

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> posudek vedoucího | <input checked="" type="checkbox"/> posudek oponenta |
| <input type="checkbox"/> bakalářské práce | <input checked="" type="checkbox"/> diplomové práce |

Autor: 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 oponenta: Doc. Ing. Jan Zeman, Ph.D.

Pracoviště: Katedra mechaniky, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze

Kontaktní e-mail: zemanj@cml.fsv.cvut.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 oponenta:

Téma práce. Předložená diplomová práce se podrobně zabývá matematickým modelováním materiálů s feromagnetickou tvarovou pamětí za izotermických podmínek. Zkoumaný multifyzikální model je založen na mezoskopickém přístupu a formulován v rámci kontinuálních teorií. Téma práce je pojato velmi široce, a zahrnuje podrobnou diskusi chování materiálů s tvarovou pamětí při působení magnetického pole (a to včetně prezentace výsledků experimentů a příkladů využití feromagnetických materiálů v inženýrství), vybudování nového stacionárního a nestacionárního modelu včetně důkazu existence řešení příslušné úlohy a v neposlední řadě i numerické simulace prokazující jeho korektní chování.

Aktuálnost zvoleného tématu. Materiály s tvarovou pamětí nepochybně paří mezi moderní materiálové systémy, které (jak je i jasně doloženo ve vlastní práci) nacházejí široké uplatnění v řadě inženýrských aplikací. To samozřejmě vede na požadavek vývoje matematicky podložených modelů jejich chování, které lze využít i pro jejich numerickou simulaci. Navíc je matematický model založen na moderních metodách variačního počtu a teorii energetických rychlostně nezávislých systémů. Téma práce je tedy bezpochyby aktuální; velmi pozitivně též oceňuji mezioborový charakter diplomové práce.

Organizace práce. Práce se skládá ze 119 stran textu a je rozdělena do osmi kapitol, seznamu literatury a tří dodatků. Po krátkém představení řešeného tématu a cílů práce autor nejprve představuje základní principy chování feromagnetických materiálů s tvarovou pamětí (FMTP) a jejich typické aplikace. Následně autor shrnuje základní principy lineární pružnosti a magnetismu (zahrnující atomistické i kontinuální teorie). V páté a v šesté kapitole pak představuje nový stacionární a evoluční model chování FMTP materiálů. Stacionární verze je založena na specifickém tvaru pro efektivní hustotu (původně nekonvexní) uložené energie materiálů s tvarovou pamětí navrženém Govindjeem, Mielkem a Hallem v roce 2002 pro čisté mechanickou odezvu. Nestacionární model pak navíc zohledňuje rychlostně nezávislou disipaci energie doprovázející fázové změny. Pro oba modely je dokázána existence řešení příslušných problémů pomocí přímé metody variačního počtu a teorie energetických rychlostně nezávislých systémů. Tyto výsledky jsou následně využity při diskretizaci úlohy metodou konečných prvků, a implementaci výsledného algoritmu v systému MATLAB. Jeho efektivita je doložena řadou dvojrozměrných simulací, které prokazují konzistentní chování modelu. V dodatcích jsou pak uvedeny detaily k vyvinuté implementaci a shrnuty základní výsledky využití v analytické části textu.

Organizace vlastní práce je zvolena velmi vhodně, výsledný text je čtivý a jednotlivé kapitoly na sebe logicky navazují. Práce je též psána dobrou angličtinou. Poněkud rušivým dojmem nicméně působí řada překlepů a nepřesností ve značení. Ty nicméně nijak nesnižují kvalitu dosažených výsledků a dají se snadno odstranit. Navíc jsou snadno omluvitelné vzhledem k rozsahu textu a omezenému času na jeho zpracování.

Přínosy práce. Za hlavní přínosy práce považuji především

- Výstižné shrnutí základních mechanismů chování materiálů s tvarovou pamětí a modelů popisujících mechanickou odezvu a magnetismus,
- návrh nového konvexního mezoskopického modelu pro stacionární odezvu FMTP, důkaz existence řešení pomocí přímé metody variačního počtu,
- jeho následné rozšíření na evoluční model zahrnutím rychlostně nezávislé disipace, důkaz existence energetického řešení,

- efektivní diskretizace problému metodou konečných prvků, vedoucí na (posloupnost) konvexních optimalizačních problémů,
- výpočet reprezentativních příkladů ve dvou rozměrech, diskusi získaných výsledků.

Celkové hodnocení. Jak již vyplývá z předchozích odstavců, předkládaná práce je dle mého názoru velmi zdařilá a rozhodně splňuje požadavky kladené na studenty oboru „Matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice“. Autor při jejím řešení prokázal schopnost samostatně pracovat na náročném multifyzikálním problému a úspěšně zvládnout jeho fyzikální, analytické, numerické a inženýrské aspekty. Předkládanou práci proto rozhodně doporučuji k obhajobě a hodnotím ji stupněm *výborně*.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

V následné rozpravě by se mohl diplomant vyjádřit k následujícím třem otázkám:

- Zobecněný Hookeův zákon, uváděný v na stranách 29 a 30 v rovnicích (3.4) a (3.5) není správně. Jak vypadá korektní tvar?
- V kapitole 4, na stranách 58 a 59 uvádíte důkaz existence minimizéru Helmholtzovy energie feromagnetického tělesa za omezení $|m(x)|=1$, zatímco v páté kapitole je toto omezení oslabeno na $|m(x)|\leq 1$. Vysvětlete prosím podrobněji, proč bylo k tomuto kroku přistoupeno. Jaký má důsledek na chování modelu?
- Jaká byla (orientační) časová náročnost numerických výpočtů prezentovaných v sedmé kapitole? Kolik iterací typicky potřeboval optimalizační algoritmus k nalezení minima?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta: Praha, 8. 9. 2011,