



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională.
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

UN ASPECT AL ESTIMĂRII TENACITĂȚII LA RUPERE, δ_c

Pavel TRIPA, Ion DUMITRU

AN ASPECT OF ESTIMATING OF THE FRACTURE TOUGHNESS δ_c

Between main characteristics, praising the fracture toughness of materials, there are different relations. The present paper is praising some difficulties which concerning the fracture toughness, on the basis of a method which allow to estimate another characteristic, much easy to determine.

Cuvinte cheie: tenacitate la rupere, caracteristici mecanice, temperatură

Keywords: fracture toughness, mechanical properties, temperature

1. Introducere

Este cunoscut faptul că între caracteristicile mecanice și cele ale tenacității la rupere s-au stabilit o serie de relații, relații unanim acceptate și stabilite în majoritatea cazurilor în urma cercetărilor experimentale. Acceptarea acestora este impusă și de faptul că în unele situații dimensiunile elementelor care trebuie cercetate nu permit realizarea unor epruvete de dimensiunile impuse de normele în vigoare, precum și de dificultatea încercărilor experimentale care trebuie efectuate.

Cercetările experimentale care s-au efectuat asupra materialului conductelor de abur din centrale termoelectrice românești în vederea determinării tenacității la rupere exprimată prin factorul critic

de intensitate al tensiunii K_{IC} s-au lovit de imposibilitatea realizării unor epruvete de dimensiunea celor impuse prin normele referitoare la aceste încercări.

În lucrare se tratează determinarea deplasării critice la vârful fisurii δ_c în funcție de variația temperaturii pentru trei calități de oțeluri termorezistente prin intermediul tenacității la rupere K_V determinată pe epruvete Chevron. Dimensiunile conductelor de abur viu au permis realizarea epruvetelor de dimensiunile cerute în metodologia cercetării pe acest tip de epruvete. Se menționează că materialul cercetat este obținut din conducte care încă nu au funcționat în centralele termice. Procedura de stabilire a duratei de viață a materialului conductelor de abur care prezintă fisuri necesită obligatoriu și cunoașterea comportării materialului încă neutilizat.

Studiu prezentat este orientat asupra tenacității la rupere exprimată prin deschiderea critică la vârful fisurii δ_c deoarece această caracteristică de tenacitate este recomandată și materialelor ductile, comportare pe care o au și oțelurile termorezistente.

2. Relații între caracteristicile de tenacitate și cele mecanice

Între diferitele caracteristici ale tenacității la rupere și caracteristicile mecanice de material există multe relații. Se prezintă câteva astfel de relații [1].

- deplasarea critică la vârful fisurii δ_c :

$$\delta_C = \frac{K_{IC}^2}{E \cdot \sigma_c} \quad (1)$$

- integrala critică de contur J_C :

- pentru starea plană de deformație:

$$J_C = \frac{1 - \mu^2}{E} K_{IC}^2 \quad (2)$$

- pentru starea plană de tensiuni:

$$J_C = \frac{K_{IC}^2}{E} \quad (3)$$

unde:

K_{IC} – factorul critic de intensitate a tensiunii,
 E – modulul de elasticitate longitudinal
 σ_c – limita de curgere
 μ - coeficientul lui Poisson.

Relația (1) este modificată în [2] devenind de forma:

$$\delta_c = \frac{K_{IC}^2}{m_1 \cdot E \cdot \sigma_m} \quad (4)$$

unde:

m_1 – este un coeficient care are valoarea $m_1 = 1,4$ atât pentru starea plană de deformație t și pentru starea plană de tensiuni,
 σ_m – este o tensiune medie, determinată cu relația:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_c + \sigma_r}{2} \quad (5)$$

iar σ_r – rezistența la rupere.

Ținând seama de relația (5), relația (4) capătă forma:

$$\delta_c = \frac{K_{IC}^2}{0,7 \cdot E \cdot (\sigma_c + \sigma_r)} \quad (6)$$

3. Cercetări experimentale

Având în vedere că între K_{IC} și K_V (tenacitatea la rupere determinată pe epruvete Chevron) nu există diferențe semnificative [3] în relația (6) K_{IC} a fost înlocuit cu K_V .

Cercetările experimentale efectuate pe oțeluri termorezistente au arătat că toate mărimile E , σ_c , σ_r , K_V sunt influențate mai mult sau mai puțin de variația temperaturii [3].

În aceste condiții relațiile dintre caracteristicile mecanice și cele de tenacitate devin de forma:

$$J_C = \frac{1-\mu^2}{E(T)} \cdot K_V^2(T) \quad (7)$$

$$J_C = \frac{K_V^2(T)}{E(T)} \quad (8)$$

$$\delta_c = \frac{K_V^2(T)}{0,7 \cdot E(T) \cdot [\sigma_c(T) + \sigma_r(T)]} \quad (9)$$

Relația care a fost utilizată în prezenta lucrare pentru determinarea deplasării critice la vârful fisurii este relația (9) unde:

$K_V(T)$ – factorul critic de intensitate al tensiunii determinat pe epruvete Chevron, funcție de temperatura de încercare

$E(T)$ – modulul de elasticitate longitudinal, funcție de temperatura de încercare

$\sigma_c(T)$ – limita de curgere, funcție de temperatura de încercare

$\sigma_r(T)$ – rezistența la rupere, funcție de temperatura de încercare.

Intervalul de temperatură luat în cercetare este 20 – 600 °C.

Variația tenacității la rupere $K_V(T)$ cu temperatura este prezentată detaliat în [3]. Forma și dimensiunile epruvetei Chevron pe baza căreia s-a determinat tenacitatea la rupere K_V sunt prezentate în figura 1.

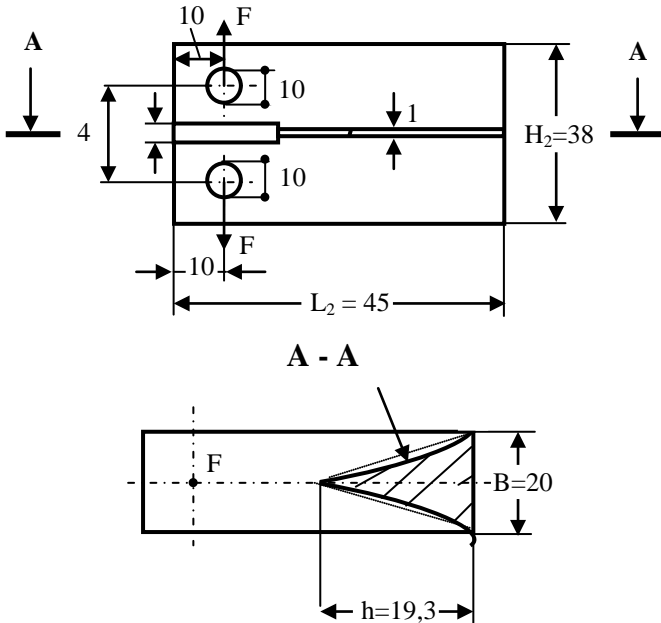


Fig.1 Epruveta Chevron utilizată la cercetări

Deplasarea critică la vârful fisurii δ_c determinată pe baza relației (9) este prezentată în figura 2.

În intervalul de temperatură 20-300 °C caracteristicile mecanice și ale tenacității la rupere K_V au prezentat variații neînsemnate.

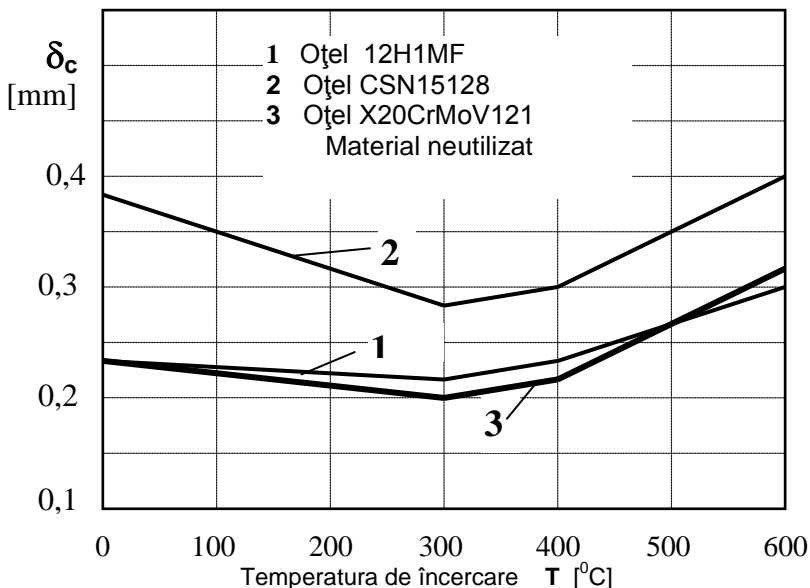


Fig.2 Variația tenacității la rupere δ_c

4. Concluzii

După analizarea rezultatelor prezentate în figura 2 se pot stabili următoarele concluzii:

■ tenacitatea la rupere δ_c scade nesemnificativ la temperaturi de până la 300 °C la oțelurile 12H1MF, respectiv X20CrMoV121 și mai pronunțat pentru oțelul CSN15128;

■ peste 300 °C, tenacitatea la rupere δ_c crește cu toate că pe acest interval, din cercetările efectuate, toate mărimile din relația (9) scad. Explicarea acestui fenomen poate consta în

aceea că pe acest interval de temperatură E scade mult mai pronunțat decât K_V celelalte mărimi din relația (9);

■ rezultatele obținute nu recomandă utilizarea unei tenacități la rupere exprimată prin intermediul altor caracteristici de material sau de tenacitate la rupere, ci aceasta trebuie determinată conform normelor standardizate.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Barsom, J.M., Rolfe, S.T., *Fracture and Fatigue. Control in Structures*. New Jersey. 1987, Second Edition.
- [2] Wellman, G.W., Rolfe, S.T., *Engineering Aspects of CTOD Fracture Toughness Testing*. WRC Bulletin, Nov.1984, pag.292.
- [3] Tripa, P., *Cercetări asupra tenacității unor oțeluri utilizate la conductele de abur din centralele termoelectrice*. Teză de doctorat, Timișoara, 1997.

Prof. Dr. Ing. Pavel TRIPA,
Facultatea de Mecanică
Universitatea "POLITEHNICA" din Timișoara, membru AGIR
e-mail: ptripa@yahoo.com

Prof. Dr. Ing. Ion DUMITRU,
Facultatea de Mecanică
Universitatea "POLITEHNICA" din Timișoara, membru AGIR
e-mail: Ion.Dumitru@mec.upt.ro