

Oponentský posudek na disertační práci RNDr. Jana Stebela

„Tvarová optimalizace pro Navierovy-Stokesovy rovnice s viskozitou“

pro získání titulu PhD

Obsah práce

Předložená disertační práce se zabývá teoretickou analýzou a numerickým řešením problému optimalizace tvaru vstupní komory stroje na výrobu papíru. Cílem je navrhnout tvar, který zajišťuje daný průběh rychlosti směsi na výstupu. Jedná se o úlohu optimálního řízení, v níž stavovou rovnicí je Navierův-Stokesův problém s nestandardními okrajovými podmínkami. Vzhledem k tomu, že skutečné proudění je turbulentní, je použit model turbulence, kdy ke koeficientu dynamické vazkosti je přidána turbulentní vazkost závisící na tenzoru rychlosti deformace. Tím je do problému vnesena další nelinearita a navíc degenerace koeficientu v blízkosti hranice oblasti.

V úvodu je stručně formulován problém popisující proudění. Jeho teoretickou analýzou se zabývá část práce I. Je v ní dokázána existence slabého řešení problému. Je to spojeno s nutností překonat řadu překážek spočívajících v nutnosti uvažovat řešení v nestandardních prostorech funkcí s vahou a dokázat jejich některé vlastnosti. V důkazu existence řešení je použita metoda regularizace rovnice kontinuity. Pro tento regularizovaný problém je dokázána existence slabého řešení pomocí Galerkinovy metody a poté je proveden limitní přechod pro regularizační parametr konvergující k nule. Dále zde analyzována jednoznačnost řešení. V druhé kapitole I. Části je formulován samotný problém tvarové optimalizace a je zde dokázána existence optimálního tvaru.

Druhá část práce II se zabývá numerickou analýzou problému. Stavový problém je diskretizován metodou konečných prvků, je dokázána existence a jednoznačnost přibližného řešení a konvergence k přesnému řešení. Další kapitoly druhé části disertace se věnují aproximaci optimalizačního problému. Je uvedena formulace diskrétního problému, dokázána existence jeho řešení a konvergence přibližného řešení k řešení spojitého problému. V závěrečné kapitole je popsána numerická

realizace problému a jsou prezentovány výsledky výpočtů, které mají praktický význam.


Hodnocení práce

Téma práce je vysoce aktuální, zajímavé, ale současně velmi obtížné. Jedná se o komplikovaný problém důležitý pro technickou praxi. Práce má mimořádně vysokou úroveň. Je napsána velmi dobrou angličtinou a má velmi pěknou úpravu. Výklad je jasný a srozumitelný. Práce obsahuje nové a cenné výsledky, které jsou získány díky precizní analýze vyžadující zvládnutí řady značně technických postupů. Autor prokázal, že má znalosti v teorii parciálních diferenciálních rovnic, v teorii metody konečných prvků a optimálního řízení a ve funkcionální analýze. Vedle vysoce technických teoretických výsledků doplnil výklad i zajímavými numerickými výsledky. Práce má význam pro další rozvoj vědního oboru a současně má přímé aplikace v praxi. Autor prokázal, že má předpoklady samostatné tvořivé vědecké práce.

K práci nemám žádné připomínky. Pouze bych požádal autora, aby vyjasnil otázku splnění diskrétní inf-sup podmínky.

Na základě výsledků práce a jejího zpracování doporučuji, aby byla předložena práce uznána za disertační práci a aby po její úspěšné obhajobě byl RNDr. Janu Stebelovi udělen titul Ph.D.

V Praze 9. 10. 2007



Prof. RNDr. Miloslav Feistauer, DrSc., Drh.c.
Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta
Sokolovská 83
186 75 Praha 8