

Posudek k disertační práci Ing. Barbory Kotlánové

Doktorandka Ing. Barbora Kotlánová se ve své práci zabývala studiem objemových změn materiálů – elastomerů – které se pro své hyperelastické vlastnosti využívají v celé řadě aplikací. Jejich výzkum a optimalizace jejich složení je tedy důležitý zejména z toho důvodu, aby mohly být cíleně použity v konkrétních aplikacích s jasně definovanou predikcí jejich chování.

a) Aktuálnost zvoleného tématu

Téma disertační práce shledávám jako aktuální, nejen z pohledu v současnosti používaných technologií a experimentálních technik jako je DIC, ale i samotného materiálu. Není sporu, že výzkum těchto elastomerů s různými příměsmi jistě zaplňuje tzv. „bílá místa na mapě“, a tím zcela odůvodňuje svůj význam, protože pro dané materiály může skrze zjištěná chování a vlastnosti najít i vhodné aplikace. Nicméně, aktuálnost tématu by se pravděpodobně o málo zvýšila, kdyby se dané elastomery zkoumaly i v oblasti viskoelastické, potažmo za různých teplot, jelikož aplikace těchto materiálů často zahrnují periodická namáhání v různých teplotních režimech.

b) Splnění vytyčených cílů

Domnívám se, že předložená disertační práce splňuje vytyčené cíle tak, jak jsou uvedeny na straně 13 a k tomuto nemám výhrad. Nicméně bych rád dodal, že se nabízí čistě rétorická otázka, zda se v cílech práce nemohla objevit např. i numerická analýza elastomerů v daných experimentálních testech, např. pomocí metody konečných prvků, nebo otázky viskoelasticity. Tento postřeh není kritikou práce, nechávám jej však ke zvážení třeba v další vědecké kariéře doktorandky, příp. ve vědecké rozpravě při samotné obhajobě.

c) Zpracování práce

Literární přehled práce, který je zpracován v kapitole „1. Současný stav problematiky“, obsahuje přehledný soupis problematiky, avšak jeho trochu stručnější pojetí (i co se týče vizuality) je mírně ke škodě. Domnívám se, že by do textu bylo vhodné začlenit nálezy citovaných výzkumů na příbuzná témata ve formě aktivní práce s jejich daty, tzn. nejen popsat to, na co ostatní přišli, ale vytáhnout z nich zajímavá data (pár příkladů tohoto v práci je) relevantní pro disertační práci (např. vliv různých směsí), a to včetně zajímavých grafů, obrázků, které by text vhodně doplnily. Domnívám se rovněž, že by se kapitoly 1, 3 a 4 daly vhodně spojit tak, aby čtenáři bylo jasné v jakém bodě je současné poznání jak co se týče teorie elastomerů, tak měření pomocí DIC. Protože tato výtka spíše směřuje k organizaci textu, není vůbec zásadní.

V kapitole „3. Elastomery“ je vhodně popsána teorie, která se vztahuje ke zkouškám použitým v práci, leč z hlediska teorie deformací elastomerů by nebylo na škodu do kapitoly začlenit i návaznosti na teorii hyperelastických modelů. Rovněž by na tomto místě bylo vhodné seznámit čtenáře s různými třídami elastomerů a jejich materiálovými vlastnostmi (určité porovnání), aby bylo zřejmé, kam spadají ty v práci studované – co od nich lze čekat, jaké jsou jejich možné materiálové limity apod.

Kapitola „4. Digitální korelace obrazu – DIC“ ukazuje vhodně, leč stručně, základy měření pomocí DIC. Myslím, že by bylo vhodné uvést zde i informace o přesnosti měření, druzích výpočtů pomocí DIC (existuje řada algoritmů) a uvést i nejnovější formu metody, tzv. digital volume correlation (DVC), která již ve výzkumu elastomerů byla rovněž využita. Dodávám však, že i přes výše uvedené si z disertační práce, zejména z kapitol 1, 3 a 4, lze udělat velmi ucelenou a kvalitní představu o proběhlém výzkumu na daná témata – počet citovaných referencí v celé práci je adekvátní (celkem 93).

Kapitola „5. Zvolené metody zpracování“ považuji spíše za zbytnou, protože je jednak velmi stručná, ale hlavně, krom posledního odstavce, spíše popisuje oblasti spadající do Kapitoly 6. Poslední odstavec by se také dal rozšířit a začlenit do kapitoly 6 jako podkapitola „statistické zpracování dat“.

Kapitola „6. Experimentální část“ velmi přehledně uvádí postup celé práce, nemám žádné připomínky, ale pouze jednu otázku do diskuze, viz níže.

Kapitola „7. Výsledky“ přehledně ukazuje všechna naměřená a zpracovaná data, jak ve formě obrazové, tak tabulkové. Statistické zpracování dat ve formě regresních modelů a komentáře jsou rovněž adekvátní a dávají pochopit, jak se který materiál chová. Nabízí se otázka, zda by nešlo využít statistiky, která by jednotlivé materiály porovnála mezi sebou a dokázala posoudit např. jejich statistickou odlišnost, viz otázka do diskuze níže.

Kapitola „8. Diskuze výsledků“ je klíčovou částí práce protože zde dochází k syntéze a reflexi obdržených výsledků a porovnání jednotlivých materiálů. Domnívám se, že ač je diskuze výsledků a porovnání jednotlivých složení postaveno převážně na kvalitativním zhodnocení obdržených výsledků a regresních modelů (slovně i graficky), je přehledné a nabízí adekvátní zdůvodnění pozorovaných chování materiálů. Nicméně, kvantitativní statistické porovnání jednotlivých směsí (regresních křivek) by uvedeným tezím slušelo a dodalo větší váhy. Otázka z této části viz níže.

d) Novost výsledků a přínos disertační práce

Domnívám se, že předložená disertační práce přináší nové a kompaktní poznatky o tom, jak se studované elastomery o různých složeních chovají v jednoosém a dvouosém namáhání. Výsledky o pružném a silně nelineárním chování elastomerů v závislosti na protažení a složení směsi jistě najdou své čtenáře z výzkumných řad, stejně tak uživatele elastomerů v odborné obci a v praxi, kteří chtějí tyto materiály buď optimalizovat ve výrobě nebo posuzovat pomocí pokročilejších instrumentací jako je např. DIC. Na druhou stranu se domnívám, že i přesto, že disertační práce poskytla mnoho nových a cenných dat a nálezů, potenciál naměřených dat výsledků by se dal využít i více, např. analýzou deformačních polí ve vztahu k homogenitě směsi, pokročilejší statistikou pro porovnání materiálů mezi sebou, tvorbou hyperelastických materiálůvých modelů aj. (tento komentář nesnižuje kvalitu práce, je myšlen pouze jako pozitivní „postrčení“ do dalšího výzkumu doktorandky). V neposlední řadě vidím přínos této práce ve vědecko-pedagogickém aspektu pracoviště – tato disertace poskytla řadu výstupů a otevřela nové možnosti a otázky, na které lze navázat ve formování dalších výzkumných kapacit pracoviště, tj. nabízí příležitost pro studenty a studentky, kteří se chtějí zapojit do výzkumu.

e) Otázky do diskuze

Otázky do diskuze mám následující:

- 1) Na základě jakých kritérií byly vybrány receptury kaučukových směsí? Jedná se o tradiční nebo inovativní složení?
- 2) Jak si vysvětlujete horší rozlišitelnost metody DIC při měření, kterou zmiňujete na str. 41? Nebylo by, z hlediska velkých deformací, např. lepší použít markery pouze na jednotlivé bílé body aplikovaného paternu než použít marker, který zahrnuje bílých bodů více? Nezkoušela jste něco takového?
- 3) Myslíte, že by se dala deformační pole změřená pomocí DIC využít k nepřímé analýze problémů se směsí? Např. lokálně jiné hustoty polymerní sítě nebo lokální koncentrace plniva?
- 4) Lze na základě Vámi změřených dat odvodit nějaký materiálův hyperelastický model, který by šel následně využít v numerické analýze, např. metodou konečných prvků?
- 5) Jak lze v kontextu vyhodnocení jednotlivých směsí chápat Akaikeho informační kritérium? Lze na jeho základě porovnat jednotlivé směsi?

6) U dvouosého tahu závisí vypočtený objemový modul významně na Poissonově čísle, které je navíc proměnlivé v závislosti na míře deformace. Jaké hodnoty objemového modulu a Poissonova čísla byste v praxi pro tyto materiály doporučila používat?

f) Jednoznačné vyjádření stran udělení akademického titulu Ph.D.

Dle mého soudu Ing. Barbora Kotlánová splnila požadavky doktorského studia – tj. prošla „tréninkem“ pro samostatnou vědeckou práci, což dokládá nejen předloženou disertační prací, ale i svou účastí na výzkumných projektech, vědeckých konferencích a hlavně vědeckými publikacemi, na kterých se podílela. Na základě tohoto doporučuji, aby Ing. Barbora Kotlánová obdržela titul „Ph.D.“.

doc. Ing. Václav Sebera, Ph.D.

Ústav nauky o dřevě a dřevařských technologiích

Lesnická a dřevařská fakulta

Mendelova univerzita v Brně

V Brně dne 17. 09. 2025