A XIV-a Conferinţă internaţională – multidisciplinară,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2014

CÂTEVA ASPECTE ALE ESTIMĂRII TENACITĂŢII LA RUPERE PENTRU OŢELUL 12H1MF

Pavel TRIPA

SOME ASPECTS OF ESTIMATING THE FRACTURE TOUGHNESS FOR 12H1MF STEEL

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.

Keywords: steam pipe, toughness, steel 12H1MF
Cuvinte cheie: conductă de abur, tenacitate la rupere, oţel 12H1MF

1. Consideraţii generale

Este cunoscut faptul că între caracteristicile care exprimă tenacitatea la rupere sunt stabilite o serie de relaţii unanim acceptate în literatura de specialitate.

Unele caracteristici ale tenacităţii la rupere care se determină mai complicat pot fi determinate indirect, prin intermediul altor caracteristici, a căror determinare este mai simplă.

Cea mai utilizată caracteristică a tenacităţii la rupere este factorul critic de intensitate al tensiunii, K_{IC}. Alte caracteristici ale tenacităţii la rupere sunt: deplasarea critică la vârful fisurii (δ_c), integrala critică de contur (J_{Ic}) etc. Determinarea acestor caracteristici ale tenacităţii la rupere impun asigurarea unor condiţii de încercare, mai

ales în ceea ce presupune realizarea epruvetelor pentru încercările experimentale.

În lucrare se prezintă câteva relaţii acceptate între principalele caracteristici ale tenacităţii la rupere precum şi rezultatele obținute pentru unele dintre ele pe baza cunoaşterii factorului critic de intensitate al tensiunii, pentru oţelul termorezistent 12H1MF utilizat în confecţionarea conductelor de abur din centralele termoelectrice româneşti. Factorul critic de intensitate al tensiunii K_{IC} a fost determinat experimental pe epruvete Chevron.

2. Relaţii între câteva caracteristici ale tenacităţii la rupere

În literatura de specialitate sunt cunoscute şi unanim acceptate următoarele relaţii între următoarele caracteristici ale tenacității la rupere [1]:

Deplasarea critică la vârful fisurii, δ_c:

$$\delta_c = \frac{K_{IC}^2}{E \cdot \sigma_c} \tag{1}$$

Integrala critică de contur, J_c :

- pentru starea plană de deformaţie:

$$J_C = \frac{1-\mu^2}{E} \cdot K_{IC}^2 \tag{2}$$

- pentru starea plană de tensiune:

$$J_C = \frac{K_{IC}^2}{E} \tag{3}$$

unde:

K_{IC} –factorul critic de intensitate al tensiunii,

E – modulul de elasticitate longitudinal al materialului

σ_c – limita de curgere a materialului

μ - coeficientul lui Poisson (S-a considerat μ = 0,3).

Relaţia (1) după [2] poate fi şi sub forma:

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

unde:

m_1 – un coeficient de corecţie care pentru starea plană de deformaţii are valoarea, $m_1 = 1,4$

σ_m – valoarea medie a tensiunii normale:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_c + \sigma_r}{2} \tag{5}$$

unde: σ_r – rezistenţa de rupere a materialului.

Ţinând seama de relaţiile (4) şi (5), relaţia (1) devine de forma

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

3. Cercetări experimentale

Datorită faptului că pentru oţelul 12H1MF între K_{IC} şi K_V (tenacitatea la rupere determinată pe epruvete Chevron) [3, 4], nu s-au constatat diferenţe semnificative, în relaţiile (2), (3), (6) K_{IC} s-a înlocuit cu K_V.

În relaţiile prezentate, atât caracteristicile de rezistenţă cât şi cele de elasticitate sunt influenţate de temperatura θ din peretele conductei. În aceste condiţii, relaţiile (2), (3) şi (6) capătă forma:

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

$$J_C = \frac{1 - \mu^2}{E(\theta)} \cdot K_V^2(\theta) \tag{8}$$

$$J_C = \frac{K_V^2(\theta)}{E(\theta)} \tag{9}$$

Variaţia lui μ cu temperatura a fost nesemnificativă pe tot intervalul de temperatură studiat. Variaţia caracteristicilor a fost studiată pe intervalul de temperatură 20 … 585 ^{0}C. În intervalul 20 … 300 ^{0}C

variaţia acestora a fost fără importanţă. Variaţia lui K_V este preluată din [3].

Legile de variaţie ale caracteristicilor mecanice şi de elasticitate utilizate în lucrare sunt prezentate în tabelul 1 iar a tenacităţii la rupere $K_{IC}(\theta)$ în tabelul 2.

Tabelul 1

Intervalul de temperatură θ [^{0}C]	Caracteristicile de rezistenţă şi elasticitate		
	$E(\theta)$ [MPa]	$\sigma_c(\theta)$ [MPa]	$\sigma_r(\theta)$ [MPa]
20 … 300	$1{,}6\ 10^5$	380	450
300 … 600	$1{,}61 \cdot 10^5 - 2{,}33 \cdot \theta$	$515 - 0{,}45 \cdot \theta$	$570 - 0{,}4 \cdot \theta$

Tabelul 2

Intervalul de temperatură θ [^{0}C]	$K_{IC}(\theta)$ [MPa·m$^{1/2}$]
20 … 600	$152{,}48 - 0{,}024 \cdot \theta$

Variaţia deplasării critice la vârful fisurii δ_c determinată pe baza relaţiei (7) este prezentată în figura 1.

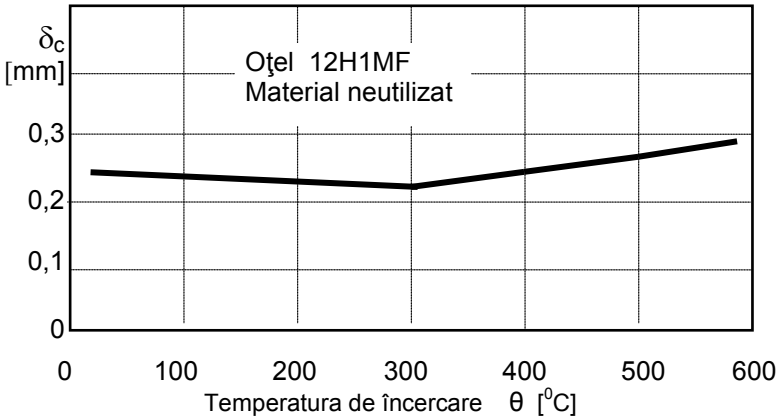

Fig.1 Variaţia lui δ_c

Variaţia integralei critice de contur J_C cu temperatura pentru starea plană de deformaţii este prezentată în figura 2 (relația 8), iar pentru starea plană de tensiuni în figura 3 (relația 9).

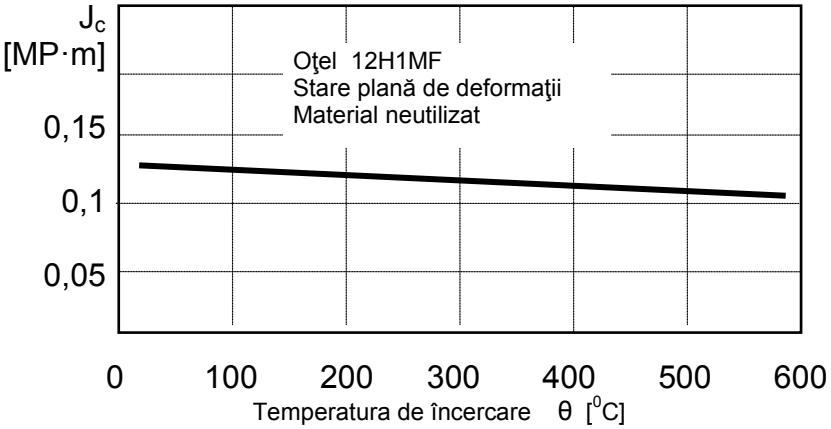

Fig. 2 Variaţia lui J_c

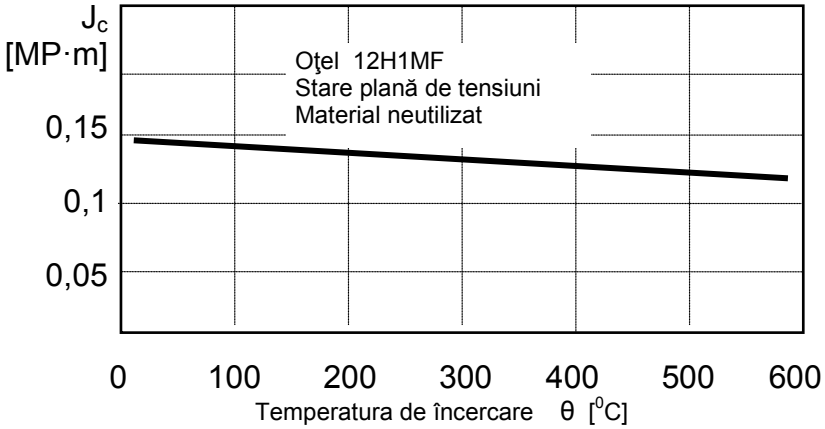

Fig. 3 Variaţia lui J_c

4. Concluzii

După analizarea diagramelor din figurile 1-3 se poate concluziona:

■ tenacitatea la rupere δ_c scade pe intervalul de temperatură 20...300 ^{0}C. Peste 300 ^{0}C tenacitatea la rupere creşte. Fenomenul se datorează scăderii mai pronunţate a caracteristicilor de rezistenţă (σ_c, σ_r) faţă de E sau K_{IC}.

■ integrala critică de contur J_C determinată cu relaţiile (8) şi (9) este descrescătoare cu creşterea temperaturii pe tot intervalul 20...600 ^{0}C. Nu sunt diferenţe semnificative între cele două stări plane, de deformaţii, respectiv de tensiuni. Totuşi, valori ceva mai mari se obţin pentru cazul stării plane de tensiuni.

■ rezultatele obţinute nu recomandă utilizarea unor caracteristici de tenacitate la rupere determinate pe baza altor caracteristici de tenacitate. Rezultatele pot fi cel mult utilizate ca valori orientative, mai ales atunci când nu avem altele determinate conform normelor standardizate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Barsom, J.M., Rolfe, S.T., *Fracture and Fatigue. Control in Structures*. New Jersei. 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 tenacităţii unor oţeluri utilizate la conductele de abur din centralele termoelectrice*. Teză de doctorat, Timişoara, 1997.
[4] Tripa, P., Dumitru, I., *Un aspect al estimării tenacităţii la rupere, δc*. În: Știință și Inginerie, vol. 21, Editura AGIR, București, 2012, pag. 753-758.

Prof. Dr. Ing. Pavel TRIPA
Universitatea Politehnica Timişoara
membru AGIR
e-mail: ptripa@yahoo.com
pavel.tripa@upt.ro