

# **INTEGRITATEA STRUCTURILOR**

## **UN CONCEPT COMPLEX ÎN INGINERIA ACTUALĂ**

Conf. dr. ing. Mariana Petrescu  
Universitatea Tehnică de Construcții București

Abstract : In the following work it is presented the influencing role of strain corrosive crack upon metallic structures integrity.

### **1. INTRODUCERE**

În prezent valoarea unui produs tehnic este condiționată de: funcționalitate, economicitate și fiabilitate. Dacă în ceea ce privește concepția constructivă și tehnologică se fac analize avansate din punct de vedere funcțional, al costurilor de producție și de exploatare, fiabilitatea sau siguranța în funcționare poate fi prevăzută numai în cadrul unor aproximări (dependente de metodele analitice, de volumul datelor experimentale).

Ritmul înalt al studiilor în acest domeniu de cercetare reflectă cerințele acute pe care le pune practica industrială în acest domeniu și pe de altă parte complexitatea extremă a fenomenului.

Astfel se realizează o reconsiderare continuă a conceptelor, metodelor analitice și experimentale a soluțiilor concepute să limiteze efectele fenomenului de rupere.

Cu toate progresele obținute, se înregistrează încă insuccese și se produc accidente. Pentru a fi evitate sau reduse în viitor astfel de situații la structurile de mare eficiență trebuie să se țină seama de defectele de natura unor fisuri în domeniul temperaturilor și al mediilor agresive.

### **2. MEDII ACTIVE – INFLUENȚE ASUPRA FENOMENULUI RUPERII**

Medii active – în sensul mecanicii ruperii – sunt acele medii care, printr-o reacție superficială sau în volum, reduc rezistența mecanică a materialului.

În acest sens sunt cunoscute: fisurarea corozivă sub tensiune (FCT); fragilizarea prin hidrogen; fragilizarea prin metode lichide; fragilizarea prin radiație neutronică.

În toate aceste fenomene se disting mai multe faze:

1 – transportul mediului activ la suprafață;

2 – adsorbția la suprafață;

3 – reacția la suprafața materialului;

4 – desorbția produselor reacției;

5 – transportul produselor astfel eliberate în masa materialului;

6 – reacții între material și produsele rezultate și afectarea capacității de rezistență a materialului.

În funcție de împrejurări unele faze pot să lipsească, altele pot fi dominante.

## 2.1. FISURAREA COROZIVĂ SUB TENSIUNE (FCT)

FCT – metodă comună de inițiere și propagare a fisurii datorită acțiunii mediilor corozive.

Efectul acțiunii se manifestă prin:

- diminuarea capacității de deformare plastică;
- inițierea și propagarea în timp a fisurilor la nivele la care, în condiții de medii neagresive, procesele nu sunt declanșate.

Fisurarea corozivă apare la o categorie largă de materiale metalice, cum sunt:

- oțeluri carbon nealiate cu conținut scăzut de carbon;
- oțeluri aliate pe bază de crom și nichel;
- oțeluri inoxidabile;
- aliaje de: aluminiu, titan, magneziu, cupru – zinc.

## 2.2. FCT – NIVEL MICROSTRUCTURAL

La nivel microstructural FCT este favorizată de doi factori principali:

**a** – existența unui traiect structural pe care sensibilitatea chimică este mai ridicată comparativ cu matricea cristalină adiacentă;

**b** – existența unui mecanism de concentrare a tensiunii normale de-a lungul traiectului cu reactivitatea chimică ridicată.

Acești factori se dezvoltă transgranular sau intergranular.

FCT transgranulară – este asociată cu ruperea filmului superficial protector (rezultat din reactivitatea mediului cu metalul) care are un caracter anodic în raport cu zona înconjurătoare. Odată vârful fisurii inițiat, propagarea continuă cu două procese:

- pe de o parte, sub acțiunea mediului activ filmul protector se reface pe suprafețele metalice nou formate;
- pe de altă parte, la vârful fisurii, filmul superficial este în permanență rupt datorită alimentării continue cu dizlocații din enclava plastică din vârful fisurii.

Aceste secvențe se succed până când lungimea fisurii atinge valoarea critică pentru tensiunea aplicată.

La oțelurile inoxidabile (fără peliculă protectoare la suprafață) fenomenul este controlat de neomogenitatea chimică indusă în zonele deformate.

FCT intergranulară – presupune două stadii caracteristice:

- atac chimic preferențial și rapid de-a lungul suprafeței limită a grăunților, ceea ce reduce semnificativ rezistența la rupere în planele care marchează limita grăunților și;
- concentrarea tensiunii normale pe aceste plane datorită concentrării dizlocațiilor în planele de alunecare.

FCT trans sau intergranulară se poate dezvolta într-un agregat policristalin în funcție de particularitățile structurale ale materialului, reactivitatea mediului și nivelul tensiunii aplicate.

Sub efectul fenomenului de FCT integritatea componentelor unui ansamblu mecanic în funcțiune este puternic afectată.

## 2.3. ASPECTE PRIVIND INTEGRITATEA UNOR COMPONENTE

În cele ce urmează se analizează unele aspecte privind integritatea la șina de cale ferată și roțile materialului rulant mai ales în condițiile unor viteze de deplasare foarte mari (trenuri de mare viteză) și a unei fiabilități corespunzătoare.

În legătură cu creșterea vitezei, pe baza studiilor efectuate [prof. K. J. Miller] sunt enunțate două alternative posibile:

- liniile pentru trenurile de mare viteză trebuie să fie drepte, supuse la variații cât mai mici de solicitare și inspectate permanent pentru detectarea fisurilor mici;
- menținerea actualelor trasee cu numeroase curbe, cu variații mari la solicitare produse de un parc diversificat înseamnă viteză mai mică, fără să se elimine ruperile.

Inginerii proiectanți au de rezolvat probleme complexe, și în particular aceea de a alege metalul pe criterii diametral opuse:

- între un material de înaltă rezistență mecanică și la uzură, cu tenacitate la rupere redusă;
- și unul care se uzează mai ușor, dar are o tenacitate la rupere ridicată.

În primul caz, lungimea critică a fisurii este mică și mai greu de detectat și monitorizat. Cercetările recente s-au concentrat asupra formării de *fisuri scurte* în *staturile superficiale* ale oțelului, cu adâncime de ordinul 0,5 mm. Acestea pot să se oprească sau pot fi determinate datorită descreșterii în intensitate a câmpului de tensiune în adâncime, sau dacă gradientul uzurii este egal sau mai mare decât rata de creștere a fisurii.

În al doilea caz, dacă solicitarea la oboseală se suprapune peste fisura corozivă se produc două categorii de fisuri:

- de profunzime, care se propagă sub formă de spirală,
- de suprafață, care degradează stratul de suprafață sub formă de solzi.

Explicația acestor fenomene este dată de faptul că fisura este produsă de tensiunile tangențiale și implică factorul de intensitate a tensiunii  $K_{II}$  al modulului II de fisurare, evident participă și  $K_I$  produs de tensiunile normale.

În momentul în care factorul de intensitate a tensiunii pentru modul mixt de fisurare  $K_{\sigma}$  atinge o valoare critică, fisurarea poate continua fie în adâncime, fie să-și schimbe direcția și să iasă la suprafață, producând cojirea stratului superficial.

Factorul de intensitate a tensiunii pentru modul mixt de fisurare are expresia:

$$K_{\sigma} = \cos \frac{\varphi}{2} \left( K_I \cos^2 \frac{\varphi}{2} - \frac{3}{2} K_{II} \sin \varphi \right) \quad (1)$$

în care  $\varphi$  este unghiul dintre direcția de deplasare a fisurii și direcția  $K_{\sigma}$  rezultată din compunerea  $K_I$  și  $K_{II}$ .

Astfel fisuri periculoase (de adâncime) sunt posibile la lungimi reduse, de ordinul a 200  $\mu\text{m}$  pentru valori scăzute pentru  $K_{\sigma}$  (4,21 MPa  $\sqrt{m}$ ); în timp ce fisurile ce produc cojirea, au lungimi inițiale de forfecare mai mari (750  $\mu\text{m}$ ,  $K_{\sigma} = 10,003 \text{ MPa} \sqrt{m}$ ).

### 3. CONCLUZII

Pentru obținerea unui produs tehnic performant trebuie realizate studii analitice care să acopere o cât mai mare parte din problematicile construcțiilor inginerești.

Progresele obținute în domeniu au fost posibile prin luarea în considerare a defectelor de ordinul de mărime al grăunților, a structurilor complexe, prin studiul fisurilor prin mecanica ruperii în domeniul elastic și elasto-plastic.

Pentru o aplicare cât mai unitară, studiile trebuie să fie concretizate în norme aplicate la nivel internațional.

#### BIBLIOGRAFIE

- [1] O. Cioclov Mecanica ruperii metarialelor. Ed. Academiei. București 1977.  
 [2] M. Petrescu Mecanica ruperii. Ed. CONSPRESS. București 1999  
 [3] Rusu O. Integritatea structurilor. Art. în revista MECANICA RUPERII. Publicatie ARMUR nr.12 - 2002.