

## Posudek

vedoucího oponenta  
diplomové bakalářské práce

Autor/Autorka: Tobiáš Krupa

Název práce: SPn approximation to the radiative heat transport equation

Jméno vedoucího: RNDr. Ondřej Souček, Ph.D.

Matematická respektive odborná úroveň:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Výsledky:

originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Použité metody:

nestandardní standardní obojí

Věcné chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu a pojednávanému tématu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Tiskové chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu a pojednávanému tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Práci doporučuji uznat jako bakalářskou.

Shrnutí, hodnocení a připomínky:

Bakalářská práce Tobiáše Krupy je zaměřena na nalezení efektivního řešení počáteční a okrajové úlohy pro tepelnou rovnici, do které jsou zahrnuty radiační procesy ve dvou polopropustných navzájem nemísitelných prostředích, přičemž obě prostředí mají výrazně odlišné vlastnosti, speciálně index lomu. Téma je motivováno úlohou určit rozdělení teploty při výrobě plochého skla, což vyžaduje optimální kontrolu rovnoměrného chladnutí roztaveného (teplota kolem 1500 stupňů Celsia), radiačně polopropustného skla plovoucího v cínové, radiačně nepropustné, lázni a se shora obklopeno radiačně polopropustným dusíkem bránícím oxidaci.

Práce je rozdělena do tří hlavních částí. V první kapitole je odvozen systém dvou evolučních parciálních diferenciálních rovnic pro teplotu a intenzitu radiace včetně okrajových podmínek, kde se již vychází z předpokladu, že časová derivace intenzity radiace je extrémně malá, a je zanedbána. Zatímco teplota je funkcí času a prostorové proměnné,

intenzita radiace je navíc funkcí směru a frekvence. Výsledné navzájem propojené integro-diferenciální rovnice i nestandardní okrajové podmínky jsou komplikované a k efektivnímu řešení je třeba nalézt jejich zjednodušení. To je cílem druhé části, kde se Tobiáš Krupovi podařilo odvodit SP1 a SP2 aproximace úlohy včetně okrajových podmínek a podmínek na rozhraní mezi dvěma odlišnými polopropustnými prostředími. Výsledky ohledně okrajových podmínek obsahují nový příspěvek ve srovnání s dostupnou literaturou, identifikace podmínek na rozhraní dvou prostředí je zcela původní; panu Krupovi se zde podařilo nalézt cestu k vyřešení důležitého problému. Navíc ve třetí kapitole SP1 aproximaci řešil numericky pomocí softwaru *Mathematica*, a úspěšně porovnal své výsledky s výsledky dostupnými v literatuře pro 1D úlohy. Navíc koncepčně otestoval také řešitelnost úlohy s dvěma prostředími a novými podmínkami na rozhraní ve dvou dimenzích. Také předložil formulaci úplné (tedy i se zahrnutím podmínek na rozhraní) úlohy pro SP2 aproximaci. Odvození těchto rovnic práce neobsahuje, neboť i tak je její rozsah nadstandardní a záběr široký.

Práce se mi relativně dobře četla, místy by mi pomohl, alespoň pro první čtení, obrázek a více odkazů na formulovaná tvrzení či převzaté výsledky. Po odborné stránce jsou dosažené výsledky mimořádné, a tvoří základ k významné publikaci. Po stylistické stránce lze nalézt výhrady k formální úrovni textu (např. tečky na konci textu před navazujícími odsazenými formulami, nebo naopak chybějící interpunkce na konci odsazených matematických vzorců). Anglický text obsahuje slova, která se nepoužívají (např. *solid parameter* místo *fixed parameter*, *mediums* místo *media*, *attachment* místo *appendix*, *For starters* místo *To begin*, aj.). Také text obsahuje ne příliš vhodné emočně zabarvené výroky (*here we hugely appreciate ...* namísto *Here we greatly appreciate ...* nebo věty typu *Here we stop and think about our results.*). Je patrné, že autor měl spoutu dalšího nového materiálu, který by mohl do práce přidat – viz SP2 aproximace - a musel tedy řešit obtížnou situaci, kdy přestat s bádáním a práci uzavřít a celistvě dopsat. Ve vyčištění textu je určitě prostor k zlepšení. Práce například obsahuje řetězec vztahů bez slovních komentářů, kdy výpočet postupuje od řádku k řádku. Text je srozumitelný, ale v tomto a podobných bodech pojatý způsobem, který není běžný v odborných textech.

Tyto výhrady se netýkají věcné stránky textu, ta je originální a skvělá. Níže připojuji několik otázek a jeden podnět k celkovému přístupu, který na rozdíl od otázek není třeba komentovat u obhajoby. Práci doporučuji bez nejmenších pochybností k obhajobě a navrhuji ji hodnotit známkou výborně.

Místo, datum, podpis oponenta:

V Praze, dne 20. 6. 2023

Josef Málek

Otázky:

(1) V úvodu první kapitoly zmiňujete, že tepelná vodivost bude konstantní. Z pohledu aplikací to je silné omezení, které však dle mého mínění není pro vaši práci zásadní. Kde ve Vaší analýze hraje předpoklad konstantní tepelné vodivosti důležitou roli?

(2) Na straně 9 mluvíte o “isometric” aproximaci rozptylu. Není správný termín „isotropic“?

(3) Kdybyste provedl převod do bezrozměrných veličin pro rovnici bez zanedbané časové derivace intenzity radiace, jaký koeficient by u časové derivace intenzity radiace vyšel?

(4) V rovnici (1.17) zanedbáváte časovou derivaci tlaku bez vysvětlení. Prosím o komentář. Mimochodem, rovnice (1.16) je rovnice pro stlačitelnou a nikoliv, jak uvádíte, pro nestlačitelnou tekutinu.

(5) Může být zvolený koncový čas v numerických simulacích chápán jako dobrá aproximace stacionárního řešení, nebo se výsledky pro další časy dramaticky mění?

Podnět k celkovému přístupu: Čtením celé práce, kdy se epsilonový rozvoj dělá tam a pak zase nazpátky, kde je mnoho zajímavých nápadů a kroků jako pracovat se směry Omega, a také pod vlivem jednoho Vašeho pozorování, který konstatuje, že i pro  $\epsilon = 1$  je výsledek nečekaně dobrý, se mi jeví možné, že se lze vyhnout metodě asymptotických rozvoje a pracovat s rovnicemi pro teplotu a pro celkovou intenzitu radiace  $\phi$  a diskrétními frekvenčními pásmy přímo.