

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího
 bakalářské práce
- posudek oponenta
 diplomové práce

Autor/ka: Lenka Košárková

Název práce: Jednoduchá oscilační proudění tekutin s obecnými hraničními podmínkami

Studijní program a obor: Matematické modelování

Rok odevzdání: 2022

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Mgr. Vít Průša, PhD.

Pracoviště: Matematický ústav Univerzity Karlovy

Kontaktní e-mail: prusv@karlin.mff.cuni.cz

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/opponenta:

Práce se zabývá analytickým řešením problému proudění ve válcové trubici, přičemž proudění je buzeno periodickým tlakovým gradientem. Na rozdíl od standardní okrajové podmínky *no-slip* je však v práci zkoumána Navierova okrajová podmínka. Navierova okrajová podmínka je jednou z celé řady „exotických“ okrajových podmínek, viz kupříkladu Rao, I. J., and K. R. Rajagopal: *The effect of the slip boundary condition on the flow of fluids in a channel*, Acta Mechanica 135, no. 3 (1999): 113-126 nebo Hatzikiriakos, Savvas G.: *Wall slip of molten polymers*, Progress in Polymer Science 37, no. 4 (2012): 624-643. Výhodou této okrajové podmínky je její linearita, což

spolu s předpoklady na strukturu řešení příslušných parciálních diferenciálních rovnic ve výsledku vede k tomu, že celá úloha se redukuje na řešení soustavy lineárních rovnic.

Soustava lineárních rovnic je vyřešena s použitím speciálních funkcí – Besselovy funkce a Kelvinovy funkce – což v případě standardních podmínek vede k analytickému řešení dostupnému v literatuře, viz například Womersley, John R.: *Method for the calculation of velocity, rate of flow and viscous drag in arteries when the pressure gradient is known*, The Journal of Physiology 127, no. 3 (1955): 553–563, nebo San, Omer, and Anne E. Staples: *Dynamics of pulsatile flows through elastic microtubes*, International Journal of Applied Mechanics 4, no. 01 (2012): 1250006 pro případ Navierových okrajových podmínek. Odvození je provedeno pečlivě a text je dobře čitelný. Analytická řešení jsou vykreslena a je správně zdůrazněno, že pro oscilující proudění lze pozorovat takzvaný *backflow* efekt, kdy tekutina v jistých časových intervalech proudí v různých částech průřezu trubice různými směry. V závěru práce jsou pak uvedeny hodnoty Womersleyho čísla, které jsou typické pro proudění krve v různých tepnách.

Autorka při řešení práce prokázala schopnost samostatně zpracovat dané téma a využila techniky, které nejsou běžně vyučovány v bakalářském studiu – detailní vlastnosti Besselových a Kelvinových funkcí. Bakalářskou práci doporučuji k obhajobě.

Oceňuji, že práce byla napsána v anglickém jazyce.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. Kelvinovy funkce jsou poměrně komplikované matematické funkce. Jakých nástrojů bylo použito při jejich výpočetním zpracování? (Vyčíslení Kelvinových funkcí pro účely vykreslení rychlostních profilů a podobně.)
2. Kromě Navierovy okrajové podmínky existuje celá řada dalších „exotických“ okrajových podmínek, z nichž mnohé jsou nelineární. Bylo by možné najít analytická/semi-analytická/numerická řešení i pro některé z takovýchto okrajových podmínek?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako ~~diplomovou~~/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta:

Praha, 8. června 2022