

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/ka: Bc. Lukáš Vermach

Název práce: Mathematical modeling of magnetostrictive materials

Studijní program a obor: Fyzika, Matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice

Rok odevzdání: 2011

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Priv.-Doz. RNDr. Martin Kružík, Ph.D.

Pracoviště: ÚTIA AV ČR, v.v.i., Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8

Kontaktní e-mail: kruzik@utia.cas.cz

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího:

Předložená práce se zabývá matematickým a numerickým modelováním magnetostrikčních materiálů. Práce se skládá z úvodu a šesti kapitol. Ve druhé kapitole je čtivou formou podrobně vysvětlen princip tvarové paměti a fázové transformace za působení magnetického pole, uvedeny příklady látek, které tuto vlastnost mají, a jejich technologické využití. Kapitola také obsahuje vysvětlující obrázky.

Třetí kapitola pak shrnuje základní pojmy mechaniky kontinua a matematické teorie linearizované pružnosti. Autor převádí problém řešení rovnic rovnováhy na obecnější úlohu hledání minima funkcionálu potenciální energie. Vysvětluje také postačující podmínky na existenci takového minima a zmiňuje důkaz. Podobně čtvrtá kapitola je úvodem do teorie magnetismu. Autor podrobně popisuje jednotlivé energetické příspěvky a dokazuje existenci minima pro energetický funkcionál.

Pátá kapitola pak obsahuje nový statický model magnetostrikčního materiálu. Díky nekonvexní struktuře energetického funkcionálu obecně neexistuje minimizér a minimalizující posloupnost vykazuje oscilace. Místo minima funkcionálu energie máme typicky jen infimum. Abychom mohli rozumně definovat pojem řešení využívá autor moderního variačního počtu a především pak tzv. relaxace, kdy místo nekonvexní funkce uložené energie pracujeme s jejím „zkonvexněním“. Autor pak ukazuje, že nově definovaná úloha minima nabývá. Fázová transformace u materiálů s tvarovou pamětí, a tedy i magnetostrikčních materiálů je zhusta doprovázena disipací a hysterézní smyčkou na diagramu složka deformace vs. složka napětí. Tato disipace je experimentálně pozorována jako rychlostně nezávislá, tj. hysterézní smyčka nezávisí na rychlosti zatěžování vzorku. Autor práce modeluje toto evoluční chování pomocí disipace úměrné velikosti časové derivace objemového zlomku varianty v šesté kapitole. V závěru práce, v sedmé kapitole, pak p. Vermach uvádí numerické výsledky pro dvoudimenzionální úlohu modelu magnetostrikčního materiálu. Numerická realizace modelu je v MATLABu.

Hlavním přínosem práce je, že autor detailně analyzuje nový víceškálový evoluční model magnetostrikčního materiálu, a to jak z analytického hlediska, tak i z hlediska numerických experimentů, které kvalitativně odpovídají laboratorním pozorováním. Použitý model je odvozen na základě racionální mechaniky a magnetismu, spadá tedy do kategorie multifyziky. Navíc je výpočetně velmi dobře zvládnut výpočet magnetostatického potenciálu. Je třeba si uvědomit, že potenciál je popsán singulárním integrálem, a tedy jeho výpočet vyžaduje pokročilé techniky. Vzhledem ke konvexní struktuře relaxovaného problému je model numericky velmi stabilní, což ho předurčuje k použití i pro praktické úlohy.

Pan Vermach pracoval během celého období přípravy své práce velmi aktivně, samostatně studoval literaturu s podílem časopiseckých zdrojů. Prokázal, že je schopen v relativně krátké době proniknout do komplikované problematiky fázových transformací. Kromě dobrých analytických znalostí se projevil také jako dobrý programátor. O kvalitě práce svědčí i to, že s její předběžnou verzí diplomant vyhrál SVOČ 2011 v matematice v kategorii S10 „Matematické modely dynamiky“. Práci doporučuji uznat jako diplomovou a navrhuji ji ohodnotit „výborně“.

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího : Praha, 5.9. 2011