

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. Michala Bartošáka s názvem

***PHENOMENOLOGICAL MODELS FOR LIFETIME PREDICTION UNDER LOW-
CYCLE FATIGUE AND THERMOMECHANICAL FATIGUE LOADING
CONDITIONS***

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

Předložená disertační práce se věnuje aktuálnímu tématu nízkocyklové a termomechanické únavy (angl. LCF resp. TMF) z pohledu fenomenologického popisu napětově-deformačního chování a predikce životnosti.

Dosažení v disertační práci stanoveného cíle

Hlavní cíle disertační práce jsou specifikovány na str. 25 a lze je stručně shrnout následovně:

1. Návrh nového energetického únavového kritéria použitelného pro zátěžné podmínky LCF a TMF
2. Vývoj řídicích algoritmů pro nově navržený stand vhodný k realizaci jednoosých zkoušek deformačně řízených v režimu LCF a TMF
3. Experimentální výzkum pro tvárnou litinu SiMo 4.06 tak, aby byly použitelné pro kalibraci viskoplastického modelu, modelu poškození, obojího s následným využitím při predikci životnosti v LCF/TMF inženýrských aplikacích
4. Implementace zvoleného viskoplastického modelu do komerčního MKP software, včetně analytického odvození konzistentního tečného modulu a jeho ověření
5. Kalibrace a ověření vybraného unifikovaného viskoplastického modelu

Uvedené hlavní cíle disertační práce osobně považuji za velmi ambiciózní a hned na úvod lze konstatovat, že byly všechny stanovené cíle dosaženy.

Úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky

Rozbor současného stavu řešené problematiky je proveden v souladu se stanovenými cíli disertační práce a je citováno odpovídající množství pramenů, zejména časopiseckých článků, konferenčních příspěvků a doktorských prací.

Teoretický přínos

Významný teoretický přínos práce spatřuji zejména:

- v návržení a implementaci unifikovaného viskoplastického modelu zakládajícího se na Chabocheově kinematickém pravidle zpevnění a použití hyperbolického sinu v pravidle tečení
- návrh kalibračního postupu výše uvedeného materiálového modelu pro podmínky LCF a TMF
- návrh vhodného integračního schématu pro implementaci do konečnoprvkového programu Abaqus, vč. odvození konzistentního tečného modulu
- aplikaci a rozvoj únavového kritéria na bázi disipované hysterezní energie, které zohledňuje po navržené modifikaci také vliv středního napětí často pozorovaný za proměnných teplot

Některé výsledky byly/jsou průběžně publikovány v renomovaných vědeckých časopisech, čímž je mimo jiné potvrzena novost a prokázáno akceptování autorovy práce vědeckou komunitou.

Praktický přínos

Disertační práce má velký význam pro technickou praxi v oblasti inženýrských aplikací s přihlédnutím k LCF a TMF zátěžným podmínkám. Navržený fenomenologický přístup je formulován obecně tak, aby mohl být aplikován po nutných modifikacích na široké spektrum konstrukčních materiálů. Zvládnutí implementace unifikovaného viskoplastického modelu není jednoduchá úloha. Přínosem jsou také nová experimentální data pro tvárnou litinu SiMo 4.06, a to jak z hlediska znalosti napěťově-deformačního chování, tak únavových vlastností.

Vhodnost použitých metod řešení a způsob aplikace metod

Autor použil osvědčené experimentální a numerické metody, které považují za vhodné k řešení dané problematiky. Odvození analytického řešení konzistentního tečného modulu považují za zásadní pro další aplikace navrženého unifikovaného viskoplastického modelu a jeho modifikace pro další v budoucnu uvažované materiály.

Dotazy na autora práce

V práci je prezentována řada výsledků numerických simulací pro případ jednoosého namáhání. V rozpravě bych doktoranda rád požádal o stručný komentář k použitému konečnoprvkovému modelu a okrajovým podmínkám alespoň u jedné simulace zkoušky LCF a jedné TMF.

V rovnici (6.44) je chyba, pokud by se skutečně prováděla kalibrace z hysterezní smyčky. Jaký je správný tvar?

Formální úroveň práce

Práce byla vypracována pečlivě po grafické i stylistické stránce. Z formálního hlediska lze upozornit na drobné nedostatky, které nikterak nesnižují význam předložené disertační práce:

- seznam symbolů nezahrnuje všechny veličiny použité ve vzorcích
- str. 9 – N je zároveň počet cyklů a později počet backstressů
- str.9 – „ C, γ are material dependent data“ – správně material dependent parameters (constants)
- str.10 – „ σ_p and σ_v are the parts of total stress tensor in viscous and plastic part, respectively.“ V seznamu symbolů je naopak (správně).
- Str. 21 – Lamé constant, v seznamu symbolů Lamé's constant
- V References došlo nedopatřením k tomu, že jsou všechny zkratky malými písmeny, např lcf~LCF, 316l(n)~316L(N),...
- Citace [20] a [49] nejsou kompletní

Prokázání odpovídajících znalostí v oboru

Doktorand prokázal široké znalosti v oblasti výpočtového modelování, teorie plasticity a únavy materiálu. Publikačně je doktorand aktivní. Je autorem jedné impaktované publikace a dvě jsou v recenzním řízení. Stanovené cíle disertační práce byly splněny v celém rozsahu. Předložená disertační práce má dle mého názoru vysokou odbornou úroveň, přináší nové poznatky pro obor, které mohou být úspěšně uplatněny v technické praxi.

Závěrečné vyjádření oponenta

Vzhledem ke všem výše uvedeným skutečnostem práci doporučuji k obhajobě a po úspěšné prezentaci Ing. Michala Bartošáka před komisí také udělení titulu Ph.D.

V Ostravě dne 24.5.2019.

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