

vztahu, následuje v kapitole 3 odvození výše uvedených čtyř modelů v jednotném termomechanickém popisu. Poté je popsán experiment a následují nejcennější kapitoly 5 a 6, které se věnují identifikaci parametrů modelu: ve válcové geometrii jsou parametry modelu identifikovány za zjednodušujících předpokladů a poté následuje porovnání s numerickými výpočty pro úplný model. Výsledky práce jsou shrnuty v závěru. Práce obsahuje appendix a CD s komentářem.

Karel Tůma pracoval na tématu samostatně, tvůrčím způsobem, přičemž navazoval na postupy formulované v diplomové práci Jana Kratochvíla. Dosáhl však nových *positivních* výsledků studiem komplikovanějších modelů, které budou součástí publikace, kterou připravíme na podzim tohoto roku. Karel Tůma prokázal, že je schopen zpracovat poměrně široké spektrum problematiky od porozumění experimentu a naměřených dat, přes tvorbu modelů, jejich zjednodušení a výpočet v jednoduchých geometriích, až po identifikaci parametrů, slabou formulaci základních rovnic, numerické simulace softwarem Dr. Hrona a následnou vizualizaci. Jsem přesvědčen, že diplomová práce Karla Tůmy splňuje nároky kladené na diplomovou práci a doporučuji komisi, aby byla hodnocena známkou *výborně*.

V Praze, 24. srpna 2008



Josef Málek

Doc. RNDr. Josef Málek, DSc.  
(vedoucí práce)  
Matematický ústav  
Matematicko-fyzikální fakulta  
Univerzita Karlova v Praze  
Sokolovská 83  
186 75 Praha 8

Posudek vedoucího na diplomovou práci **Karla Tůmy**

## **Deformace vazkopružných materiálů - modelování a počítačová analýza vybranných modelů**

Napětová relaxace, přítomnost rozdílných normálových napětí v jednoduchém smykovém poli, či tzv. nelineární creep jsou jevy, které nelze zachytit nestlačitelnými Navier-Stokesovými rovnicemi, ani jejich modifikací, kdy viskozita závisí na rychlosti smyku nebo na tlaku. Existuje celá třída modelů integrálních či modelů rychlostního typu, které mají potenciál výše uvedené jevy zachytit.

V předložené práci Karel Tůma vyšetřuje celkem čtyři modely rychlostního typu. Dva z nich (nazývejme je nelineární Oldroydův a nelineární Burgersův model) jsou výsledkem nového přístupu (zavedeného K. R. Rajagopalem a jeho spolupracovníky) k modelování odezvy komplikovaných materiálů. Výhodou tohoto přístupu je její jasná fyzikální interpretace. Teprve linearizací elastické části odezvy mezi tzv. přirozenou a současnou konfigurací se dostanou klasické modely: Oldroydův-B a Burgersův model (též v práci uvažované).

Hlavní cílem práce je zjistit, zda výše uvedené modely jsou dostatečně robustní, a jsou schopny dostatečně dobře popsat chování (relaxaci napětí) morfologicky složitěho a komplikovaného materiálu jako je asfalt. K porovnání byly použity dvě sady experimentálních dat naměřených pečlivým experimentátorem a odborníkem na vlastnosti asfaltu Dr. Muralikrishnou z IIT Madras. Tento experiment vymežil válcovou geometrii, a uvažované okrajové a počáteční podmínky.

Pro jednoduchost však autor nejdříve předpokládá, že naměřená data odpovídají reakci na smyk materiálu mezi dvěma deskami. Toto zjednodušení umožňuje autorovi ověřit postup při identifikaci parametrů v kartézských souřadnicích. Dosažené výsledky jsou zajímavé, neboť ukazují, že i v této jednoduché situaci teprve nelineární Burgersův model má schopnost velmi dobře zachytit experimentálně naměřené hodnoty pro napětovou relaxaci asfaltu, byť v jiné geometrii. Po zvládnutí situace v kartézské geometrii se autor vrací k původnímu problému, uvažuje formulaci úlohy ve válcových souřadnicích a zkoumá, který z uvažovaných modelů má schopnost experimentální data zachytit a lze jej tedy uvažovat jako vhodného kandidáta k modelování deformací asfaltu. Nejlépe vychází nelineární Burgersův model, ačkoliv výsledky nejsou tak dobré jako v případě rovinné geometrie. Nabízí se několik možných zobecnění nelineárních modelů, která by měla pomoci zachytit lépe naměřená data: modely s nekonstantními materiálovými koeficienty, modely pro stlačitelný materiál, či použití robustnějšího rámce implicitních konstitutivních vztahů, atd. Toto však jsou již témata (podobně jako matematický rozbor byt' jen jednorozměrných modelů) nad rámec dané diplomové práce.

Práce je rozdělena do 7 částí: po krátkém úvodu a zavedení základního popisu pomocí mechaniky kontinua, kde si diplomant osvojil poměrně novou koncepci přirozené konfigurace a použití kritéria maximalizace rychlosti disipace k určení konstitutivního