

Oponentní posudek doktorské disertační práce

Ing. Ondřeje Šimka

NUMERICKÉ MODELOVÁNÍ RŮSTU ÚNAVOVÉ TRHLINY VE SLITINĚ D16CT1

Předložená disertační práce je zaměřena do oblasti šíření únavových trhlin. Autor se věnuje modelování únavových trhlin s využitím metody konečných prvků. Jedná se o velmi složitou problematiku, neboť růst únavových trhlin je ovlivněn celou řadou faktorů, např. druh materiálu, způsob namáhání, typ napjatosti na čele trhliny a v jejím okolí, otevírání či zavírání trhlin aj. Autor se snaží provést numerickou simulaci tohoto procesu tak, aby se co nejvíce přiblížil realitě. Proto ve svých simulacích zkoumal vliv modelu zpevnění, vliv volného povrchu, zakřivení čela trhliny aj. Provedl analýzu vlivu velikosti prvku v okolí čela trhliny. Dále testoval některá kritéria nízkocyklové únavové (NCÚ) životnosti pro kvantifikaci poškození před čelem vysokocyklové únavové (VCÚ) trhliny. Předložené téma je vysoce aktuální, neboť reálná predikce rychlosti šíření únavové trhliny je důležitá pro věrohodné stanovení životnosti cyklicky namáhané konstrukce.

Práce je rozdělena do osmi kapitol.

V první kapitole autor jasně formuluje cíle práce, které jsou rozvrženy do tří hlavních bodů. Dále uvádí, jak je jeho práce rozdělena.

Druhá kapitola, která tvoří cca jednu třetinu práce, je věnována rešerši. Tato část je velmi dobře zpracována a je zde vidět, že autor prostudoval celou řadu pramenů. Vysoce oceňuji, že na závěr rešerše provedl doktorand shrnutí pro modelování únavové trhliny, které popsal v devíti bodech.

Stanovení vlastností použité slitiny D16CT1 je popsáno ve třetí kapitole. Autor zde uvádí, jak určoval základní elastické konstanty a parametry pro popis plastického chování. Pozornost je zde věnována rovněž stanovení parametrů životnosti při nízkocyklových únavových zkouškách hladkých těles a těles s vruby.

Čtvrtá kapitola je věnována numerické simulaci lokálních podmínek na čele VCÚ trhlin u plochých těles. Tyto numerické simulace odpovídají experimentům popsaným ve třetí kapitole. Autor zde provádí podrobnou analýzu výpočtů a jejich závěry shrnul do čtyř bodů.

Fenomenologický model pro predikci růstu VCÚ trhliny, který využívá parametrů nízkocyklové únavové životnosti, je uveden v páté kapitole. Jsou zde popsána tři konkrétní kritéria NCÚ životnosti, která jsou dále testována. Jednalo se o kritérium založené na Mansonově-Coffinově zákoně, o energetické kritérium a kritérium založené na SWT parametru.

Šestá kapitola věnovaná predikci rychlosti vysokocyklové únavové trhliny je stěžejní kapitolou předložené práce. Rychlost šíření trhliny je zde predikována pomocí tří výše uvedených kritérií. Jsou zde porovnány průběhy predikované rychlosti šíření trhliny získané numericky a experimentálně. Numerické simulace byly provedeny pro tři typy 3D modelů různých tloušťek a pro úlohy rovinné deformace a rovinné napjatosti.

V sedmé kapitole jsou diskutovány dílčí experimentální a numerické výsledky. Ukázalo se, že kromě velmi tenké povrchové vrstvy jsou výsledky simulací prakticky nezávislé na tloušťce tělesa a že uvedené poznatky platí pro všechny tloušťky zkušebních těles v rozsahu 0.5 až 5 mm. Z analýzy výsledků plyne, že jako univerzální se jeví kritérium založené na SWT parametru, které zahrnuje jak rozkmit deformace zahrnující intenzitu poškození, tak maximální napětí v cyklu.

V závěrečné osmé kapitole jsou shrnuty získané výsledky a hlavní závěry jsou formulovány do devíti bodů.

Náměty k diskusi

1. Autor v předložené práci konstatuje, že kromě tenké povrchové vrstvy jsou výsledky numerických simulací nezávislé na tloušťce tělesa a dokumentuje to výsledky získanými na zkušebních tělesech v rozsahu 0.5 – 5 mm. Domníváte se, že to bude platit i pro větší tloušťky?
2. V kapitole 4.1.3. Způsob odečítání výsledků je zmíněno, že výsledky odečítané z prvního prvku nemohou být pokládány za spolehlivé a tudíž byly použity prvky z druhé řady před čelem trhliny. Tento závěr byl rovněž převzat z literatury, jako např. velikost prvků pro modelování trhliny? Nebo to je autorova zkušenost?
3. Pro numerické řešení dané problematiky autor použil komerční software MSC. Marc. Bylo třeba implementovat do tohoto systému nějakou novou proceduru nebo autor vystačil se stávajícími?

Práce Ing. Ondřeje Šimka, která vznikla na pracovišti věnujícím se dlouhá léta této problematice, představuje významný přínos v oblasti numerického modelování růstu únavových trhlin. Autor navázal na práce svých kolegů a v předložené práci prokázal vysoké odborné znalosti v oblasti nelineární lomové mechaniky a životnosti strojních součástí a konstrukcí. Dále prokázal velké zkušenosti s modelováním a numerickým řešením úloh lomové mechaniky. Vysoce oceňuji přehlednost práce, která je napsána systematicky. Na závěr rozsáhlejších kapitol je uvedeno shrnutí důležitých poznatků a závěry jsou podrobeny analýze. Z toho je zřejmé, že má autor nejen velmi dobré znalosti v daném oboru, ale zároveň je schopen provádět důležité analýzy a vyvodit z nich potřebné závěry. Po formální stránce je práce v naprostém pořádku. Je zde použita kultivovaná čeština, obrázky a grafy jsou dobře čitelné. Vzhledem k tomu, že v disertační práci není uveden seznam publikací autora (pouze v seznamu použité literatury jsou uvedeny některé jeho práce), nemohu se vyjádřit k jeho publikační aktivitě.

Vzhledem k výše uvedenému **doporučuji práci k obhajobě** a po jejím úspěšném proběhnutí udělit titul

„ doktor “

V Plzni, dne 7. 12. 2013

Prof. Ing. Vladislav Laš, CSc.