

Prof. Ing. Milan Žmindák, CSc., Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra aplikovanej mechaniky, Univerzitná 1, 01026 Žilina, tel. ++420415132962.

Oponentský posudok habilitačnej práce

Autor: Ing. Ladislav Écsi, PhD.
Pracovisko: STU Bratislava, Strojnícka fakulta, Ústav aplikovanej mechaniky a mechatroniky

Téma habilitačnej práce: Návrh matematického modelu na opis správania sa húževnatých materiálov v extrémnych podmienkach.

Oponentský posudok som vypracoval na základe vymenovanie oponentom a dekanom strojníckej fakulty prof. Ing. Ľubomírom Šoošom, PhD. zo dňa 27.11.2012.

Súhrne hodnotenie

Je známe, že simulácie podmieňujú vývoj nových teórií a návrh nových experimentov na testovanie týchto teórií. Experimenty sú nevyhnutné pre získanie vstupných údajov do simulačných programov a na verifikáciu numerických programov a modelov. Na detailnú analýzu správania sa nových materiálov sa kladú stále náročnejšie požiadavky. Výpočtové metódy založené hlavne na metóde konečných prvkov (MKP) sú účinným a spoľahlivým nástrojom na simulovanie rôznych termo-mechanických-metalurgických procesov, ako je napríklad valcovanie za tepla a za studena, zváranie, kovanie, indukčné kalenie atď. Modelovanie správania sa materiálov v extrémnych podmienkach požaduje riešiť interakciu rôznych fyzikálnych javov ako sú veľké plastické deformácie s následnými termo-metalurgickými fázovými zmenami a vývojom tepla. Analýza týchto problémov vyžaduje nové prístupy v teoretickej aj experimentálnej oblasti. Interakcia, respektíve previazanosť rôznych polí vyžaduje formulovanie nových metód ich riešenia. Preto téma habilitačnej práce (HP) je vysoko aktuálna. Výsledky prezentované v HP sú cenným nástrojom pre ďalší vývoj riešenia interakcie rôznych polí, resp. multifyzikálnych problémov. Je však zrejmé, že zahrnutie všetkých efektov do výpočtového modelu nie je možné. Ide hlavne o problémy prúdenia, šírenia trhlien, atď.

Habilitant vo svojej práci preukázal, že má hlboké teoretické aj praktické znalosti z uvedenej oblasti a tiež z modelovania deformačných procesov s uvažovaním metalurgických transformácií. Získané numerické a experimentálne výsledky dokáže profesionálne vyhodnotiť a aplikovať v praxi. Za hlavný vedecký prínos HP považujem vylepšenie slabej formulácie pre riešenie plne viazaných termo-mechanických úloh použitím matematického modelovania a numerických postupov. Veľmi vysoko hodnotím aj algoritmizáciu odvodených postupov a overenie algoritmov na riešení skúšobných vzoriek pre ktoré sú k dispozícii aspoň niektoré experimentálne výsledky získané z literatúry. Ako správne habilitant uvádza, v budúcnosti bude nevyhnutá väčšia konfrontácia získaných výsledkov z experimentálnymi výsledkami. Výskum v tejto oblasti sa veľmi prudko rozvíja a zaručene prinesie nové vedecké poznatky, pomocou ktorých sa dosiahne lepšia zhoda medzi realitou a numerickými modelmi.

Po formálnej stránke je HP napísaná kvalitne. Obsahuje množstvo zložitých matematických vzťahov a odvodení, ktoré sú dobre vysvetlené a okomentované. Žiaľ je potrebné vytknúť zbytočné preklepy v texte, ktoré znižujú vynikajúcu odbornú úroveň HP. Použitá terminológia je správna. Sú však nejasnosti v označovaní veličín, napr. autor pri integrácii po objeme používa na označenie diferenciálu objemu dv a dV , čo v kombinácii s integrandami obsahujúcimi v (rýchlosť) a jej deriváciami neprispieva k čitateľnosti a jednoznačnosti rovníc. Rovnako pri integrácii po povrchu používa ds namiesto dS . Tomu sa dalo vyhnúť, keby habilitant na začiatku HP uviedol zoznam použitých veličín a označení. Použitá terminológia je správna až na niektoré pojmy ako napríklad na str. 21 sa používa tuhotelesový pohyb, deformácia a posunutie sú rozdielne veličiny, takže na str. 22 sa má vyhodnocuje vertikálne posunutie, nie deformácia.

Keď vychádzame z obsahu práce, potom môžeme konštatovať, že práca je logicky členená a jednotlivé kapitoly a podkapitoly sú opodstatnené. Kapitoly 3 a 4 mohli byť súčasťou kapitoly 1. Zvolené metódy riešenia sú správne. Komplexné riešenie problematiky vyžaduje zvládnutie náročného matematického aparátu, počítačového modelovania a experimentálnych metód. Obsahová úroveň HP odpovedá požiadavkám kladeným na habilitáciu.

Z prehľadu publikačnej činnosti je zrejme, že Ing. Ladislav Ecsi, PhD. počas pôsobenia na STU Bratislava ma bohatú pedagogickú a vedeckú činnosť. Vo vedeckej činnosti sa orientuje hlavne na modelovanie a simuláciu termomechanických procesov MKP. Z publikačnej činnosti je zrejme, že má vynikajúce skúsenosti zo simulačného modelovania a tiež expertíznej činnosti pre priemysel. Veľmi kladne hodnotím jeho publikácie a vystúpenia na vedeckých a odborných konferenciách doma, ale hlavne v zahraničí. Cenné sú publikácie v SCI časopisoch a domácich časopisoch. Požiadavky kladené na vymenovanie na docenta splňuje a mnohé kritéria prevyšuje.

Pripomienky a otázky

K práci nemám zásadne pripomienky ani otázky. Uvádzané pripomienky a otázky majú len vysvetliť nejasnosti, ktoré som mal pri preštudovaní tejto práce. Získané výsledky sú prezentované detailne a závery, ktoré vyplývajú z porovnania numerických a experimentálnych výsledkov sú zrejme.

- Proporciónálne tlmenie uvedené v podkapitole 2.5 sa bežne používa v spojení s MKP, avšak sú aj iné modely tlmenia pomocou ktorých sa dá zohľadniť materiálové tlmenie, napr. je Caugheyho tlmenie, neviskózne tlmenie, atď.
- Rozšírená vlnová rovnica šírenia tepla (telegrafná rovnica) predstavuje matematický model dynamickej teórie prenosu tepla difúziou a vlnením. Je potrebné uvažovať vlnenie v odvodených formuláciách?
- Str.9, dole, Eulerov opis pohybu sa obyčajne používa na opis správania sa tekutín v pevnom priestore, to znamená, že tento opis kontinua sa používa, keď sú hranice oblasti tuhé (neuvažuje sa deformácia potrubia, alebo kanálu, ktorým prúdi médium) a pohyb sa pozoruje v inerciálnej súradnicovej sústave.
- Str. 15, rovnica (9) je druhý Newtonov pohybový zákon v D'Alembertovom tvare pre kontinuum. Zákon zachovania hybnosti predpokladá, že výslednica vonkajších síl pôsobiacich na sústavu je nulová (členy "b" a $\text{div}(\sigma)$ sú nulové).
- Str. 16, Nie je mi zrozumiteľná veta „Ako ukážeme neskôr, okrajová podmienka (10), ktorá je aplikáciou Cauchyho vety napätia na povrchu telesa [78], tiež reprezentuje plné previazanie pola teploty a pola posunutí, avšak toto previazanie pri prestupe tepla konvekciou alebo radiáciou nie je zabezpečené v rovnicach (5)-(8), a ak ...“ Autor mal asi na mysli to, že rovnice (10) a (12) majú podobný tvar. Nedá sa hovoriť o previazanosti pola teplôt a pola posunutí rovnicou (10), lebo v tejto rovnici nevystupujú žiadne teploty. Rovnice (5-8) sú všeobecnými formuláciami ako riešiť NPDR v integrálnom tvare (napr. metóda vážených zvyškov).
- Str. 17, Prosím o objasnenie vety "... správania sa platne opatrenej vrubom dosiahnutej projektilom [118]"?
- Str. 25, dole: termín "sa mení iba definícia medze pevnosti klzu". Mení sa teda medza pevnosti alebo medza klzu, prípadne obidve?
- Str. 26, prosím vysvetliť pojem "čelne centrovanou kryštalickou mriežkou". Poznáme priestorovo a plošne centrovanú kryštalickú mriežku.
- Str. 44, v príklade boli použité 3D osemuzlové prvky s lineárnymi tvarovými funkciami. Je známe, že tieto prvky nie sú schopné presne zachytiť napätosť pri ohybe. Preto komerčné programy pre tieto prvky používajú rozšírené tvarové funkcie. Bola vykonaná analýza s ohľadom na množstvo prvkov po hrúbke nosníka potrebných na minimalizáciu týchto nežiaducich efektov?
- Na str. 53 sa uvádza náročnosť programovania. Čo by malo byť súčasťou zdrojového kódu? V akom programovacom jazyku je napísaný súčasný program?

- Str.66, cyklické zaťaženie spôsobuje cyklické tečenie (ratcheting). Vyhodnocoval sa tento efekt v príklade?

Záver

Predložená habilitačná práca Ing. Ladislava Écsiho, PhD. ako aj jeho doterajšie vedecké a pedagogické výsledky splňujú podmienky kladené na vypracovanie habilitačnej práce v zmysle vyhlášky MŠ SR o habilitácii docentov a vymenúvaní profesorov č..6/2005 z 8.decembar 2004. HP jednoznačne dokazuje, že ide o popredného odborníka v oblasti aplikovanej a výpočtovej mechaniky. Po vyjadrení sa k pripomienkam, resp. odpovediam na uvedené otázky a v prípade úspešnej obhajoby odporúčam Ing. Ladislavovi Écsimu, PhD udeliť vedecko-pedagogicky titul

docent.

V Žiline, 28.1.2013
