



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

STUDIUL VITEZEI DE CREȘTERE A FISURII ÎN RAPORT CU MODELUL MATEMATIC PROPUȘ

Vâlcu ROȘCA, Daniel Ionuț GEONEA

STUDY OF SPEED INCREASE OF THE CRACK IN RELATION TO MATHEMATICAL MODEL PROPOSED

It has been carried out a study of the crack propagation rate in test-pieces with flat model CT, with side notch, from a 10TiNiCr175 mark stainless, by three known variants: polynomial method according to ASTM 647-95, Paris method and Forman method. It was examined the influence of temperature variation to low values, for an axial cyclic eccentric strain. Asymmetry coefficient by working was $R = 0,3$, and the temperatures $T = 293$ K, $T = 253$ K, respectively $T = 213$ K.

Cuvinte cheie: solicitare ciclică, coeficient de asimetrie, fisură, viteză de fisurare, factor de intensitate a tensiunii

Keywords: application cyclical asymmetry coefficient, crack, crack speed, voltage intensity factor

1. Introducere

Aplicarea unei sarcini variabile, ca intensitate, direcție sau sens, asupra unui element mecanic, determină în anumite zone cu defecte, de la elaborare sau prelucrare, microfisuri multiple.

Acestea se dezvoltă în masa de material, unindu-se traseele de propagare, rezultând o fisură principală care crește în funcție de gradul de solicitare, producând în final ruperea piesei prin oboseală.

Rata de creștere a lungimii fisurii a poate fi raportată la numerele de cicluri N , viteza de propagare a fisurii notându-se prin da/dN , respectiv da/dt când variația lungimii fisurii se raportează la unitatea de timp. Viteza de creștere a fisurii depinde de natura materialului, geometria fisurii, modul de solicitare, coeficientul de asimetrie, temperatura de lucru etc.

În ultimul timp au fost stabilite mai multe expresii pentru anumite stadii ale procesului ruperii.

Lucrarea de față se referă numai la trei variante:

- metoda polinomială conform ASTM 647-95;
- metoda Paris;
- metoda Forman.

Conform **metodei polinomiale incrementale**, viteza da/dN se determină cu relația (1):

$$\frac{da}{dN} = v_1 = 2 \cdot \frac{A1}{C2} \cdot x_m + \frac{A2}{C2}, \quad (1)$$

în care variabila x_m depinde de numerele de cicluri consemnate în timpul încercării, iar metoda presupune stabilirea prin interpolare polinomială în $(2n+1)$ puncte succesive, a unei parabole de ordinul doi. Mărimea x_m se determină prin expresia (2):

$$x_m = \frac{(N_i - N_{i-n}) - (N_{i+n} - N_i)}{(N_i - N_{i-n}) + (N_{i+n} - N_i)}, \quad (2)$$

cu respectarea condiției: $1 \leq x_m \leq 1$.

Metoda Paris folosește pentru calculul vitezei de fisurare un alt parametru important al mecanicii ruperii, ΔK , factor de intensitate a tensiunii, iar relația este redată în formula (3):

$$da/dN = v_2 = C \cdot (\Delta K)^m, \quad (3)$$

Mărimile C și m sunt constante de material și depind de coeficientul de asimetrie R , de temperatura de lucru T , iar $\Delta K = K_{\max} - K_{\min}$.

Metoda Forman, valabilă pentru domeniul II și III al propagării fisurii folosește expresia (4) pentru calculul vitezei de fisurare:

$$da/dN = v_3 = C_3 \cdot \frac{(\Delta K)^{m_3}}{(1-R)K_c - \Delta K}. \quad (4)$$

În relația de mai sus parametrul K_c reprezintă FIT critic sau tenacitatea la rupere. În lucrare se calculează simultan vitezele de propagare a fisurii prin cele trei metode și se compară rezultatele.

2. Încercări și prelucrarea datelor

Lucrarea se bazează pe încercări de oboseală monoaxială excentrică efectuate pe epruvete model CT, cu creștătură laterală, executate din oțel inoxidabil marca 10TiNiCr175, [3], [6]. Coeficientul de asimetrie a fost $R = 0,3$ și au fost încercate epruvete la temperaturile de 293 K, 253 K și 213 K. Încercarea a fost monitorizată pe domeniul propagării stabile a fisurii și s-au reținut variația lungimii fisurii a_i și numerele de cicluri N_i . Conform unui program de calcul numeric având ca bază metoda polinomială incrementală s-a determinat variația factorului de intensitate a tensiunii ΔK , cu relația (5), valabilă pentru epruvete CT supuse la întindere excentrică:

$$\Delta K = \frac{\Delta F}{B \cdot \sqrt{W}} \cdot \frac{2+x}{\sqrt{(1-x)^3}} \left(-5,6 \cdot x^4 + 14,72 \cdot x^3 - 13,32 \cdot x^2 + 4,64 \cdot x + 0,886 \right), \quad (5)$$

unde $x = a/W$, iar W - lățimea activă a epruvetei, B - grosimea epruvetei, ΔF - variația forței de solicitare, $\Delta F = F_{\max} - F_{\min}$.

Cu datele obținute, pentru cele trei variante de calcul ale vitezei de fisurare da/dN , s-au trasat curbele $da/dN = v_1(a)$, respectiv $da/dN = v_2(\Delta K)$, redate astfel: în figurile 1 și 2 – pentru $T = 293$ K, în figurile 3 și 4 – pentru $T = 253$ K, respectiv în figurile 5 și 6 – pentru $T = 213$ K. Curbele reprezentate prin (--) sunt conform metodei polinomiale, cele prin (**) folosesc formula lui Paris, respectiv cele redate prin (..) utilizează formula lui Forman.

3. Comentarii

Din analiza graficelor trasate se pot desprinde câteva observații principale:

- atât pentru variația vitezei de fisurare în raport cu lungimea fisurii cât și în funcție de FIT, curbele obținute prin metoda polinomială și prin formula lui Paris sunt foarte apropiate pe tot domeniul;

- pentru temperaturile de 293 K și 253 K, valorile vitezei da/dN prin metoda Forman sunt mai mari la lungimi mici, scad apoi cu creșterea fisurii, respectiv la lungimi mai mari, se suprapun peste valorile metodei polinomiale;

- la temperatura de 213 K, prin cele trei metode valorile vitezei de propagare a fisurii sunt aproape identice până la lungimea de 14 mm, respectiv valoarea de $830 \text{ Nmm}^{-3/2}$ pentru FIT, după care viteza da/dN pentru varianta Forman crește mult mai repede decât prin celelalte două metode;

- spre deosebire de temperaturile 253 K și 293 K, unde domeniul de variație al vitezei de fisurare este mai larg, cuprins în limitele $50 \mu\text{m/ciclu}$ și $350 \mu\text{m/ciclu}$, la temperatura de 213 K creșterea este mult mai lentă, domeniul fiind între $75 \mu\text{m/ciclu}$ și $215 \mu\text{m/ciclu}$.

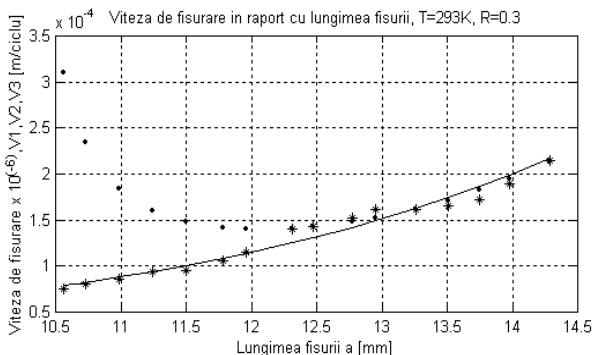


Fig.1 Variația vitezei de fisurare în raport cu lungimea fisurii pentru T=293 K

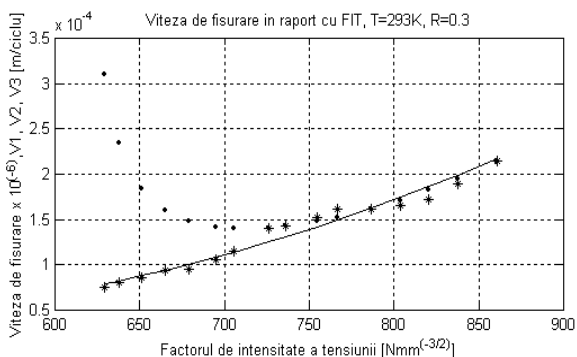


Fig. 2 Variația vitezei de fisurare în raport cu FIT pentru T=293 K

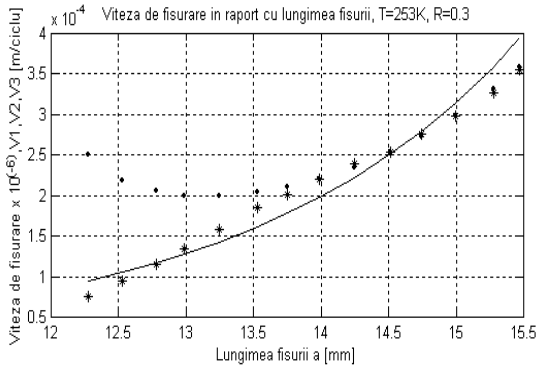


Fig.3 Variația vitezei de fisurare în raport cu lungimea fisurii pentru T=253 K

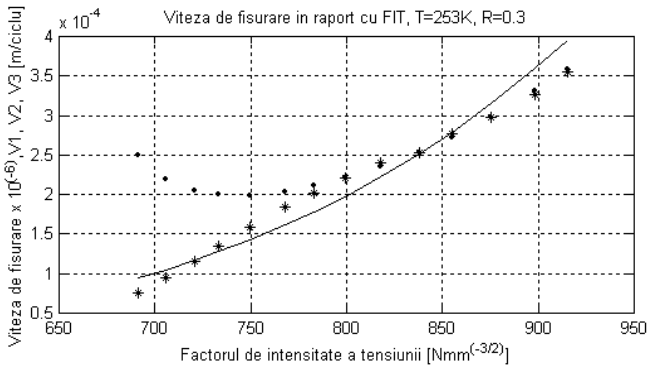


Fig.4 Variația vitezei de fisurare în raport cu FIT pentru T=253 K

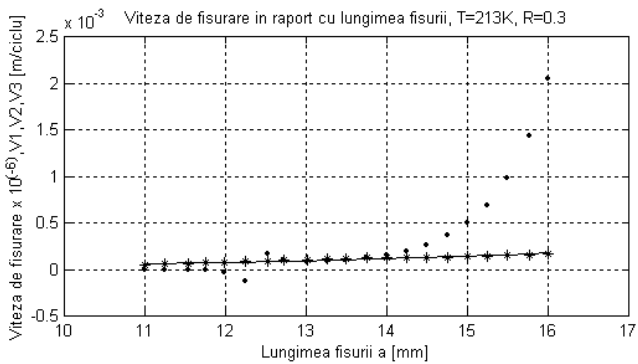


Fig. 5. Variația vitezei de fisurare în raport cu lungimea fisurii pentru T=213 K

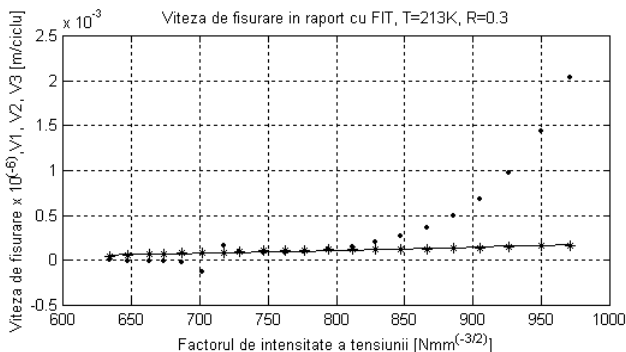


Fig. 6 Variația vitezei de fisurare în raport cu FIT pentru T=213 K

BIBLIOGRAFIE

- [1] Cioclov, D., *Mecanica ruperii materialelor*, Editura Academiei, București, 1977.
- [2] Pană, T., Pastramă, Șt. D., *Integritatea structurilor mecanice*, Editura Fair Partners, Bucuresti, 2000.
- [3] Roșca, V., *Contribuții la studiul oboselii monoaxiale la temperaturi scăzute*, Teză de doctorat, IP București, 1997.
- [4] Roșca, V., *The Speed of Crack's Propagation for the R520 Steel, in Connection to the Assymetry Coefficient*, "The 10th International Conference of Fracture Mechanics", Bacău, România, 2004, pag. 82-87.
- [5] Rusu, O., a. o., *Fatigue of Metals*, tomes 1 and 2, Technics' Publishing House, Bucharest, 1992.
- [6] * * * ASTM E 647 – 95, *Standard Test Method for Measurement of Fatigue Crack Growth Rates*, American National Standard.

Prof.Dr.Ing. Vâlcu ROȘCA
 Șeful Colectivului de Rezistența materialelor,
 Facultatea de Mecanică, Universitatea din Craiova
 E-mail: rosca_valcu@yahoo.com
 Asist.Dr.Ing. Daniel Ionuț GEONEA
 Facultatea de Mecanică, Universitatea din Craiova
 E-mail: igeonea@yahoo.com