Posudek na diplomovou práci **Jana Kratochvíla**

Numerické simulace deformací visko-elastických materiálů, zejména asfaltu

Napěťová relaxace, přítomnost rozdílných normálových napětí v jednoduchém smykovém poli, či tzv. nelineární creep jsou jevy, které nemohou býti popsány zobecněnými Navierovými-Stokesovými rovnicemi s nekonstantní vazkostí. Existuje celá třída modelů integrálních či rychlostního typu, které mají potenciál výše uvedené jevy zachytit.

V předložené práci Jana Kratochvíl vyšetřuje dva modely rychlostního typu - klasický Oldroydův model a tzv. Model 1 - ve třech různých geometrických situacích: (1) proudění mezi dvěma deskami, (2) rovinné proudění ve skokovitě zúženém kanálu a (3) osově symetrické proudění ve válci. Hlavní cílem práce je zjistit, zda výše uvedené modely jsou dostatečně robustní, a jsou schopny dostatečně dobře popsat chování (relaxaci napětí) morfologicky složitého a komplikovaného materiálu jako je asfalt.

Výsledek práce Jana Kratochvíla je z tohoto pohledu jednoznačný: dané modely nejsou schopny zachytit experimentálně naměřené hodnoty pro napěťovou relaxaci asfaltu v geometri (3), což "ospravedlňuje" respektive motivuje použití komplikovanějších modelu např. Burgersova typu či modelů výše uvedených avšak s nelineárními materiálovými koeficienty.

Práce je rozdělena do 6 částí: po krátkém úvodu, který obsahuje ještě nepublikovaná experimentální data naměřená Dr. Murali Krishnou, IIT Madras, následuje popis modelu a je připomenuto jak jejich fyzikálně i matematicky konsistentní odvození v jednotném termomechanickém popisu, tak jejich vzájemný vztah: Oldroydův model je získán z Modelu 1, pokud elastická odezva mezi přirozenou a současnou konfigurací tělesa je malá, a process deformace je pomalý rychlost ve smyslu velikost symetrického gradientu rychlosti je malá (toto druhé restriktivní omezení plyne ze skutečnosti, že tlak v původním Oldroydově modelu není průměr normálových napětí). V třetí kapitole je stručně popsána slabá formulace rovnic a formulace jejich diskretizace metodou konečných prvku.

Hlavní část tvoří kapitoly 4, 5 a 6, kde jsou podrobně analyzovány rychlost a napěťová relaxace pro oba viskoelastické modely ve všech třech geometriích, jsou hledána analytická řešení, případně dopočítána řešení zjednodušných modelu numericky, ta jsou pak srovnávána s vlastními numerickými výpočty pro nezjednodušený systém a s výsledky numerických simulací publikovaných v odborné literatuře. Velice cenná je také ta část práce, která je věnována identifikaci modelových parametru.

Numerické simulace byl software Comsol Multiphysics schopen jen pro jisté hodnoty modelových parametrů: dále software nekonvergoval. Z tohoto pohledu přináší diplomová práce Jana Kratochvíla další výzvy: provést detailní matematickou analýzu modelu, a to zejména v geometriích v práci uvažovaných a paralelně navrhovat, analyzovat a testovat numerické metody, které by byly spolehlivé, přesné a robustnější. Skutečnost, že takováto analýza je prováděna paralelně (z časového měřítka) jak s vývojem kontinuálních modelu pro popis deformací asfaltu, tak s experimentálními měřeními činí tématiku vysoce aktuální a dává možnost bezprostřední spolupráce a korekce.

Po formální stránce je práce velice pěkně zpracována a jsem rád, že ji Jan Kratochvíl přihlásil do soutěže SVOČ, kde získal v oboru aplikovaná matematika (matematické modelování) v konkurenci 5 účastníků 1. místo.

Diplomovou práci Jana Kratochvíla doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnotit ji známkou "výborně".

V Praze, 25. května 2007

Josef Málek

Doc. RNDr. Josef Málek, CSc
Matematický ústav
Matematicko-fyzikální fakulta UK
Sokolovská 83
186 75 Praha 8