

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Experimentální a numerické modelování PVB fólie
Jméno autora:	Bc. Barbora Hálková
Typ práce:	díplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta stavební (FSv)
Katedra/ústav:	katedra mechaniky
Oponent práce:	prof. Ing. Jan Eliáš, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební mechaniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
Zadání po studentovi požaduje provedení experimentálních zkoušek v laboratoři, ale zároveň i numerické studie chování viskoelastického materiálu s využitím zlomkových derivací. Navíc, v případě dostatku času, navrhuje provést kalibraci numerického modelu na základě experimentů.	

Splnění zadání	splněno
Student splnil zadání zcela bez výhrad.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<p>Díplomová práce má nadstandardní rozsah i kvalitu. Její první část se věnuje analytickému a numerickému popisu mechanického, časově závislého chování materiálů. Představuje dva základní prvky, pružinu a tlumič. Ukazuje, že se jedná o limitní případy obecného prvku, zvaného v práci springpot. Pomocí kombinace sériového a paralelního zapojení těchto tří prvků pak práce vytváří obecnější systémy schopné popsat v podstatě libovolně složité materiálové chování. Pro jednodušší případy odvozuje analytická řešení, pro komplikovanější situace je představeno řešení numerické. Tato část práce je velmi podrobná a pečlivě zpracovaná. V mnohém se překrývá s bakalářskou prací autorky a rozšiřuje ji. Domnívám se, že se nejedná o původní výsledky, ale o pochopení a prezentaci teorie převzaté z literatury.</p> <p>Druhá část práce je experimentální. Studentka provedla sadu reologických experimentů pro různé teploty a rychlosti zatěžování. Prezentuje analýzu naměřených dat a v poslední části práce také hledá parametry dříve vyvinutých teoretických modelů pro popis chování studovaného materiálu.</p> <p>Kombinaci experimentálního a teoretického zaměření diplomové práce vnímám velmi kladně. Obě části se mi zdají náročné a výborně zpracované.</p>	

Odborná úroveň	A - výborně
<p>Studentka v práci využívá specifická odvětví matematiky, díky nimž vytváří nestandardní reologické jednotky se třemi volnými mechanickými parametry a větší výstižností. Oceňuji, že se rozsáhlé části práce věnují analytickému řešení chování těchto jednotek a systémů z nich vytvořených. Popsáno je pak i numerické řešení, které je samozřejmě zásadní při aplikaci vyvíjené teorie. K teoretické části práce nemám žádné výhrady a její odbornost považuji za výbornou.</p> <p>Při experimentálním programu je používán sofistikovaný přístroj pro stanovení reologických vlastností. Studentka ukazuje, že před samotným měřením je nutné zvážit nastavení několika zásadních parametrů, jako je například teplota, tloušťka vrstvy, nebo úroveň vnášené deformace. I zde oceňuji její pečlivost a odbornou úroveň hodnotím výborně. Na druhou stranu je tato část práce zatížena nevyjasněným chováním materiálu při měření ztrátového reologického modulu.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
Práce je poměrně rozsáhlá, celkem má 97 stran. Je napsána anglicky. Úroveň angličtiny je velmi dobrá, všiml jsem si jen	

malého množství chyb. Grafická úprava je výborná. Obrázky i grafy jsou přehledné a srozumitelné. Jediný prostor pro vylepšení v jinak opravdu výborně upravené publikaci spatřuji ve změně fontu u popisu grafů, který by mohl být stejný jako font okolního textu.

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

Celkem je citováno 38 prací, což je na diplomovou práci vysoké číslo. Na druhou stranu jsou hodně citovány publikace zabývající se odbornou matematikou (zlomkové derivace a integrály, gama funkce), které jsou v práci využity spíše jako nástroj, než že by samy byly předmětem výzkumu. Výsledky převzaté z literatury a vlastní práce jsou jasně odlišeny, žádná podstatná citace ve výčtu nechybí.

Citace jsou většinou dostatečné a v souladu s citačními zvyklostmi, snažil bych se ale uvádět podrobnější informace včetně ISBN nebo DOI pro snadnější vyhledání. Mezi nedostatečně podrobné citace řadím například [2], kde není jasné, že se jedná o kapitolu z knihy a není uveden ani název knihy, u citace [25] zase chybí název periodika.

Další komentáře a hodnocení

Kladně hodnotím pečlivost, s jakou jsou rozebírány jednotlivé reologické situace, a přehlednost celé práce. Téma práce i zvolený přístup je aktuální a navázaný na praktickou aplikaci při modelování lepeného skla. Závěrečný komentář příznivá, že springpot objekty, i přes svoji výbornou schopnost popisu skutečného materiálové chování, nakonec možná nejsou vhodné pro numerické výpočty kvůli náročnosti výpočtu zlomkových derivací. Tato upřímnost je sympatická a oceňuji ji.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Dovolím si položit několik otázek, které by studentka mohla zodpovědět při obhajobě.

1. Postup numerického výpočtu zlomkových derivací je představen pro konstantní časový krok. To je v praxi velmi limitující. Existují postupy i pro proměnný časový krok? Pravděpodobně také není nutné pracovat s celou časovou historií, jak naznačuje rovnice 3.3, a postačuje použití pouze několika posledních časových kroků. Je možné představit nějaké doporučení jak součet přes všechny časové kroky redukovat?
2. Na straně 21 je z budoucí práce vyloučen Kelvinův řetězec, protože neumožňuje vyvolat skokovou deformaci. Pokud by ale k tomuto řetězci byla sériově připojena volná pružina, podobně jako je tomu u Maxwellova řetězce na Obr. 2.18, jeho použití by teoreticky nic nebránilo. Lze v takovém případě očekávat podstatně jiné chování výsledného systému, nebo by při správném nastavení parametrů nakonec na zvolené konfiguraci nezáleželo.
3. Překvapila mě metoda měření reologických vlastností pomocí krutu u materiálu citlivého na rychlost zatěžování. Jelikož vzdálenost ke středu kroucení ovlivňuje tuto rychlost, je každá část materiálu namáhána jiným způsobem. K jakému poloměru se pak váže graf 4.3 a jakým způsobem jsou data z přístroje převáděna na výsledné rychlosti?
4. Křivky na obrázcích 4.26 a 4.27 jsou popsány parametry v tabulkách 4.3 a 4.4. Ačkoliv jsou tyto křivky velmi podobné, některé z parametrů se podstatně liší (G1, G6 nebo G7). Lze z toho usoudit, že v prostoru parametrů lze najít více možných řešení a že by některé reologické jednotky mohly být vypuštěny bez výrazné ztráty přesnosti?

Studentka zcela splnila náročné zadání, využila metody aktuálního stavu poznání a kvalita práce dalece přesahuje požadavky kladené na diplomovou práci. Bc. Barbora Hálková prokázala schopnost nastudovat odborné téma a prezentovat získané znalosti a výsledky.

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

Datum: 19.1.2024

Podpis: