

VLIV DEFORMACE UPÍNAČÍCH PŘÍPRAVKŮ NA MĚŘENÍ DÉLKY TRHLINY METODOU PODDAJNOSTI

Anna Brožová, Ústav jaderného výzkumu, Řež u Prahy

Resumé:

Při zkouškách odporu materiálu proti růstu trhliny při různých teplotách metodou založenou na principu závislosti elastické poddaжности standardního tělesa na délce trhliny bylo měřeno posunutí mimo osu působení síly. V příspěvku se uvádí postup na stanovení korekce délky trhliny, vypočtené z měřené poddaжности, o deformaci upínacích přípravků.

1. Úvod:

Měření délky trhliny metodou poddaжности jednoho tělesa používáme při zkouškách lomové houževnatosti ocelí při rovinné deformaci. Deformací zkušebního tělesa konstantní rychlostí stroje dochází buď ke křehkému nebo tvárnému porušení materiálu. V oblasti tvárního porušování se kritická lomová houževnatost určuje z experimentální závislosti $J -$ - integrálu na délce trhliny a . J je definován jako změna uložené deformační energie při změně délky trhliny.

Při zkoušce se registruje závislost síly F na posunutí v ose zatížení f . Délka trhliny a se určuje z poddaжности zkušebního tělesa, a to ze směrnice částečných odlehčení. Využívá se závislosti elastické poddaжности daného typu zkušebního tělesa na délce trhliny.

Vzhledem k potřebám zkoušek při různých teplotách se posunutí f snímá dvěma identickými snímači umístěnými symetricky na upínacím přípravku vně temperovací komory se vzorkem (obr.1). Tento způsob měření posunutí vyžaduje použití určité korekce měřené poddaжности o rušivé efekty způsobené deformací upínacích přípravků uvnitř komory. Při každé teplotě zkoušky je třeba kalibrační měření.

2. Experimentální detaily:

Ke zkouškám používáme dva typy standartníchkušebních těles s příslušnými upínacími přípravky. Tělesa Charpy (CH) na tříbodový ohyb umístěné na přípravku s volnými válečky a tělesa Compact Tensile (CT) pro tah kombinovaný s ohybem zavěšené na táhlech s půlkulatými otvory (obr.1). Tělesa jsou malých rozměrů (CH - 10x10mm, CT tloušťka 12.5mm), realizují se odlehčení o 1 - 2 kN, při kterých se posunutí f snižuje o 0.03 - 0.05 mm.

Délku trhliny je třeba měřit s přesností minimálně 0.02mm, tedy poddajnost, směnu síly a směnu posunutí s přesností lepší než 1.5%. Tuto přesnost naše měřicí zařízení zaručuje.

3. Korekce délky trhliny:

Pokud se snímá posunutí f mimo osu zatížení, je třeba předpokládat, že naměřená hodnota f obsahuje, jak posunutíkušebního tělesa, tak posunutí upínacího přípravku způsobené elastickou deformací. Tedy

$$f = f_{ZT} + f_{UP} = f_{ZTel} + f_{ZTpl} + f_{UPel}.$$

Potom lze vyjádřit hodnotu poddajnosti naměřenou při částečném odlehčení o ΔF jako

$$C_{m\check{e}r} = \frac{\Delta f}{\Delta F} = \frac{\Delta f_{ZTel}}{\Delta F} + \frac{\Delta f_{UPel}}{\Delta F} = C_{ZTel} + C_{UPel}.$$

Skutečná délka trhliny se vypočte ze vztahu

$$a = W \cdot \sum_1 A_1 (g(C_{m\check{e}r} - C_{UPel}))^{\frac{1}{2}},$$

kde W je šířka tělesa, A_1 jsou konstanty, g je funkce.

Korekce tedy spočívá pouze v odečtení určité konstanty C_{UP} . Korekce je jednoduchá, avšak pouze teoreticky, experimentálně je určení C_{UPel} obtížné, neboť měření je zatíženo určitými chybami. Ve skutečnosti

$$C_{m\check{e}r}(a(f), f) = C_{ZTel}(a(f)) + C_{UPel} + \Delta C(f).$$

Na obr.2-4 jsou uvedeny experimentální závislosti $C_{m\check{e}r}(f)$.

Obr.2a a 3 ukazují měření nezatížená vlivem deformace upínacích přípravků, obr.3 pak výrazný vliv exp. chyby. Je zřejmé, že korekční konstanta se musí fitovat v oblasti

minima křivky $C_{\text{měř}}(f)$.

4. Diskuse:

Experimentální chybou ΔC je způsoben jednak rozptyl hodnot C a jednak systematická odchylka pro $f < 0.2\text{mm}$ a pro $f > 1.5\text{mm}$.

V případě CT těles je toto důsledkem interakce otvoru v závěsu a čepu, použitím půlkulatých otvorů se chyba sníží /Havel/.

V případě CH ohybových těles je odchylka zřejmě způsobena posunutím volného spodního válečku během odlehčení, kdy by vzdálenost opor měla zůstat konstantní. Lze odvodit přibližný vztah pro závislost posunutí f na úhlu x , což je úhel mezi normálou k povrchu válečku v místě dotyku tělesa a směrem působení síly:

$$f = (S/2 + d) \cdot x,$$

kde S je vzdálenost opor a d posunutí válečku. Vztah pro bezrozměrnou poddajnost z odlehčení, při kterém došlo k posunutí válečku, je potom:

$$C_{\text{měř}} = E.B. \frac{f_1 - f_2}{F_1 - F_2} = C_{Z\text{Tel}} + E.B. \frac{d_1 - d_2}{F_1 - F_2} \cdot x_2.$$

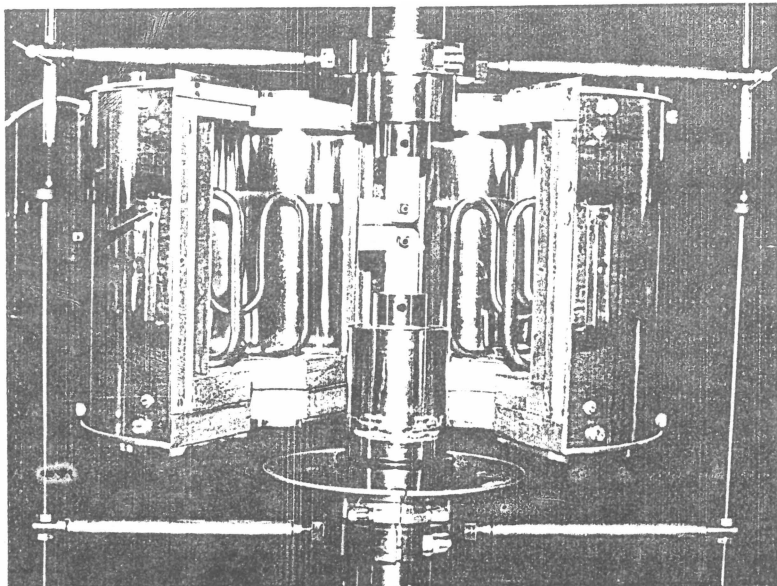
Tedy $C_{\text{měř}} \neq C_{Z\text{Tel}}$ podle směru odvalení válečku.

5. Závěr:

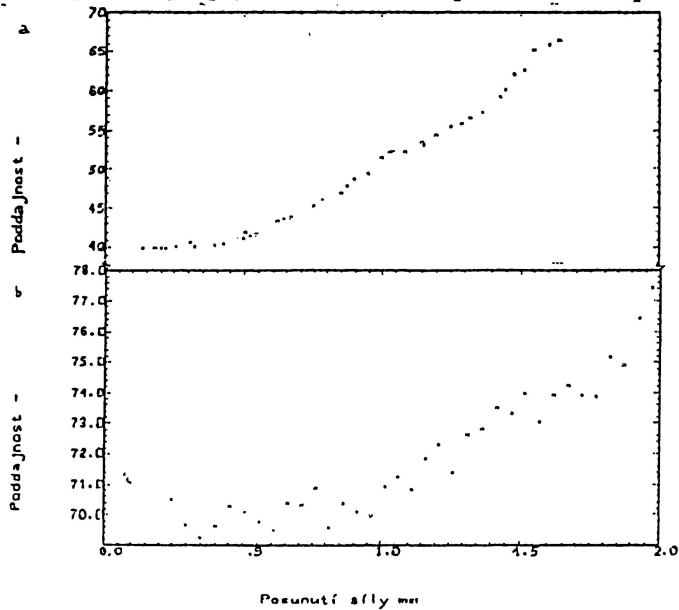
Měření délky trhliny metodou poddajnosti vyžaduje použití korekční konstanty C_{up} , pokud se posunutí snímá mimo osu působení síly. K určení C_{up} při dané teplotě je třeba velmi pečlivý kalibrační experiment.

Literatura:

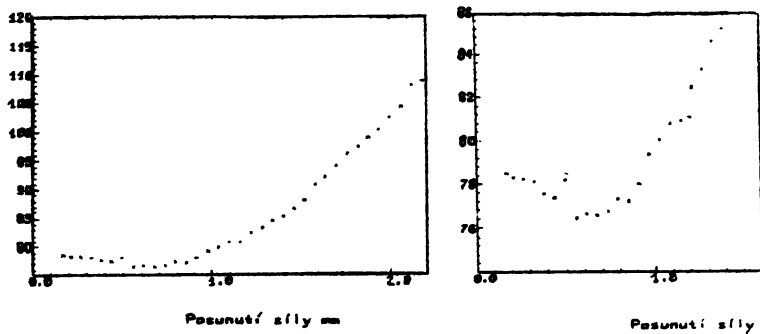
Havel R., Brožová A., Koutský J.: Teplotní závislost lomové houževnatosti Cr-Ni-Mo-V ocelí stanovená na malých zkušebních tělesech. Sborník III. konference "Materiálové a technologické otázky jaderných reaktorů VVER", Smí, 1988.



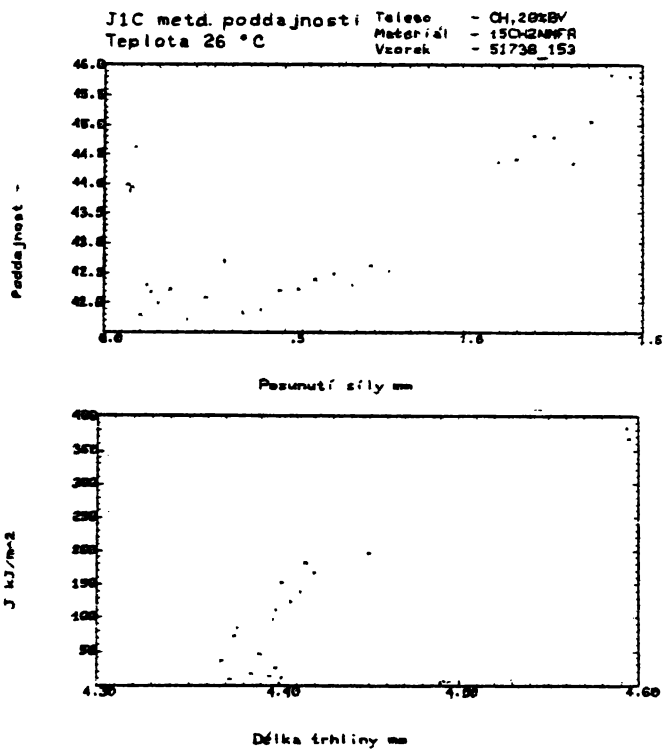
Obr.1:Upínací přípravek se snímači posunutí vně pece.



Obr.2:a)C z rozevření vrubu, b)C z posunutí f podle obr.1.



Obr.3:Poddajnost CT, závěsy s kulatými otvory. Detail.



Obr.4:Výsledek zkoušky CH tělesa po korekci.