



MODELOVÁNÍ FRAGMENTACE MATERIÁLŮ ZA VYSOKÝCH RYCHLOSTÍ DEFORMACE

BC. JAN STRÁNSKÝ

Posudek diplomové práce

Téma práce

Předkládaná diplomová práce se zabývá analytickými a numerickými modely fragmentace kvazikřehkých materiálů pod účinky vysokých rychlostí deformace. Pozornost je přitom soustředěna na jednorozměrný problém, který je velmi podrobně vyšetřován pomocí analytických metod (založených na minimalizačních a bilančních energetických principech), které jsou následně zpřesněny pomocí detailních konečněprvkových simulacích. V závěru práce je navíc model rozšířen tak, aby zahrnoval prostorou korelaci při simulaci odezvy heterogenních struktur.

Aktuálnost zvoleného tématu

Jak je velmi přesvědčivě doloženo v první kapitole práce, fragmentace je jev který je neobyčejně zajímavý jak z hlediska četných aplikací, tak i z hlediska základního inženýrského výzkumu. Výsledky získané v práci pak dle mého názoru zásadním způsobem rozšiřují současně dostupné výsledky v inženýrské literatuře a nepochybně přispějí k výstižnějšímu modelování fragmentačních procesů.

Organizace práce

Vlastní práce se skládá ze sedmi kapitol. Nejprve je v úvodní kapitole velmi čtivou formou představena motivace práce a vysvětlena problematika fragmentace. V druhé kapitole je přehledně shrnut základní teoretický rámec práce, tj. termodynamika spjitého prostředí s aplikací na poškození. Ve třetí kapitole autor shrnuje existující analytické přístupy (včetně jejich odvození) a odvozuje jejich vylepšení tak, aby bylo dosaženo lepší shody s referenčními numerickými výsledky. Kapitola 4 pak detailně popisuje zvolené řešení založené na metodě konečných prvků a mechanice poškození. Je zde též velmi názorným způsobem vysvětlena problematika generování prostorově korelovaných veličin pomocí Karhunen-Loéveho rozvoje. Hlavním přínosem páté kapitoly je pak představení výpočetního nástroje Fragment1D, který autor sám naimplementoval v programovacím jazyce C++. Navíc je prokázána efektivita tohoto nástroje vzhledem k víceúčelovým systémům OOFEM (metoda konečných prvků) a YADE

(metoda diskretních prvků). V kapitole 6 jsou pak souhrnně uvedeny výsledky řešení, které slouží jako podklad pro diskusi v poslední kapitole. Celková organizace práce je zvolena velmi vhodně, vlastní text je psán srozumitelně a nebyl jsem schopen v něm schopen najít jiná než velmi formální pochybení, která již byla autorem zapracována do konečné verze práce. Grafická práce úroveň práce je vynikající.

Přínos práce

Za hlavní přínosy předkládané práce považuji především:

- vypracování velmi detailního textu shrnujícího problematiku fragmentace, který může sloužit jako vhodná učební pomůcka pro studenty navazující na toto téma,
- odvození nových analytických modelů pro popis fragmentace, které poskytují lepší výsledky než metody dostupné v literatuře,
- implementace velmi efektivního numerického nástroje pro simulaci fragmentace v 1D a jeho optimalizace (včetně efektivního využití více jader pomocí knihovny OpenMP),
- prokázání skutečnosti, že vyvinutý nástroj, založený na mechanice poškození, vykazuje výrazně lepších konvergenčních vlastností než existující modely založené na metodě kohezivních trhlin,
- konzistentní zahrnutí prostorové korelace parametrů do výpočtu.

Celkové hodnocení

Jak vyplývá již z vyznění předchozích odstavců, předkládaná práce je svým zaměřením, charakterem i výsledky velmi výjimečná. Dle mého názoru vybrané části diplomové práce snesou srovnání se špičkovými pracemi v oboru a zaslouží publikovat v prestižních vědeckých časopisech. Práce též mimo jiné prokazuje rozsáhlé znalosti Bc. Jana Stránského v aplikované mechanice, numerických metodách a pokročilých technikách programování, a to přinejmenším na úrovni odpovídající kvalitnímu studentu doktorského studia. Proto předkládanou práci hodnotím stupněm *výborně (A)* a navrhuji dále *ocenit jak její výjimečnou teoretickou úroveň, tak i výjimečně kvalitní zpracování práce.*

V Praze, 20. ledna 2011



(Jan Zeman)

Otázky k diskusi

Při diskusi nad diplomovou prací by se diplomat mohl vyjádřit k následujícím otázkám:

- Jak vyplývá např. z Obr. 3.3, Vámi navrhované analytické metody “prohrávají” v oblasti malých rychlostí deformace s G-C modelem, který předpovídá konstantní hodnotu. Čím je tento rozdíl způsoben? A jak by případně bylo možné Vámi navrhovaná vylepšení rozšířit, aby předpovídaly (téměř) konstantní hodnotu pro malé rychlosti?
- V literatuře se uvádí, že velikost konečného prvku by měla být menší než cca $1/3$ korelační délky, jinak není prostorová korelace zachycena dostatečně přesně. Nesnižuje toto omezení vypovídací hodnotu výsledků pro menší počty prvků?
- Jak několikrát uvádíte v práci, základní motivací pro vývoj vlastního nástroje je zvýšení rychlosti výpočtu. Nebylo by tedy výhodnější použít standardní implementaci třídy Vector namísto Vaší? Kolik by toto nahrazení dle Vašeho názoru mohlo uspořit výpočetního času?