate cu metoda TOFD, aceasta este foarte eficientă la detecția celor perpendiculare pe grosimea materialului (precizie 1 mm pentru extindere și adâncime). Limitările țin de "zonele moarte" din regiunile undei laterale și undei reflectate pe peretele de fund. Productivitatea examinării este limitată numai de partea mecanică (este necesar un scanner), ajungând ușor la sute de mm pe secundă. Bazându-se mai degrabă pe măsurarea timpului de parcurs, decât pe aceea a amplitudinii de semnal, această metodă nu este sensibilă la orientarea imperfecțiunii și este mai puțin influențată de variațiile de cuplare. Un plus este și standardizarea completă a metodei TOFD, fiind disponibile norme de aplicare și interpretare, atât ASME cât și EN. La fel ca toate metodele moderne, capabilitatea TOFD este puternic dependentă de calitatea programelor de achiziție și analiză date instalate în instrument. Nu în ultimul rând, utilizatorul trebuie să fie instruit special pentru utilizarea echipamentului și, mai ales, interpretarea informațiilor obținute.

Mugurel Dorian Vrapciu,
Nivel III – UT/EN ISO 9712



METODA RECONSTRUCȚIEI IMAGINII ?

Premiul Nobel pentru medicină a fost acordat în anul 1979 inginerilor electroniști Alann M Cormack și Godfrey N.Hounsfield ca recunoaștere a importanței descoperirii lor privind reconstrucția imaginii prin prelucrarea computerizată a datelor, cunoscută sub numele de „tomografie computerizată”. Tomografia computerizată permite vizualizarea unui volum prin scanarea cu radiații penetrante a unei secvențe de secțiuni transversale succesive. Din fiecare secțiune se obține, practic, o imagine radiantă care este achiziționată de un lanț de detectori și transmisă sistemului de reconstrucție a imaginii. Reprezentarea rezultată are o calitate mult mai bună decât radiografia convențională și nu este afectată de suprapunerile prin proiecția într-un singur plan a volumului scanat. Se poate spune că „tomografia computerizată „a revoluționat imagistica medicală începând cu anul 1972 (metoda a fost propusă în 1967). Tehnica oferă posibilitatea îmbunătățirii rezoluției la contrast mic pentru o mai bună vizualizare a structurilor cu diferențe de atenuare mică, în particular a țesuturilor moi.

Aplicațiile industriale ale tomografiei computerizate s-au dezvoltat în urma aplicațiilor medicale, în principal pentru studiul materialelor. În țara noastră primele tomografe industriale au fost realizate la ICPE, cu surse de radiații gama: în 1989 cu sursa de Cs-137 (2Ci) și 1992 cu sursa de Ir-192 (20 Ci). Ulterior (2008), la Institutul Național de Fizica Laserilor, Plasmei și Radiației (INLFPR) s-a realizat „tomograful cu raze X de rezoluție submicronică” pentru imagistica la scară nano/micro a materialelor avansate. Vom reveni în numărul viitor cu mai multe informații despre aceste realizări prezentate chiar de autorii lor, respectiv D-I Mihai Iovea pentru tomografele gama și Dr. Ion Tiseanu pentru tomograful X. Cred că merită să ne oprim, pentru început, asupra aplicațiilor medicale ale metodei tomografiei computerizate având în vedere impactul acesteia asupra vieții noastre, fie că lucrăm sau nu cu radiații ionizante (după cum vă este cunoscut, expunerea medicală nu intră în expunerea profesională).

Expunerea medicală cuprinde expunerea persoanelor în scop de diagnostic, intervenție sau tratament cu radiații ionizante, ca pacienți, precum și expunerea susținătorilor pacienților (membri de familie sau prieteni) și expunerea voluntarilor în programe de cercetare biomedicală.

Imagistica medicală s-a dezvoltat spectaculos după 1950 prin creșterea numărului de proceduri medicale care folosesc radiații X și dezvoltarea tehnică a echipamentelor în sensul creșterii performanțelor de explorare concomitent cu reducerea dozelor și simplificarea operării. Îmbunătățirea asistenței medicale și a dotării cu echipamente de imagistică medicală au determinat creșterea numărului de examene medicale și a numărului de persoane expuse (pacienți). Conform Raportului Comitetului Științific al ONU privind Efectele Radiațiilor Ionizante (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) din 2008 se fac anual peste 4 miliarde examene de radiodiagnostic din care foarte multe prin scanare (tomografii). În aceste condiții, situația în domeniul radioprotecției s-a inversat în sensul ca pacienții sunt mai expuși decât operatorii medicali (cf. estimărilor UNSCEAR doza medie pe pacient este de aproape 200 ori mai mare decât pe operator medical). Expunerea medicală reprezintă cea mai importantă sursă de expunere artificială a populației (în medie 0,45 mSv/an, pe cap de locuitor). Având în vedere, pe de o parte, importanța acestor tehnici în actul medical (diagnosticarea rapidă salvează vieți!) și, pe de alta riscurile asociate expunerii la radiații ionizante s-a stabilit că este necesară o abordare diferită a principiilor de radioprotecție în expunerea medicală. Justificarea aplicării în fiecare caz trebuie făcută pe 3 nivele de analiză și responsabilitate ținând cont de potențialul procedurii și datele pacientului. Optimizarea trebuie să aibă în vedere doza minimă care permite obținerea informației necesare pentru fiecare pacient întrucât pentru expunerea medicală nu se pot aplica limite de doză. În această abordare se subliniază și importanța educării și informării atât a medicilor (în special a celor care prescriu examene, numiți „ordonatori”) cât și a pacienților. Agenția Internațională pentru Energie Atomică a creat în acest scop, site-ul <https://rpop.iaea.org>.

Am selectat de pe acest site informațiile minime necesare pentru a înțelege de ce trebuie să pastrăm evidența examenelor CT pe care le facem și să informăm medicul asupra ultimului examen atunci când ni se cere încă o investigație examen; excesul de examene înseamnă expunere inutilă și mărește nejustificat riscul de apariție a efectelor stochastice (cancer) mai ales la copii.

Tomografia Computerizată (Computed Tomography) furnizează imagini ale secțiunilor corpului (slice-uri) utilizând o sursă de radiații X care se rotește în jurul pacientului și un sistem de prelucrare a datelor/reconstrucție a imaginilor. Pentru că oferă mai multă informație decât o examinare convențională (radiografie) permite stabilirea mai rapidă și mai precisă a diagnosticului în afecțiuni precum cancerul, boli cardiovasculare, boli infecțioase, afecțiuni musculare ș.a. Dar examinările CT implică doze de radiații mai mari decât examenul radiografic întrucât suprafața expusă este mai mare (pentru radiația X doza absorbită este cea mai ridicată la suprafața de intrare în organism), timpul de expunere este mai mare și la acestea se adaugă contribuția radiației împrăștiată în corp din alte direcții. Doza efectivă în urma unui examen CT poate fi între 2 și 20 mSv, valoare comparabilă cu doza pe care o persoană o primește de la fondul natural de radiații în 1 - 8 ani, (media fiind 2,4 mSv/ an) sau cu cea primită în expunerea profesională într-un an. Dar sunt și proceduri/examene care pot da doze mai mari de 20 mSv (de exemplu examenul PET-CT). Dacă comparăm cu radiografia convențională, o examinare CT cu doza de 10 mSv este echivalentă cu 500 radiografii pulmonare (de 0,02 mSv/ radiografie).

Valorile dozelor arată de ce trebuie justificată oportunitatea examinării CT în fiecare caz, în special pentru copii.

Dozele de radiații tipice la examinările CT și numărul echivalent de radiografii pulmonare

Examinare	Doza efectiva medie (mSv)	Nr. echivalent de radiografii pulmonare (fiecare 0,02 mSv)
Cap	2	100
Gât	3	150
Conținut Calciu	3	150
Angiografie pulmonară	5.2	260
Măduvă	6	300
Piept	8	400
Angiografie coronariană	8.7	435
Abdomen	10	500
Pelvis	10	500
Colonoscopie virtuală	10	500
Piept (embolie pulmonară)	15	750

În continuare am ales cele mai relevante întrebări pe care și le pot pune pacienții și răspunsul specialistului.

1. Câte examinări CT devin periculoase?

Răspuns: Nu există un răspuns exact la aceasta întrebare pentru un anumit tip de examinare. Principial nici o doză nu este considerată prea mare pentru un pacient dacă procedura este justificată medical dar, pe de alta parte, orice doză prezintă un risc de sănătate. În esență se caută, în fiecare caz, menținerea expunerii la un nivel cât de scăzut posibil fără a compromite beneficiile medicale. (principiul ALARA)

2. Ce fac dacă mai am nevoie de încă o examinare CT?

Răspuns: Se poate evita repetarea examinărilor care nu sunt necesare păstrând rezultatele examenelor precedente și prezentându-le medicului. Dar nu toate investigațiile care se repetă pot fi evitate; uneori este chiar recomandabil să se efectueze o examinare sau procedură după un tratament, pentru a se estima eficacitatea sau sunt situații în care examinarea CT se face după injectarea unei substanțe de contrast. În aceste situații examenul se repetă la anumite intervale de timp înainte și/sau după injectare. Fiecare astfel de examinare este numită "serie". În anumite condiții pot fi necesare chiar mai multe serii.

3. Pot face o examinare CT dacă sunt însărcinată?

Răspuns: Examenul CT nu este interzis în perioada gravidității, dar dacă aceeași informație se poate obține printr-o metodă neiradiantă, se va prefera această metodă. O atenție specială trebuie acordată examinărilor care implică expunerea fătului (abdomenul inferior) în fascicol direct. La examinările pacientelor în zona capului (inclusiv dentare), pieptului și membrelor, fătul nu este în fascicol și doza asupra acestuia va fi foarte mică. Dacă o examinare CT necesită expunerea directă a zonei pelviene ea se va face numai dacă este justificată de considerente speciale privind beneficiile și riscurile. În toate cazurile se va lua în considerare și amânarea examinării CT sau alegerea unei metode alternative, neiradiante. În cazurile în care examinarea CT este pe deplin justificată, trebuie depuse toate eforturile pentru optimizarea expunerii respectiv minimizarea dozei asupra fătului, prin folosirea factorilor de expunere scăzuți sau utilizarea ecranelor, după caz.

Este important să știi dacă ești însărcinată când trebuie să faci un examen CT.

4. Trebuie să fiu îngrijorat(ă) dacă copilului meu i-a fost prescrisă o examinare CT?

Răspuns: Dacă examinarea este pe deplin justificată atunci trebuie să acceptăm riscurile având în vedere beneficiile. Dar înainte de expunere este necesar să se stabilească corect de ce copilul are nevoie de examen CT, de ce acesta nu poate fi înlocuit cu altă metodă de examinare (ultrasunete sau RMN), ce doză va primi la examinare, care sunt mijloacele de optimizare aplicabile etc. Este important pentru copii să fie cât mai puțin expuși deoarece ei sunt mai radiosensibili decât adulții și au timp să dezvolte efecte latente în timpul vieții.

5. Pot solicita medicului o examinare CT a întregului corp cu scop preventiv?

Răspuns: Nu. Nu este demonstrat că examinarea întregului corp a unui individ care nu prezintă simptome este benefică. Studiile în curs privind eficiența utilizării examenelor CT se fac pentru grupuri cu risc ridicat la afecțiuni specifice (ex.: fumători, cardiaci) la care este expusă numai o porțiune din corp, nu întregul organism și este evaluată examinarea pentru o anumită boală.



Dr. Camelia Avădanei



COMUNICAT

ARoEND pune la dispoziția membrilor, specialiștilor în domeniu, agenților economici și firmelor interesate paginile revistei EXAMINĂRI NEDISTRUCTIVE pentru:

- Publicarea de materiale tehnice cuprinzând aspecte din experiența proprie, precum și noutăți în domeniu
- Anunțuri privind manifestările tehnico - științifice și expoziționale
- Anunțuri privind cereri și oferte de aparatură, accesorii și materiale specifice
- Oferte de servicii și service în domeniul examinărilor nedistructive
- Cereri și oferte de servicii
- Reclame

TARIFELE DE PUBLICARE A RECLAMELOR ÎN REVISTA EXAMINĂRI NEDISTRUCTIVE ÎN ANUL 2014 - 2015 (în lei, fără TVA)

COPERTE	PAGINI INTERIOARE POLICROMIE	PAGINI INTERIOARE ALB/ NEGRU
Coperta III.....400 EUR	A4300 EUR	A4.....200 EUR
	A5200 EUR	A5.....150 EUR
Coperta IV.....350 EUR	A6150 EUR	A6.....100 EUR
	A3 mijloc revista...500 EUR	A3 mijloc revista...350 EUR
Spațiile pentru publicarea reclamelor se asigură în ordinea primirii solicitărilor Membrii susținători ai ARoEND beneficiază de o reducere de 10% pentru reclamele în paginile interioare.		

Certificarea NDT a personalului de către ARoEND este recunoscută în țările semnatare ale acordului inițiat de ICNDT

Acordul multilateral privind recunoașterea personalului certificat NDT semnat de 17 țări printre care și România prin ARoEND la conferința CERTIFICARE 2013, organizată de ICNDT și EFNDT la Zagreb în 10.10.2013



INTERNATIONAL COMMITTEE FOR
NON-DESTRUCTIVE TESTING

OP19 Appendix 1: ICNDT Multilateral Agreement on Recognition of NDT Personnel Certification

Master Schedule 1: Signatories to the ICNDT MRA

Commitments of Signatories

The organisations listed below have signed the ICNDT Multilateral Agreement on Recognition of NDT Personnel Certification and have thereby agreed to:

- commit to the pursuance of the objectives of the MRA;
- promote the recognition and acceptance of the certification issued by PCBs registered under the MRA;

- assist other interested parties by giving a clear overview of the NDT personnel certification activities in its own country;
- provide other parties with non-confidential information on the certification scheme(s) operated by PCB registered under this Agreement, and consult with and seek membership of the scheme and technical committees of NDT PCBs in its own country;
- indemnify ICNDT against liability for the party's use or misuse of this MRA.

Liability

1. ICNDT accepts no liability for the use of certification awarded by Registered Personnel Certification Bodies. In accordance with the international standard EN ISO 9712, the responsibility for the quality of NDT rests with the employer of the certificated person.
2. The ICNDT MRA and Personnel Certification Body assessment systems are subject to the jurisdiction of Austrian law.

MRA Schedule 1

(The latest version of this schedule is published at www.icndt.org)

The following organisations have signed the ICNDT Multilateral Agreement on Recognition of NDT Personnel Certification and have thereby agreed to promote the recognition and acceptance of certificates issued by the particular Certification Bodies registered by ICNDT in accordance with the Agreement.

Country	ICNDT Member	Name and Position of Signatory	Place and date of signing
Australia	Australian Institute for NDT (AINDT)	Les Dick (Executive Officer)	Luton, UK, 20 November 2012
Austria	Austrian Society for NDT (ÖGfZP)	Gerhard Aufricht (Vice President)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013 Conference
Belgium	Belgian Association for NDT (BANT)	Dominique Moussebois (President of Certification Committee)	BANT office, 1 October 2014
Brazil	Brazilian Association for NDT (ABENDI)	Joao Rufino Teles Filho (Member of the Board of Directors)	Luton, UK, 20 November 2012
Bulgaria	Bulgarian Society for NDT (BGSNDT)	Vasil Nichev (Member of the Board of BGSNDT)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Canada	Canadian Society for NDE (CINDE)	Sharon Bond (Training Manager)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
China	Chinese Society for NDT (ChSNDT)	Jianzhong Shen (Vice President)	Tokyo, 9 October 2012
Colombia	Colombia: Asociación Colombiana de Soldadura y Ensayos No Destructivos ACOSEND)	Eduardo Pulido (President of ACOSEND)	Bogotá, 25 July 2014
Croatia	Croatian Society for NDT (CrSNDT)	Dr Vjera Krstelj (President)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Czech Republic	Czech Society for NDT (Cndt)	Pavel Mazal (President)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Finland	Finnish NDT Society	Juha Silianpää (Chairman)	Helsinki, 30.09.2013

Country	ICNDT Member	Name and Position of Signatory	Place and date of signing
France	COFREND	Patrick Fallouey (President of the Certification Committee)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Germany	German Society for Non Destructive Testing (DGZfP)	Dr Matthias Purschke (Executive Director and Member of the Board)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Greece	Hellenic Society of Non-Destructive Testing (HSNDT)	Ioannis Prassianakis (President of HSNT)	Prague, 9 October 2014, during 14th ECNDT
Hungary	Hungarian Association for Non-Destructive Testing (MAROVISZ)	Prof.dr. Peter Trampus	Prague, 9 October 2014, during 14th ECNDT
India	Indian Society for NDT (ISNT)	V. Pari (President Elect)	Tokyo, 9 October 2012
Israel	Israeli Society for NDT (ISRANDT)	Yossi Shoef (President)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013 Conference
Italy	Italian Society for NDT (AIPnD)	Giuseppe Nardonì (President)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Japan	Japanese Society for NDI (JSNDI)	Norikazu Ooka (Chairman of ISO Committee in JSNDI)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Malaysia	Malaysian Society for NDT (MSNT)	Abd. Nassir Ibrahim (President)	Tokyo, 9 October 2012
Poland	Polish Society for NDT and Technical Diagnostics	Jan Krzysztof Kurzydłowski (President)	Warsaw, 12.12.2013
Portugal	Forum END	Bento Alves, Chairman, FSENDT, RELACRE	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Romania	Romanian Association for NDT (ARoEND)	Adrian Stanciu (President)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Russia	Russian Society for NDT and Technical Diagnostics	Sergey Klyuev (President)	Moscow, 23 January 2013
Serbia	Serbian Society for NDT (SDIBR)	Goran Sofronić (Vice President)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Singapore	Non-Destructive Testing Society (Singapore) (NDTSS)	Babu, Sajeesh Kumar (Honorary Secretary)	Tokyo, 9 October 2012
South Africa	Southern African Institute for NDT (SAINT)	Jim Guild (SAINT Proxy)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
South Africa	Southern African Institute of Welding (SAIW)	Jim Guild (Executive Director)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference

Country	ICNDT Member	Name and Position of Signatory	Place and date of signing
South Korea	Korean Society for NDT (KSNT)	Cho, Younho (Senior Director, International)	Tokyo, 9 October 2012
Spain	Spanish Association for NDT (AEND)	Fermin Gómez Fraile (President)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference
Switzerland	Schweizerische Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (SGZP / SSNT)	Prof. Dr.-Ing. Werner Schmid (President of SSNT)	Châtel-St-Denis, 30 January 2014
Ukraine	Ukrainian Society for NDT (USNDT)	V. Troitskiy (President)	Kiev, 1 April 2013
United Kingdom	British Institute of NDT (BINDT)	Roger Lyon (Council Member)	Zagreb, Croatia, during Certification 2013, Conference

Secretariat: The British Institute of NDT
The Newton Building, St Georges Avenue, Northampton NN2 6JB, United Kingdom
Tel: +44 1604 893811; Fax: +44 1604 893861; Email: icndt@bindt.org



ARoENd colaborează cu ASR**Revista SUDURA**

Revista SUDURA este editată de Asociația de Sudură din România (ASR) începând din anul 1991 ca o continuare a revistei cu același nume care a fost publicată între anii 1938-1945 de Cercul pentru Încurajarea Sudurii (CIS) din Timișoara, precursorul ASR.

Tematica revistei abordează probleme științifice și practice ale sudării și procedurilor conexe acestora (tăiere termică, tăiere cu jet de apă, lipire, pulverizare termică). Articolele publicate, elaborate de autori din țară și străinătate, sunt structurate în două capitole și anume:

- **Cercetare – Dezvoltare** cuprinzând articole științifice publicate, de preferință, bilingv (română și engleză) și
- **Practicianul Sudor** cu articole cu caracter tehnic, de interes pentru membrii asociației care lucrează nemijlocit în industrie, articolele fiind publicate în limba română.

Revista SUDURA cuprinde, de asemenea, informații de interes pentru membrii ASR, o atenție specială fiind acordată utilizării noilor standarde din domeniu, informații despre activitatea Institutului Internațional de Sudură și a Federației Europene de Sudură, o prezentare a unor manifestări științifice și tehnice viitoare (conferințe, seminarii, târguri, expoziții) din țară și străinătate, precum și reclame ale unor producători și distribuitori de echipamente, materiale și servicii de sudare.

Colegiul de Redacție al revistei SUDURA cuprinde personalități recunoscute ale domeniului din țară și străinătate.

Din anul 2007, revista SUDURA este clasificată de Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior (CNCSIS) la categoria **B+**. Articolele din revista SUDURA sunt citate în importante baze de date internaționale. Revista SUDURA apare în mod regulat cu 4 numere/an (martie, iunie, septembrie, decembrie). Din anul 2010 revista este disponibilă și în variantă electronică. Rezumatele articolelor publicate sunt accesibile liber pe pagina web a ASR (http://www.asr.ro/html_ro/ro13_revista.htm).

Revista poate fi procurată de la Secretariatul ASR (Timișoara, 300222, Bd. Mihai Viteazu nr.30, asr@asr.ro). Membrii ASR cu cotizația achitată la zi primesc gratuit varianta electronică completă a revistei sau, la cerere, varianta tipărită.



Distribuitor autorizat, Instalare, Instruire, Service, Întreținere
S.C. Sudometal S.R.L. Cluj Napoca, P-ja 1 Mai nr. 3, tel/fax: 0264-433.735, www.sudometal.ro



CODUL DE ETICĂ AL PERSOANELOR CERTIFICATE DE ARoENd în conformitate cu SR EN ISO 9712:2013

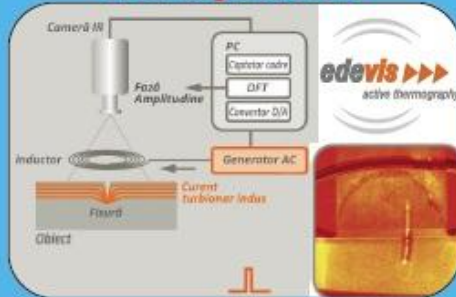
1. Persoana certificată trebuie să respecte regulile de etică ale personalului END pe durata cât deține certificatul DC-ARoENd și nu trebuie să facă declarații inadecvate la adresa AroENd.
2. Persoana certificată a luat cunoștință că ARoENd are dreptul să verifice declarațiile sale privind formarea, calificarea, certificarea și desfășurarea activității de END pe perioada valabilității certificatului eliberat de ARoENd.
3. Persoana certificată este de acord ca datele referitoare la nume, data nașterii, adresă și cele referitoare la certificarea sa sunt reale, iar numele, domiciliul și datele despre certificare sunt publicabile.
4. Persoana certificată a luat la cunoștință că nu are dreptul să folosească certificatul într-o manieră care să dăuneze procesului de certificare și să dea declarații referitoare la certificare, care ar putea fi considerate neautorizate sau greșite.
5. Persoana certificată a luat la cunoștință că nu are dreptul să divulge materiale de examinare confidentiale.
6. Persoana certificată a luat la cunoștință că nu are dreptul să participe la practici de susținere a testelor de examen în mod fraudulos.
7. Persoana certificată a luat la cunoștință că nu are dreptul să faca referiri la certificare dacă aceasta i-a fost suspendată și trebuie să înapoieze de îndată certificatul emis în caz de suspendare.
8. Persoana certificată se obligă ca în termen de maxim 30 de zile să anunțe în scris DC-ARoENd eventuala schimbare a locului de muncă, în vederea supravegherii activității sale ca persoană certificată și să trimită confirmarea anuală a stării de sănătate și dovada activității fără întreruperi semnificative, conform cerințelor SR EN ISO 9712. A luat la cunoștință că, în caz contrar, certificatul își pierde automat valabilitatea la 30 de zile de la schimbarea locului de muncă.
9. Persoana certificată a luat la cunoștință că această certificare nu are sensul de autorizație de lucru, care trebuie eliberată de angajator.
10. Persoana certificată a luat la cunoștință că DC-ARoENd nu este răspunzătoare pentru daunele produse ca persoană certificată.
11. Persoana certificată a luat la cunoștință că nu are dreptul să folosească certificatul acordat de ARoENd pentru a desfășura activități contrare prevederilor statutului ARoENd sau concurențiale ARoENd și DC-ARoENd.
12. Persoana certificată a luat la cunoștință că ARoENd are dreptul să-i anuleze certificatul dacă nu respectă regulile de etică sau îl utilizează în mod greșit.





NOUȚĂȚI 2015

Control nedistructiv cu termografie activă



Generator cu raze X de 200 kV cu greutate de numai 12 kg



Instalație de dezvoltat filme pentru autolaboratoare, OPTIMAX 2010 NDT Mobile



525400 Târgu Secuiesc, jud.Covasna
str.Gării nr.64
tel./ fax: +40.267.363.022
mobil: +40.728.994.605, +40.744.504.189
e-mail: office@kimet.ro | web: www.kimet.ro



Aparate pentru măsurarea grosimii straturilor de acoperire, vopsea, lac, email, straturi galvanice, etc.



Aparate de mare precizie pentru măsurarea alezajelor



Mașini optice de măsurat în 3 coordonate



Sisteme de măsurare cu afișaj digital (rigle de măsurare) pentru modernizarea mașinilor unelte.
Traductoare de deplasare magnetice de înaltă precizie



Defectoscopia gama pentru examinări cu radiații penetrante



Sistem digital de radiografiere industrială



Produse pentru radiografia industrială, aparate cu raze x, gama, instalații pentru dezvoltarea filmelor, dozimetre, accesorii



Materiale, aparate și accesorii pentru defectoscopie cu lichide penetrante și pulberi magnetice



Defectoscopia cu ultrasunete pentru verificarea sudurilor, inclusiv Phased Array, aparate pentru măsurarea grosimii metalelor



Produse pentru marcare industrială, markere și crete cu vopsea, indicatori de temperatură, markere pentru temperaturi înalte.

	<p>Total Control S.R.L. Echipamente pentru examinări nedistructivă și testări de materiale</p>	<p>Calea Călărașilor nr. 38 corp B, 030624 București 3 Tel. : 021 6193054, 031 4256155, 0371 135960 Fax : 021 2123151, 0372 891128 Mobil : 0722 251434, 0726 196869 E-mail : office@tcontrol.ro, Web : www.tcontrol.ro</p>
---	---	--

Noul defectoscop portabil universal USM 36 (GE Krautkrämer)

1. Cel mai mare ecran color (diagonala 7 inch) cu prezentare A din clasa sa.
2. Operare simplă și eficientă : numai 6 taste și două butoane rotitoare.
3. Memorare date, raportare rapidă și flexibilă pe suport card SD, inclusiv înregistrarea continuă a imaginilor de pe ecran (filmul examinării).
4. Conectivitate multiplă : porturi SD, USB și VGA.
5. Poate opera în cele mai adverse condiții :
 - clasă de protecție IP 66 la praf și apă.
 - temperatura de operare -10 / +550 C.
 - durată de funcționare autonomă extinsă la 13 h, cu indicarea timpului rămas până la oprire.
6. Configurație flexibilă: 3 versiuni, cea mai avansată cuprinzând toate metodele de evaluare (DAC, AWS, DGS, etc.) și multe funcții suplimentare care fac munca operatorului mai ușoară (nivel automat al porții, atenuare selectivă a ecoului de fund, detectare ecouri fantomă, trei porți etc.)



Mentor EM - defectoscopul cu curenți turbionari care redefinește standardele (GE)

1. Ecran XVGA 10,4 inch de înaltă rezoluție - 1024 x 768.
2. Conectivitate Wi-Fi și Bluetooth – permite transmiterea la distanță a instrucțiunilor de lucru și a rezultatelor examinării.
3. Operarea simplă, de către operatori de orice nivel tehnic, în baza instrucțiunilor de lucru create sau presetate (14).
4. Capacitate de memorare extinsă la 8 GB SSD.
5. Două generatoare de semnal și până la 4 frecvențe de lucru simultane.
6. Temperatura de operare -20 / +550 C.



Noul videoendoscop Mentor Visual IQ (GE Everest)

1. Echipament ultracompact (3 kg).
2. Singurul echipament cu sondă de 4 mm și cameră CCD de 440.000 pixeli.
3. Măsurare stereo și 3D (patent GE).
4. Ecran tactil (touch), mare 6,5", superluminos.
5. Pachet software pentru optimizarea productivității controlului (POD).
6. MDI = menu pentru conducerea controlului și generare automată a raportului de control.
7. Iluminare cu LED de foarte mare putere.
8. Sonde interschimbabile de 4 și 6,1 mm, cu lungime 2-10 m.
9. Sonda este condusă cu joystick cu acționare cu motor pas-cu-pas.
10. Conectivitate USB, WiFi, Bluetooth.



Noul scanner de plăci radiografice digitale CRxVision (GE Agfa)

1. Echipament revoluționar, unic - tracțiunea plăcii în scanner nu se face cu contact mecanic (role, benzi etc.) ci magnetic, placa nefiind practic uzată mecanic !
2. Corespunde oricărui norme de control (ISO 17636-2 Class A & B, ASME, ASTM, EN).
3. Acceptă orice formă de placă (regulată și neregulată), precum și scanare simultană a mai multor plăci, cu capacitatea de separare automată a imaginilor individuale.
4. Laser de înaltă rezoluție.
5. Software complet compatibil ASTM DICONDE.



Membrii susținători ai ARoENd până la data de 20.05.2014



General Electric Int. Inc. Wilmington, Suc. Romania

ERSTE ANKÜNDIGUNG

FIRST ANNOUNCEMENT

19th WCNDT 2016



World Conference on Non-Destructive Testing

June 13 – 17 in **Munich** Germany



WILLKOMMEN IN MÜNCHEN WELCOME TO MUNICH
BIENVENUE À MUNICH BIENVENIDO EN MÚNICH



GERMAN
SOCIETY FOR
NON-DESTRUCTIVE
TESTING