

Proděkan pro VVČ
prof. Ing. Tomáš Jirout, Ph.D.
Fakulta strojní
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
166 07 Praha 6, Technická 4

Posudek disertační práce Ing. Reného Marka s názvem

Numerical Implementation of Distortional Hardening Models

Autor posudku: doc. Ing. Radim HALAMA, Ph.D.

Předložená disertační práce se věnuje velmi aktuálnímu tématu modelování cyklické plasticity s uvažováním směrového deformačního zpevnění, tedy modelům s distorzí plochy plasticity (angl. Directional Hardening Models – zkratka DHM).

Dosažení v disertační práci stanoveného cíle

Na úvod je vhodné zmínit, že překročením meze kluzu materiálu se stává materiál anizotropním a jedním z důsledků je právě změna tvaru plochy plasticity, tedy mezní čáry omezující oblast elastického chování. DHM jsou tedy obecně blíže realitě, neboť jsou schopny popsat tento jev.

Disertační práce zapadá do dlouhodobé výzkumné aktivity katedry v oblasti cyklické plasticity a v kapitole 3, věnované cílům práce, je zmíněna snaha o progres při modelování cyklického tečení (angl. ratcheting). Prvním konkrétním cílem disertace je sestavení nového modelu s distorzí plochy plasticity. Druhým cílem práce bylo provést jeho implementaci do konečnoprvkového programu a posledním (třetím) kalibrace na dostupné experimenty s cyklickým tečením. Zmíněné hlavní cíle disertační práce lze považovat za velmi vysoké. K jejich dosažení bylo nutné vyvinout značné dlouhodobé úsilí a jak je zřejmé z výsledného textu, byla také nutná mezinárodní spolupráce v řešené problematice.

Úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky

Hloubku rozboru současného stavu řešené problematiky v oblasti DHM považují za dostatečnou. Za vhodné bych však považoval neopomenout zde odkazy na publikace k nejpodstatnějším kinematickým pravidlům zpevnění, které přinesly zásadní posun

pro modelování cyklické plasticity, např. vědecké práce Armstronga a Fredericka, Chaboche, Ohna a dalších.

Teoretický přínos

Významný teoretický přínos práce spatřuji v návrhu dvou robustních modelů cyklické plasticity, které jsou schopny popsat symetrickou distorzi plochy plasticity. Jak je vidět na výsledcích predikce jednoosých případů namáhání (experiment převzat z literatury), oba modely jsou schopny zachytit excelentně napěťově-deformační chování kovů. Za velmi důležité považuji také zvládnutí numerické implementace modelů. Nejpodstatnější výsledky byly publikovány v renomovaných vědeckých časopisech Journal of Engineering Mechanics a International of Solids and Structures.

Praktický přínos

Disertační práce obsahuje v příloze uvedené kompletní kódy pro implementaci do konečnoprvkového programu Abaqus, čímž autor přispěl k jejich možnému rozšíření ve vědecké komunitě a možnosti jejich dalšího vývoje také na jiných pracovištích. Zpřesnění popisu napěťově-deformačního chování v numerických simulacích má velký význam pro technickou praxi zejména pro následné výpočtové únavové analýzy, což v konečném důsledku vede k důležitým pozitivním socio-ekonomickým dopadům.

Vhodnost použitých metod řešení a způsob aplikace metod

Autor použil vhodné numerické metody pro implementaci a přinesl nové myšlenky pro modelování distorze plochy plasticity. Dokázal připravit také subrutiny pro využití v komerčním SW Abaqus, což je časově i programátorsky náročná práce.

Dotazy na autora práce

Komentujte výsledky dosažené při predikci ratchetingu na obr.5.15 a 5.16. Byly již provedeny simulace některým z navržených modelů pro v textu zmiňované aplikace potrubních systémů? Pokud ano, jak si vedou navržené modely při predikci ratchetingu v případech cyklicky namáhaných tenkostěnných vzorků s konstantním vnitřním přetlakem? Viz. např. Corona et al. Int J Plast 12, 1 (1996), pp.117-145.

Jaké vidíte do budoucna možnosti pro zachycení nesymetrické distorze plochy plasticity?

Formální úroveň práce

Práce byla vypracována vytříbenou angličtinou, avšak závěr práce nese znaky spěchu před termínem odevzdání. Jedná se zejména o stať 5.4.2, kde je ukázka možností modelu pro predikci ratchetingu, což má velký význam pro technickou praxi.

Z formálního hlediska lze upozornit na další drobné nedostatky, které však dle názoru oponenta nesnižují význam oponentované disertační práce:

- Některé symboly nejsou uvedeny v seznamu značení (např. ρ , \mathbf{A} , \mathbf{I}^D , N).
- Číslování literatury je vhodné provádět chronologicky.
- Pro čtenáře by bylo užitečné vysvětlení operátorů.
- Str. 11 – u rovnice (2.9) není vysvětlen význam veličin tenzoru čtvrtého řádu \mathbf{A} a deviátorového operátoru \mathbf{I}^D .
- Str. 52, 53 – obrázky 5.15 a 5.16 nejsou v textu nijak komentovány.

Prokázání odpovídajících znalostí v oboru

Doktorand prokázal svou disertační prací schopnost samostatné vědecké práce a potřebné znalosti v daném oboru. Je autorem tří impaktovaných publikací. Stanovené cíle disertační práce byly zcela splněny. Předložená disertační práce má rozhodně vysokou odbornou úroveň, je jednoznačně přínosem oboru aplikovaná mechanika s vysoce potenciálními praktickými dopady.

Závěrečné vyjádření oponenta

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem práci doporučuji k obhajobě před komisí a po úspěšné prezentaci Ing. Reného Marka také následné udělení titulu Ph.D.

V Ostravě dne 18.1.2019.

doc. Ing. Radim HALAMA, Ph.D.
FS VŠB-TU Ostrava
tel.: +420 597 321 288
e-mail: radim.halama@vsb.cz

