

## 1.2. Încercări nedistructive

### 1.2.1. Aspecte generale

Încercările materialelor au ca scop determinarea *proprietăților* acestora, în corelație cu diverse tipuri de solicitări la care ele pot fi supuse. În mod uzual, încercările sunt clasificate în funcție de grupa de proprietăți la care se referă:

- *încercări mecanice*, pentru a determina sau a verifica: duritatea, rezistența la tracțiune, la compresiune, reziliența, fluajul, rezistența la oboseală etc.;
- *încercări tehnologice*, pentru a determina sudabilitatea, capacitatea de a se deforma, turnabilitatea, așchiabilitatea etc.;
- *încercări fizice*, pentru a determina diverse proprietăți fizice, cum ar fi: conductivitatea termică, difuzivitatea, conductibilitatea electrică, capacitatea de a se magnetiza, higroscopicitatea etc.;
- *încercări chimice*, pentru a determina rezistența la coroziune, la atacul unor acizi și alte proprietăți chimice.

La aceste încercări se adaugă analizele chimice, precum și examinările de structură – examinările metalografice – asociate încercărilor care au ca scop determinarea proprietăților materialelor. După modul în care afectează integritatea produsului examinat, încercările materialelor sunt grupate în: încercări distructive și nedistructive.

*Încercările distructive* sunt considerate acele metode care afectează, parțial sau total, integritatea produsului examinat sau a probei analizate pentru a caracteriza produsul respectiv.

*Încercările nedistructive* sunt acele metode care nu afectează produsul analizat, examinările fiind denumite și non-invazive.

În practica industrială și în laboratoarele de cercetări se aplică un număr foarte mare de metode de încercări nedistructive. Numărul acestora depășește ușor cifra de 200. Dintre acestea circa 150 sunt standardizate. Totuși, o răspândire mare o au un număr redus dintre ele, circa 8...10. De altfel, certificarea personalului operator pentru examinări nedistructive se aplică numai pentru 8 metode în Europa.

### 1.2.2. Scurt istoric

Cele mai vechi încercări nedistructive sau examinări nedistructive (END) sunt cele optico-vizuale. Din cele mai vechi timpuri omul a verificat execuția unui obiect prin examinare atentă cu ochiul liber sau, mai târziu, cu un instrument.

În afara examinărilor optico-vizuale folosite dintotdeauna, se consideră că primele încercări nedistructive au fost aplicate pentru detectarea fisurilor de suprafață ale șinelor de cale ferată sau ale unor componente de tren. Părțile suspecte erau unse sau introduse în ulei, după care se curățau și se acopereau cu o pudră. În locurile în care existau fisuri, pudra absorbea uleiul intrat în acestea și, pe suprafața examinată, se întindea o pată de ulei cu o mărime dependentă de mărimea fisurii. Această metodă a stat la baza dezvoltării inspecției, cunoscută astăzi, sub denumirea de “examinare cu lichide penetrante”.

Radiația X a fost descoperită în 1895 de către fizicianul Wilhelm Conrad Röntgen (1845 - 1923) care a fost profesor la “Würzburg Universität” din Germania. La scurt timp după această descoperire, Röntgen a realizat prima radiografie industrială. Alte metode de examinare, bazate

pe proprietățile ultrasunetelor sau pe proprietățile curenților turbionari au fost create și aplicate în timpul celui de-al doilea război mondial.

La început, aplicarea acestora viza doar detectarea defectelor, după care a urmat etapa în care detectarea defectelor s-a asociat cu verificarea acceptabilității acestora și luarea deciziei admis/respins. Din punct de vedere cronologic, specialiștii apreciază că începuturile Examinărilor nedistructive pot fi situate după cum urmează:

- 1850 – Lichide penetrante
- 1860 – Verificarea etanșeității
- 1879 – Curenți turbionari
- 1895 – Radiații penetrante
- 1930 – Ultrasunete
- 1948 – Holografie
- 1950 – Emisie acustică

Începând cu anul deceniul șapte al secolului al XX-lea, optica specialiștilor privind inspecția calității prin metode nedistructive s-a schimbat esențial.

În primul rând, dezvoltarea tehnicilor de detectare a permis semnalarea defectelor din ce în ce mai mici, ceea ce însemna respingerea unui număr tot mai mare de produse în controlul automat. În al doilea rând, a apărut și s-a extins rapid disciplina intitulată *mecanica ruperii* care permite predicția comportării produselor cu defecte în exploatare. Prin instrumentele oferite de mecanica ruperii se poate estima, cu oarecare aproximație, momentul în care un produs cu defect se va rupe, în funcție de forma și poziția acestuia, solicitarea la care urma să fie supus obiectul și caracteristicile sale.

Mecanica ruperii a dezvoltat o serie de metode de estimare a modului de propagare a fisurilor sau a altor tipuri de defecte și sub acțiunea unor solicitări ciclice, (rupere la oboseală). Cu ajutorul acestor instrumente a devenit posibilă acceptarea unor structuri care conțineau defecte dacă dimensiunile, forma și modul de evoluție a acestora erau cunoscute.

Aceste elemente au stat la baza noii filosofii de proiectare denumite "damage tolerant design". Piesele care au defecte pot fi utilizate atât timp cât se poate stabili că defectele respective nu se vor dezvolta în timpul utilizării până la o dimensiune critică, adică suficient de mare încât să conducă la ruperea sau distrugerea pieselor. Pentru comunitatea specialiștilor în încercările nedistructive s-a deschis o nouă perspectivă.

Simpla detectare - calitativă - a defectelor nu mai era suficientă.

A devenit necesară analiza cantitativă a defectelor, obținerea de informații referitoare la mărimea și forma defectelor, informații care să constituie date de intrare în calculele de mecanica ruperii, astfel încât să se poată estima durata de viață a produsului. Analiza cantitativă a fost strict impusă în domenii de vârf cum ar fi cel militar și nuclear. În aceste domenii s-au dezvoltat numeroase programe de cercetare pentru predicția duratei de viață a produselor, ceea ce a condus la apariția unei noi discipline: "evaluarea nedistructivă".

*Încercările (examinările) nedistructive* (Nondestructive Testing – NDT) joacă un rol deosebit de important în ceea ce privește siguranța că piesele unei structuri își vor îndeplini funcțiile un interval de timp predeterminat.

Specialiștii din domeniul încercărilor nedistructive au creat și implementează încercări prin care caracterizează materialele sau detectează, localizează și măsoară defectele, defecte care pot determina prăbușiri de avioane, explozii de centrale nucleare, deraieri de trenuri, incendii și o întreagă gamă de alte evenimente mai puțin vizibile, dar la fel de periculoase. Întrucât încercările nedistructive nu afectează în niciun fel integritatea produsului testat, utilizarea lor este foarte utilă în controlul calității produsului care urmează a fi utilizat. În general, încercările nedistructive sunt asemănătoare celor aplicate în medicină pentru examinarea "nedistructivă" a omului sau animalelor.

*Evaluarea nedistructivă* (Nondestructive Evaluation - NDE). Deși uneori noțiunile de evaluare și încercare sunt utilizate ca sinonime, din punct de vedere tehnic, prin evaluare nedistructivă se înțelege, în primul rând, măsurarea și descrierea unui defect, stabilirea formei și poziției acestuia, determinarea caracteristicilor unui material, proprietăților fizice sau magnetice etc.

În figura 1.9 este prezentată comparativ evoluția principalelor metode de examinare nedistructivă.

Evoluția principalelor metode de examinare nedistructivă a fost strict determinată de dezvoltarea mijloacelor de investigare, dar și de exigențele impuse de domeniile de vârf ale tehnicii, cum ar fi: industria nucleară, industria aeronautică, căi ferate, electronică, tehnică militară și medicală etc.

Unele metode, considerate tradiționale, cum ar fi radiațiile penetrante, pulberile magnetice și lichidele penetrante au o evoluție lentă, chiar ușor descendentă (radiațiile), în ceea ce privește aplicabilitatea, în timp ce alte metode cunosc în ultimele decenii o dezvoltare explozivă.

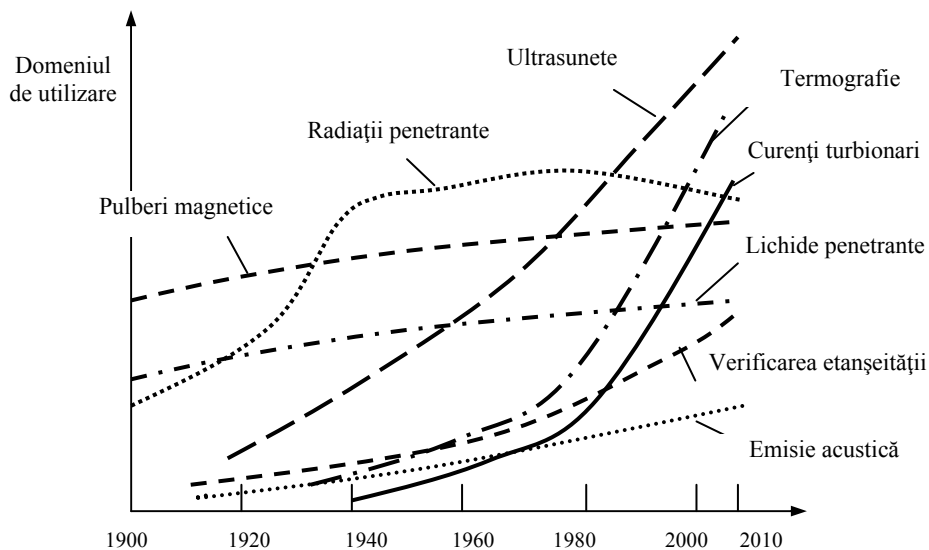


Fig. 1.9. Evoluție și tendințe actuale în dezvoltarea metodelor de examinare nedistructivă.

Factorii care determină dezvoltarea metodelor de examinare nedistructivă și motivează cercetarea pentru îmbunătățirea performanțelor actuale sunt:

- evoluția tehnologiilor de vârf din construcțiile aerospațiale, echipamentele pentru centrale electrice nucleare, utilajele chimice speciale etc.;
- intensificarea preocupărilor pentru realizarea unor produse și construcții de dimensiuni mari și/sau deosebit de complexe, cum sunt: petrolierele și mineralierele, platformele de foraj marin, instalațiile termoelectrice, vase sub presiune pentru centrale nucleare, aeronave, nave spațiale, instalații pentru industria de utilaj chimic, poduri ș.a.;
- extinderea procedurilor de sudare și a domeniului de aplicare a construcțiilor sudate;
- necesitatea asigurării protecției individuale, sociale și a mediului, prin ameliorarea calității produselor și obligativitatea garantării fiabilității și duratei de viață a acestora;
- aspecte tehnico - economice care vizează reducerea greutateii specifice, folosirea unor materiale noi care să înlocuiască materialele deficitare;

## METODE MODERNE DE DETECTARE A DEFECTELOR

- necesitatea admiterii defectelor în limite acceptabile, ca rezultat inerent al aplicării tehnologiilor de prelucrare a semifabricatelor într-o nouă concepție de proiectare constructiv - tehnologică cunoscută sub denumirea de *fitness for purpose*, în care toate etapele de la concepție și până la realizarea produsului sunt subordonate calității și eficienței acesteia;
- necesitatea optimizării volumului controlului, astfel încât cheltuielile generate de control să fie minime; aplicarea unor metode ultrasensibile necorelate cu nivelul de execuție și cu posibilitățile mijloacelor mai simple și mai puțin costisitoare, conduce la mărirea nejustificată a prețului.

Încercările nedistructive moderne sunt folosite în prezent pentru:

- asigurarea integrității produselor și, implicit, a fiabilității acestora;
- evitarea defectărilor, prevenirea accidentelor care pun în pericol viața și integritatea oamenilor și altor ființe, evitarea accidentelor ecologice;
- asigurarea obținerii unui profit de către cel care le folosește;
- asigurarea satisfacției clientului și menținerea reputației producătorului;
- îmbunătățirea permanentă a proiectului produsului;
- controlul proceselor de prelucrare;
- reducerea costurilor de fabricare;
- menținerea unui nivel de calitate constant;
- asigurarea eficienței operaționale.

### 1.2.3. Organizații în domeniul END

**EFNDT** - *The European Federation for Non-Destructive Testing* – Federația Europeană pentru Încercări Nedistructive – fondată în mai 1998 la Copenhaga, la cea de-a 7-a Conferință Europeană pentru Încercări Nedistructive (ECNDT - *The 7th European Conference for Non-Destructive Testing*), unde 27 de societăți naționale și-au unit forțele pentru crearea unei organizații la nivel european. Principalul obiectiv al acestei federații a fost stabilirea unui sistem european de calificare a personalului. Certificarea persoanelor se face conform normei europene EN 473.

**NDTMA** – *Nondestructive Testing Management Association* - Asociația managerială pentru examinări nedistructive.

În aproape fiecare țară a lumii există organizații, societăți sau asociații profesionale pentru Examinări Nedistructive. Câteva dintre cele mai cunoscute societăți naționale sunt:

**ARoEND** – Asociația Română de Examinări Nedistructive, înființată în anul 1990, ca asociație profesională, științifică, neguvernamentală și independentă, având ca scop principal promovarea și protecția activității de END în România. Începând cu anul 1994, când a fost organizat primul Simpozion Național, cu participare internațională, ARoEND a ajuns anul acesta (2008) la cea de a 15-a ediția a simpozionului, organizată în ultimii ani la Mamaia, în luna iunie a fiecărui an.

**ASNT** - *American Society for Nondestructive Testing* – Societatea Americană pentru Încercări Nedistructive, cea mai mare societate tehnică pentru NDT, a fost înființată în anul 1941 sub denumirea inițială de „The American Industrial Radium and X-Ray Society”. ASNT este lider mondial în organizarea conferințelor și întâlnirilor internaționale a specialiștilor din domeniu.

**CINDE** – *Canadian Institute for NDE* – Institutul Canadian pentru Încercări Nedistructive.

#### METODE MODERNE DE DETECTARE A DEFECTELOR

**COFREND** - *CO*nfederation *FR*ancaise pour les *Essais Non Destructifs* – Confederația Franceză pentru Încercări Nedistructive.

**BINDT** – *The British Institute of Non Destructive Testing* – Institutul Britanic pentru Încercări Nedistructive.

**DGZfP** - *Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung* – Societatea Germană pentru Încercări Nedistructive.

**JSNDI** – *Japanese Society for Non Destructive Inspection*– Societatea Japoneză pentru Inspecția Nedistructivă.

**RSNTTD** – *Russian Society for Non Destructive Testing and Technical Diagnostics* – Societatea Rusă pentru Încercări Nedistructive și Diagnostice Tehnice.

**ISND** – *Indian Society for Nondestructive Testing* - Societatea Indiană pentru Încercări Nedistru