

Oponentní posudek

doktorské disertační práce s názvem

Výpočtové modelování mechanického chování kompozitu "elastomer – ocelové vlákno"

Ing. Tomáše Lasoty

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství
Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky

Předložená disertační práce svým rozsahem (151 stran) i obsahem splňuje požadavky kladené na kvalitně zpracovanou doktorskou práci.

1. Aktuálnost tématu

Modelování kompozitních materiálů s využitím víceškálové teorie je bezesporu aktuálním tématem. Obohacuje matematický popis materiálů o nové konstitutivní vztahy, schopné popisu fyzikálních jevů, na které klasický popis nestačí. Víceškálové modely jsou elegantním řešením popisu materiálů se složitou mikrostrukturou. Přenos složitosti úlohy z geometrie na konstitutivní vztah vede ke značnému zjednodušení výpočtových sítí, což by mohlo být s výhodou využito v mnoha průmyslových aplikacích.

2. Splnění stanovených cílů

Cíle práce vymezené ve 2. kapitole disertace jsou naplněny. Místo velice zjednodušené výpočtové sítě by bylo přínosné porovnat Cosseratův model z kapitoly 10.4 s modely a experimentálními daty z kapitoly 4.

3. Postup řešení problému a výsledky disertace s uvedením konkrétního přínosu doktoranda

V předkládané práci jsou vhodným způsobem kombinovány postupy experimentální a výpočtové mechaniky. Ve chvíli, kdy původně zvolený materiálový model nedostatečně vystihuje naměřená data, hledá doktorand nový a vhodnější matematický popis. Ten nachází v Cosseratově kontinuu.

Jádro teoretické části práce se zakládá na publikaci [32] a je jejím zjednodušením. Toto zjednodušení je opodstatněné vzhledem k aplikaci na kompozit s ocelovými vlákny, která jsou považována za lineárně elastická. Vlastním přínosem je implementace této zjednodušené teorie a její ověření na konkrétní aplikaci.

V práci oceňuji náznak vícero možných řešení (např. identifikace materiálových parametrů v kapitole 9 nebo implementace Cosseratova kontinua užitím Lagrangeových multiplikátorů či Hermitovských C1 elementů v kapitole 10). Konkrétní výběr by však měl být lépe zdůvodněn. Oceňuji rovněž dobře vedenou diskuzi výsledků s jasným a konkrétním odůvodněním rozdílů mezi měřením a simulací (kapitola 4.3) či mezi různými výpočty (kapitola 10.4). Měření zmíněná v kapitole 4 by zasloužila detailnější popis.

4. Význam pro praxi nebo rozvoj vědního oboru

Práce kombinuje nové stupně volnosti s hyperelastickým popisem. Nezůstává však jen v teoretické rovině, ale dovádí popis až k implementaci za použití metody konečných prvků. Kromě Ing. R. Cimrmana, Ph.D. (ZČU Plzeň) neznám v ČR nikoho, kdo by se zabýval Cosseratovo kontinuem až k jeho implementaci ve formě konečněprvkového řešiče. Práce tak významně přispívá k rozvoji škálových teorií včetně konkrétní aplikace.

5. Formální úprava a jazyková úroveň

Práce je celá napsána v angličtině. Přes množství chyb vlastních slovanským autorům je jazykově srozumitelná. Po formální stránce je práce vypracována na velmi dobré úrovni. Citace odborných pramenů se omezuje na relevantní minimum. Kapitola 9.2 by zasloužila citaci výborných prací Prof. Dr. Ing. E. Rohana, DSc. (ZČU Plzeň), který se homogenizací a modelováním materiálů s heterogenní mikrostrukturou jako jeden z mála v ČR velmi aktivně zabývá.

6. Vyjádření k tezi

Předložená teze respektuje požadované členění. Je vhodným zestručněním disertace a příležitostí doplnit výpočet porovnávací Cosseratův model s modely a naměřenými daty z kapitoly 4.

Shrnutí

Práce představuje v dnešní době neodmyslitelné spojení experimentu a výpočtového modelování. Jejím přínosem je nová konstitutivní teorie, byť založená na teorii složitější. Naopak, její zjednodušení a následná implementace ve formě konečněprvkového řešiče může být přímým přínosem mnoha průmyslových aplikací. Z disertace i její samotné struktury je cítit snaha doktoranda hluboce porozumět tématu a dojít řešení dané úlohy. Ačkoli některé myšlenky nejsou dotaženy do konečné podoby (viz např. kapitola 9), naznačují možná řešení, čímž se práce otevírá novým perspektivám.

Doporučení

Disertační práci doporučuji k obhajobě a k udělení titulu Ph.D. Ing. T. Lasotovi.

Dále doporučuji, aby doktorand při obhajobě:

- zdůvodnil, proč dal při implementaci Cosseratova kontinua přednost Hermitovským elementům před Lagrangeovými multiplikátory,
- okomentoval, zda je v principu možné implementovat Cosseratovo kontinuum v nějakém komerčním konečněprvkovém programu pomocí uživatelských funkcí (např. USERMAT v ANSYSu) s ohledem na existenci momentu napětí a obecnou nesymetrii tensoru napětí.



Ing. Vít Nováček, Ph.D.

Covidien – Sofradim Production
116 avenue du Formans
01600 Trévoux
France