

Posudek habilitační práce RNDr. Petra Salače, Csc. „Optimální návrh chlazení razníku při lisování skleněných výrobků na karuselovém lisu“

Předložená habilitační práce RNDr. Petra Salače, Csc. „Optimální návrh chlazení razníku při lisování skleněných výrobků na karuselovém lisu“ se zabývá použitím matematických modelů a numerických simulací pro optimalizaci chlazení razníku při lisování skleněných výrobků. Práce je vhodně členěna do pěti kapitol, závěru a dodatků. V první kapitole autor představuje praktický technický problém, který je základní motivací předložené práce. Zde popisuje princip chlazení razníku i problematiku optimalizace. Druhá kapitola pak obsahuje matematickou formulaci stavových úloh, tedy jednak popis proudění chladicího média (vody) a dále úlohu vedení tepla v oblasti složené z několika podoblastí, tj. razníku, proudící tekutiny, skloviny a formy. V případě proudění vody je uvažováno potenciální proudění a v práci je matematicky precizně popsána slabá formulace úlohy a dokázána existence a jednoznačnost řešení. Podobným způsobem je podrobně odvozena úloha vedení tepla s uvážením různých okrajových podmínek na hranicích jednotlivých podoblastí. Úlohy jsou formulovány obecně ve 3D a dále metodou dimenzionální redukce zjednodušeny na 2D případ. Třetí kapitola pak obsahuje formulace optimalizačních úloh pro optimalizaci tvaru chladicí dutiny razníku, optimalizaci vnějšího tvaru proudového tělesa a optimalizaci izolační bariéry. Ve všech případech jsou nejprve formulovány stavové úlohy při omezení množiny přípustných funkcí a následně vyslovena a dokázána věta o existenci alespoň jednoho řešení. V této sekci je dále matematicky formulována úloha pro identifikaci koeficientů přestupu na rozhraní jednotlivých podoblastí včetně formulace obdobných vět, jako v případě optimalizačních úloh. Dále je formulována úloha identifikace tepelného zdroje. V sekci 3.6. se pak autor zabývá „citlivostní analýzou“. Kapitola čtvrtá pak popisuje numerickou aproximaci použitím metody konečných prvků a volně dostupného nástroje (software FreeFEM++) pro její realizaci. V kapitole 5 je pak prezentováno experimentální ověření numerických výsledků a jejich zhodnocení. Celková práce reprezentuje vysoce ucelený přístup k řešení technické úlohy: obsahuje její popis, matematický i numerický model, a také experimentální ověření. Vše je zdůrazněno i tím, že prezentované technické řešení je evidované jako užitečný vzor, ale také byl udělen patent.

Celá práce je psána v českém jazyce, po jazykové i stylistické stránce na vynikající úrovni. Práce je také matematicky velmi dobře formulována a vcelku jasně prezentována. Je vhodně členěna a zpracována velmi pěkně také po grafické úrovni. Z obsahu literatury je zřejmé, že autor publikoval o řešené problematice celou řadu článků většinou ve sbornících, ale také zde je uvedeno několik článků v mezinárodních časopisech. V práci samotné trochu postrádám přehledovou část ať už o podobné tématice, postupech, metodách nebo přímo o tématu – to je ostatně znatelné i z přehledu literatury, jejíž převážná část je tvořena publikacema autora. Na druhou stranu to je zřejmě pochopitelný důsledek specifičnosti a originality řešeného tématu.

V práci jsem našel jen minimum jazykových nepřesností nebo opomenutí. Z matematického hlediska mám k práci některé výtky:

Str. 15, autor o funkci f_1 předpokládá pouze, že jde o funkci rostoucí (podle mne ale chybí předpoklad o spojitosti této funkce, případně o její Lipschitzovské spojitosti – tento neuvedený ale implicitní předpoklad je pak nejspíše dále užit u vlastností prostorů). Na stejné straně pak autor o funkci f_2 předpokládá, že jde o funkci pouze Lipschitzovsky spojitou a přitom předpokládá omezenost její derivace – zde není jasné, jak je tento předpoklad míněn.

Str. 20 – zápis skalárního součinu v matematice neuvádíme symbol tečky, ale symbol v LaTeXu označovaný jako $\cdot$, tedy tečky umístěné uprostřed řádku, zde je symbol skalárního součinu užit i nevhodně např. pro člen $p \operatorname{div} u$.

Str. 22 – v rovnici (2.39) je užít nevhodný zápis vysvětlený zřejmě až za rovnicí (2.40), tento zápis je ale v kombinaci s označením (2.38) nesprávný! Obdobně zápis (2.46) v kontextu (2.38) je matoucí! Str. 43, řádek 1-2, autor jeden krok v důkazu zdůvodňuje tím, že jde o integraci omezených funkcí. Toto odůvodnění je dle mého soudu nesprávné, ale platnost tvrzení neovlivní. Str. 43, v rovnici (3.28) je užít symbol meas (míra), ale pro 2D úlohu zřejmě nejde o obsah díky váhové funkci (r). Str. 44, poslední tři řádky – zdůvodnění slabé polospojivosti zdola je vágní. Str. 56, první dva řádky – definice prostoru matoucích, vzhledem k (3.65-3.66) nejsou hodnoty na rozhraních dobře definovány, byť je zřejmé, jak je zamýšleno. Věta 3.3.1 uvedena bez důkazu.

Na druhou stranu hlavní podstatu předložené práce nevidím v matematické preciznosti její formální prezentace, ani v matematických důkazech, ale v celkovém přístupu ke konstruktivnímu řešení zvoleného problému. Souhrnně konstatuji, že předložená práce je na vynikající úrovni a jednoznačně dokládá vynikající vědeckou úroveň autora RNDr. Petra Salače, Csc.

Dotazy k obhajobě habilitační práce:

1. Autor pracuje s termínem váhové Sobolevovy prostory bez toho, aby specifikoval, jaké tyto prostory mají vlastnosti. Lze upřesnit jaké vlastnosti tyto prostory mají a v jakém smyslu je používán termín stopa? Věty 2.2.1 a 3.3.1 jsou uvedeny bez důkazu.
2. Str. 69, fyzikální vlastnosti skloviny závisí(mohou záviset) na teplotě, proč tato závislost nebyla uvažována? Ovlivnilo by to výsledek?
3. Na straně 16 je uvedena poměrně zásadní „Poznámka o špičce“, která umožňuje zjednodušit následnou analýzu problému. Z vyobrazených návrhů se zdá, že tato poznámka je podstatná u všech řešení (očekáváme hladké řešení, ne špičku). Byla řešení získaná optimalizací ta se špičkou nebo s nekonečnou derivací?

Závěr: Předložená práce je vysoce kvalitní, obsahuje jak matematický model, numerické řešení tak i experimentální ověření velmi zajímavého technického problému. Habilitační práce jednoznačně splňuje požadavky standardně kladené na habilitační práce. Na základě posouzení habilitační práce navrhuji, aby tato práce byla přijata k obhajobě a aby po jejím úspěšném průběhu byl RNDr. Petr Salač, Csc. jmenován docentem.

.....
doc. RNDr. Petr Sváček, PhD.