EAN'94

32th Conference of Experimental Stress Analysis
32. konference o experimentální analýze napětí
30. 5. - 2. 6. 1994 VŠST Liberec Czech Republic

MODELLING OF THE GROWTH OF THE SEMIELIPTIC SURFACE CRACK IN THE HALF - SPACE
MODELOVÁNÍ RŮSTU SEMIELIPTICKÉ POVRCHOVÉ TRHLINY V POLOPROSTORU

Z. Meier, Vl. Humen, J. Sachl

The article provides results of a numerical experiment which showed transition of a semieliptic surface crack into an approximately semi - circular crack during cyclical loading under uniaxid tension.

1. Úvod

V řadě experimentálních prací (viz kupř. [1]) je ukázáno, že čelo únavové povrchové trhliny má půlkruhový tvar. Prostřednictvím nedestruktivních metod lze však nalézti povrchové planární vady, které lze aproximovat semieliptickou povrchovou trhlinou. V předkládané práci jsou uvedeny výsledky numerického experimentu, prostřednictvím něhož byl ukázán přechod semieliptické povrchové trhliny v přibližně polokruhovou trhlinu a to v průběhu cyklického zatěžování jednoosým tahem.

2. Aplikace LEFM na výpočet růstu planární vady aproximované semieliptickou trhlinou.

Predikcí růstu planární vady mající charakter trhliny lze provést na základě znalosti Paris - Erdoganova zákona [2] ve tvaru:

$$\frac{dl}{dN} = A \cdot \Delta K_I^m \tag{1}$$

kde A,m jsou materiálové konstanty;

l je délka trhliny;

N počet cyklů;

ΔK_I je rozkmit K-faktoru daný následujícím vztahem

$$\Delta K_I = \Delta\sigma \cdot \sqrt{\pi l} \cdot Y \tag{2}$$

Uvážíme - li semieliptickou povrchovou trhlinu v poloprostoru (obr.1), pak korekční faktor Y v rovnici (2) je dán vztahem:

$$Y(\beta) = \frac{1 + 0,122 \cdot \left(1 - \frac{a}{2c}\right)^2}{\Phi(\frac{a}{c})} \cdot \left[\left(\frac{a}{c}\right)^2 \cdot \cos^2\beta + \sin^2\beta\right]^{\frac{1}{4}} \tag{3}$$

kde

$$\Phi\left(\frac{a}{c}\right) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left(1 - k^2 \cdot \sin^2\psi\right)^{\frac{1}{2}} \cdot d\psi; \tag{4}$$

$$k^2 = 1 - \left(\frac{a}{c}\right)^2 \tag{5}$$

Definice délky l v Paris - Erdoganově vztahu pro semieliptickou povrchovou trhlinu je patrná z obrázku (2).

3. Vstupní hodnoty pro výpočet růstu semieliptické povrchové trhliny.

Predikce růstu trhliny byla numericky provedena pro semieliptickou povrchovou trhlinu s velkou poloosou c = 2 mm a malou poloosou a = 1 mm. Konstanty A a m ve vztahu (1) byly pro ocel 15 313 uváženy dle [3] při teplotě t = +20°C následující:

$A = 5,53 \cdot 10^{-9}$

m = 3,93;

kde $[A] = \frac{mm}{cykl}\left(MPa \cdot m^{-\frac{1}{2}}\right)^{-m}$

[m] = 1.

Rozkmit napětí byl uvážen $\Delta\sigma = 30MPa$

Výpočet byl proveden pro krok $\Delta N = 100cykl.$

4. Závěr

Na základě numerického experimentu lze soudit, že při růstu semieliptické povrchové trhliny není zachována lineární podobnost tvaru trhliny. Oblast poblíže největší hloubky trhliny je rychleji porušována než oblast přiléhající k povrchu. Semieliptická povrchová trhlina v průběhu zatěžování směřuje ke tvaru rozhraní, na kterém je splněna podmínka konstantního K-faktoru. Na obrázku (3) je tvar počáteční trhliny a tvar trhliny po 1100 cyklech.

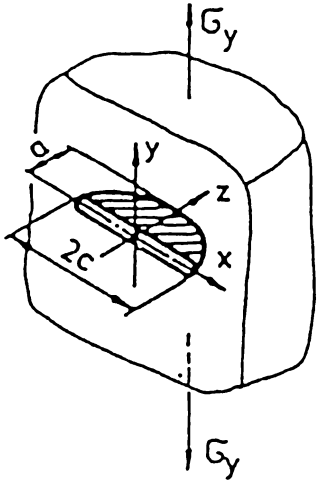
Literatura:

[1] A. Athanassiadis at al: Int. Jour. of Fracture 17, 6, 1981; 553 - 566.

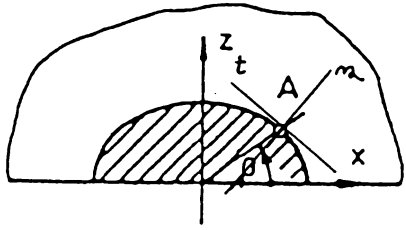
[2] Ewalds, H. L.; Wanhill, R. J. H.: Fracture mechanics, Ed. Arnold (Publisher) Ltd; London 1986.

[3] Lukáš P., Kunz L.: Odolnost oceli 15 313 proti stacionárnímu a nestacionárnímu šíření únavových trhlin za vyšších teplot. Strojírenství 36, 1986, č. 4, 241 - 245.

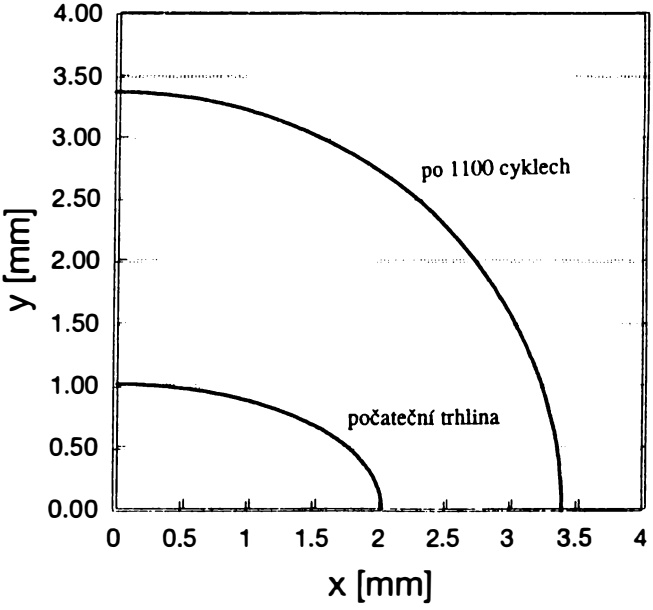
Ing. Zdeněk Meier,
Ing. Vladimír Humen, CSc.
Laboratoř experimentální mechaniky KMP VŠST Liberec; Komenského 2, 460 01 Liberec,
Tel. (048) 21847; Fax (048) 23317.
Ing. Jiří Sachl
Tediko s.r.o.; Na bělidle 1117; 430 01 Chomutov, Tel. (0396) 6187



obr. 1



obr. 2



obr.3