

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Simulace delaminace kompozitů založená na variačním modelu poškození
Jméno autora:	Jakub Mareš
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta stavební (FSv)
Katedra/ústav:	Katedra mechaniky
Oponent práce:	Ivana Pultarová
Pracoviště oponenta práce:	Katedra matematiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání posuzuji jako náročné, neboť kromě teoretických požadavků zahrnuje dovednosti v numerických metodách a samostatnou implementaci nestandardního výpočetního procesu.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Předložená práce zcela splňuje zadání. Autor předložil teoretické odvození, volbu algoritmů a jejich modifikaci, realizaci a komentář získaných výsledků.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor postupoval standardními kroky odborné/výzkumné práce zaměřené na numerickou simulaci technické úlohy s cílem studovat vliv dat na vlastnosti použitých numerických metod.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce se věnuje numerickému řešení delaminační úlohy formulované pomocí variačního modelu poškození, kde linie poškození je předem definována, a pomocí pseudo-časové diskretizace. Pro prostorovou diskretizaci je použita metoda konečných prvků. Přibližnou minimalizaci příslušných energetických funkcí zajišťuje střídavá minimalizace ve směru posunů a porušení, první z nich je z důvodu kontroly dotyku vnitřních hranic doplněna metodou aktivní množiny. Jelikož energetická funkce není konvexní současně v posunech i poškozeních, používá se zpětné trasování pro zajištění lepší konvergence. Pro numerické experimenty byly použity dva příklady prostě podepřených nosníků s jednou delaminační linií. Realizace výpočtu byla provedena v prostředí Matlab, což vzhledem k nutnosti častého testování jednotlivých komponent a grafického zobrazování dílčích výsledků považuji za optimální. Všechny části algoritmu student vytvořil samostatně a jsou k dispozici na serveru gitlab.com. Mohu potvrdit, že balík programů je funkční a kromě v práci uvedených údajů zobrazuje animaci průhybu a porušení a počty kroků metody aktivní množiny. V závěru práce student správně poukazuje na problematiska místa, která i v případě relativně nenáročného výpočtu mohou zpomalit výpočet nebo dát špatné řešení, a diskutuje možnosti řešení.	
Z uvedeného plyne, že většinu použitých znalostí autor získal z odborné literatury.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je vhodně strukturovaná, má vynikající stylistickou, grafickou a jazykovou úroveň. Na několika místech by však bylo vhodné vylepšit odborný, zejména matematický formalismus. Např. v definici (4.7) by neměla být uvedena závislost na parametru t . Tvzení 5.2 by mělo být definicí a současně by bylo vhodné uvést, že řešená úloha tuto vlastnost má. Přes tyto drobné nedostatky bych ráda vyzdvihla velmi srozumitelný a přitom úsporný výklad celé problematiky.	

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Předložená práce čerpá z několika publikovaných textů, zejména navazuje na [13] a [6]. Také další uvedené texty jsou relevantní a jsou vhodně citovány.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Za vlastní přínos autora považuji

- a) využití metody aktivní množiny při minimalizaci v úloze (5.36),
- b) implementaci celého výpočetního schématu, které umožňuje testovat různé vlastnosti algoritmu v závislosti na vlastnostech úlohy a parametrech numerických metod,
- c) analýzu získaných numerických výsledků, jako např. chování křehkých rozhraní, a příslušnou diskusi.

Tyto výsledky jsou originální a přínosné a představují kvalitní základ pro další pokročilé studium. Dále zdůrazňuji, že problematika poškození obecně je dosti netriviální, a proto žádaná.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

K předložené práci mám následující dva dotazy:

- 1) Uvádíte, že důležitou roli v úspěšnosti a přesnosti výpočtu má dvoustranný energetický odhad (5.3). Je zaručeno, že ze splnění těchto nerovností v daném časovém kroku plyne, že nalezené řešení je optimální?
- 2) Jaké hlavní těžkosti shledáváte v numerickém řešení delaminace oblastí s křehkými spoji?

Celkově považuji předloženou práci za velmi zdařilou. Autor prokázal výbornou znalost problematiky numerického řešení diferenciálních rovnic se speciálními podmínkami na vnitřních hranicích a studoval vlastnosti použitých algoritmů pomocí vlastní implementace. Práce je napsána nebývale srozumitelně, a poskytuje tak základ pro další studium, jehož možné cíle autor v závěru práce naznačuje.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 25.1.2024

Podpis: