Posudek oponenta diplomové práce

Autor práce: Dominik Kasl

Název práce: Modelování růstu a remodelace měkkých tkání s využitím teorie porézních prostředí

Studijní program: N3955 – Počítačové modelování v inženýrství

Splnění cílů: cíle práce splněny s výhradami

Odborný přínos: práce zpracovává výsledky z různých zdrojů

Odborná úroveň: vynikající

Grafická, jazyková a formální úroveň: velmi dobrá

Věcné chyby: vzhledem k rozsahu přiměřený počet

Hodnocení: Předložená diplomová práce se zabývá matematickým modelováním růstu a remodelace měkkých tkání. Autor při formulování matematického modelu vychází z aktuálních publikací a článků. V práci je shrnuta teorie porézních prostředí doplněná vztahy pro růst a remodelaci tkání. Pomocí aktualizované Lagrangeovy formulace je nelineární systém rovnic převeden do přírůstkového tvaru, prostorová diskretizace je realizována metodou konečných prvků a časové derivace jsou nahrazeny konečnými diferencemi. Součástí práce jsou i numerické výsledky pro testovací okrajovou úlohu.

Autor je schopen se zorientovat v poměrně složité problematice modelování růstu a remodelace a dokáže formulovat potřebné podmínky rovnováhy, konstitutivní vztahy a počáteční a okrajové podmínky pro zvolený matematický model. Autor též prokázal znalosti numerických metod vhodných pro řešení výsledného nelineárního systému, což dokazuje zejména v příloze „C“, ve které je podrobně popsána prostorová diskretizace systému rovnic pomocí metody konečných prvků.

Práce obsahuje velké množství rovnic a výrazů, ne vždy je však jasné, z čeho jednotlivé vztahy plynou nebo z jaké literatury autor čerpal. Některá odvození a uvedené předpoklady by si zasloužily více vysvětlujícího textu. Hlavní nedostatek této diplomové práce vidím v implementaci matematického modelu (použit byl systém *Matlab*) a jeho nedostatečném odlazení. Numerické výsledky prezentované v 5. kapitole, což jsou pouze dva obrázky zobrazující objemové zastoupení tuhé složky v dané struktuře, se jeví značně nevěrohodně. Pro takto složitý matematický model by bylo vhodné uvažovat některá zjednodušení, která umožní lepší verifikaci vytvořeného výpočtového programu.

Závěr: Předloženou práci **doporučuji** k obhajobě a navrhuji hodnocení **dobře**.

Dotazy:

- Na str. 4 dole uvádíte, že „Rovnice 2.5 poslouží v následujících kapitolách jako podmínka nestlačitelnosti“. Za jakých předpokladů toto platí?
- Z čeho plyne rovnice (3.12)? Píšete, že přenásobením rovnice (2.5) Lagrangeovým multiplikátorem λ. Souvislost mezi rovnicemi (2.5) a (3.12) není ale na první pohled zřejmá.
- Jaké jsou systémové proměnné, které zmiňujete na str. 15? Proč je většina členů v nerovnici (3.16) rovna nule?

Připomínky, poznámky:

- Str. 8: „zavedení nové skalární funkce n^α , viz 2.1.“ – v rovnici (2.1) se n^α neobjevuje
- Str. 9: definice parciální a materiálové hustoty jsou prohozené, chybí „=“; veličiny $\mathbf{x}$ a $\mathbf{X}$ nejsou vysvětleny
- Str. 10: „kde $(\cdot)$ značí parciální derivaci $(\cdot)$“; chybí operátor $Grad$ v rov. (2.16)
- Str. 11: chybí operátor $Grad$ v rov. (2.17)
- Str. 12: v rov. (2.26) je použit operátor divergence $\nabla\cdot$, ten je ale zaveden/přeznačen až na str. 14
- Str. 13: „Připomeňmě, že důvodu nestlačitelnosti platí“
- Str. 14: přeznačení operátorů je zde nevhodné! Proč není použito konzistentní značení v celé práci?
- Str. 14: nerovnice entropie (3.14) a (2.18) se liší: $\pm$ u členu $\frac{1}{2}\acute{\boldsymbol{x}}_\alpha\acute{\boldsymbol{x}}_\alpha$, $\boldsymbol{D}_\alpha$ a $\boldsymbol{L}_\alpha$
- Str. 17: není jasný vztah mezi S_F a $\mathbf{S}^{\mathbf{F}}$, viz vztahy (3.44) a (3.45)

V Plzni dne 22.8.2019

. . . .

Ing. Vladimír Lukeš, Ph.D.
katedra mechaniky FAV ZČU