

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Měření reologických vlastností kolagenní hmoty
Jméno autora:	Jan Štípek
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav procesní a zpracovatelské techniky
Oponent práce:	Rudolf Žitný
Pracoviště opONENTA práce:	ČVUT Fakulta strojní

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Vložte komentář.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání bylo možné splnit víceméně standardními postupy. Myslím si, že mimo rámec zadání byl velice hezky vyhodnocen swelling (nadouvání) vytlačovaného pásu kolagenu. Za velice pozitivní považuji implementaci Cogswellova modelu.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Vložte komentář.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Vložte komentář.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je dobře čitelná a s minimem překlepů. U některých obrázků není jasné, čeho se týkají (42,43). S výjimkou konvergentní/divergentní štěrbin nejsou uvedeny axiální profily tlaků. Nejsou uvedeny časové profily průtoků, které by umožňovaly korelovat rychlosti pístu s tlaky a pomohly zdůvodnit hypotézu, že příčinou velkých fluktuací tlaku jsou bubliny vzduchu (nebo jiné nehomogenity). Za závažnější nedostatek ale spíš považuji absenci popisu programu (MATLAB?) použitého pro vyhodnocení experimentálních dat (výpis programu mohl být v příloze).	

Výběr zdrojů, korektnost citací	B - velmi dobře
<i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.</i>	
Vytlačovací reometrii kolagenu (a speciálně řešení problému asymetrií v konvergentní/divergentní štěrbině) se ústav procesní a zpracovatelské techniky zabývá již více než 30 let. Historii vývoje těchto metod a souvisejícím problémům se ale tato diplomová práce nevěnuje (a to ani v rešeršní části). Nejsou ani zmíněny články týkající se modelů tixotropie kolagenu	

při toku v trubce (Fléglův efekt), které by mohly být poměrně snadno rozšířeny na popis asymetrie tlakových diferencí v konvergentním/divergentním kanálu.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Hned jak jsem práci obdržel, nalistoval jsem tabulky experimentálních tlaků p_1 až p_5 na pěti snímačích v konvergentní/divergentní štěrbině abych zjistil, zda se podařilo ulovit „bílou velrybu“. Hypotéza „bílé velryby“ předpokládala, že vyřešením tlakového axiálního profilu v dokonale symetrickém zúžení/rozšíření průřezu kanálu bude při creepovém toku eliminován vliv smykových napětí a rozdíly tlakových diferencí budou čistým indikátorem viskoelastivity nebo tixotropie. Většina stávajících metod (Cogswell, Binding) totiž dokáže vyčíslit jen součet příspěvků smykového a elongačního toku. Vlastně i swell není pouze věcí elasticity, např. Macosko uvádí, že i Newtonské kapaliny při nízkých hodnotách Re projevují 13% rozšíření. Rychle jsem tedy přepočítával rozdíly p_1-p_3 a p_3-p_5 a opravdu nebyly stejné, v konvergentní štěrbině byly menší než v divergentní (cca 10 %). To by kvalitativně souhlasilo s výsledky, získanými experimentálně před mnoha lety na mezikruhové konvergentní-divergentní štěrbině (dvoukuželový trn, DP) a dále s výsledky drasticky zjednodušené numerické analýzy (pro model viskoelastivity Metzner White).

Mé počáteční nadšení z toho, že se panu Štípkovi podařilo zabodnout další harpunu do hřbetu bílé velryby, však záhy vyprchalo. Mohly za to bubliny vzduchu, vyvolávající divoké pulzace tlaku a bubliny pravděpodobně eliminují i možnost stanovení prvního rozdílu normálových napětí metodou „exit pressure“. Analýza vlivu bublin byla v dřívějších letech omezena jen na popis toku v zásobníku reometru (izotermní i adiabatická expanze bublin) a hmotnostní podíl bublin byl v programu automaticky vyhodnocován z relaxace tlaků po zastavení pístu (není mi jasné, proč se tento parametr v práci neuvádí). Cílem další práce by asi měl být i matematický popis toho, co se děje s bublinami vzduchu uvnitř kapiláry (popis dvoufázového toku, bude nutná rozšířená rešerše). A především bude třeba navrhnout nějaký způsob jak ze zásobníku vzduch odčerpát (např. vakuová pumpa připojená na tlakový odběr 6) nebo alespoň nalézt nějakou korekci, která by instrumentální artefakt expanze bublin v kanálu potlačila (i když jsem trochu skeptický, vliv bublin je zřejmě příliš silný).

Relaxace tlaku po zastavení pohybu vytlačovacího pístu je velmi pomalá (zdá se mi pomalejší než v předchozích letech?) a z některých grafů se dokonce zdá, že se relaxace prakticky zastavila. Nemám vysvětlení. Kdyby to ukazoval jen jeden snímač, mohla by být vysvětlením mez toku τ_y . Z uváděných dat „zamrzlé“ relaxace tlaků u všech snímačů by však mez toku musela být závislá na koncentraci vzduchových bublin. Ale třeba je to jen náhoda, a když bude výrazně prodloužen čas sledování relaxace, efekt „zamrzlých“ tlaků zmizí. V každém případě si však tento jev zaslouží pozornosti a možná by ho bylo možné dát do souvislosti s čistě elastickým chováním kolagenu.

Použití Fluentu a mocninového modelu nestlačitelné, časově nezávislé a neelastické kapaliny pochopitelně nemůže sloužit pro studium viskoelastivity, ale přesto má svůj význam. Především jako reference pro zjednodušené modely tlakových ztrát, ale také pro posouzení vlivu setrvačných sil. Vlastně všechny uváděné reologické modely (Cogswell, Metzner White) předpokládají plouživý tok ($Re \ll 1$), zatím v provedených simulacích Fluent je uváděno Re cca 30. To už by se asi mohlo projevit na asymetrii proudnic i asymetrii tlakových diferencí v konvergentní/divergentní sekci (z uvedených obrázků se to ale poznat nedá). Fluent je asi těžko možné přizpůsobit diferenciálním viskoelastickým modelům, ale asi by se dala napsat modifikace pro jednodušší tixotropní modely (konstrukce nových UDF by ale byla dost náročná). Co by však bylo možné zkusit je právě modelování pohybu a expanze/komprese bublin modely VOF (Volume of fluid) nebo Euler.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Mé pozitivní hodnocení asi nejvíc ovlivnila analýza a implementace Cogswellova modelu toku v konvergentním kanálu a dále hezké vyhodnocení i interpretace swell efektu.



POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Otázka k obhajobě

V Cogswellově článku z roku 1972 vlastně chybí obrázek, který by objasnil to, jak Cogswell odvozuje vztahy pro rychlost elongace vlákna při toku v kuželovém kanálu (Appendix II). Tento obrázek by byl asi nejjednodušší interpretací významu veličin a , da , h , dh , r , θ , ϕ . Mohl byste ten obrázek naskicovat?

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

Datum: 16.6.2019

Podpis: