

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Numerická simulace transsonického proudění v dýze
Jméno autora:	Josef Štěřovský
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav technické matematiky
Oponent práce:	Ing. Vladimír Prokop, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Ústav technické matematiky, FS ČVUT

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání hodnotím jako náročnější vzhledem k požadavku na přítomnost rázové vlny v divergentní části dýzy.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posudte, 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>	
Všechny body zadání byly splněny. Práce je oproti zadání rozšířena o analytický výpočet proudění v dýze, posouzení platnosti předpokladu ideálního plynu pro uvažované proudění a testování vlivu umělé vazkosti schématu na řešení.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Celkový zvolený postup řešení považuji za správný, použití analytického řešení pro srovnání považuji za vynikající část postupu, v numerické části by bylo zajímavé srovnání s jiným numerickým schématem – vzhledem k posuzování vlivu umělé vazkosti.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Hodnocená práce je na výborné odborné úrovni. Autor použil znalosti a podklady získané při studiu především numerické matematiky a termodynamiky tekutin, dále pak studiem odborné literatury, odborných zpráv a případně online zdrojů v českém i anglickém jazyce. Dále pak prokázal své znalosti programování v jazyku C a programu gnuplot.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je napsána srozumitelně a velmi čtivě, odborné výrazy a termíny používá autor správně a vhodně až na pro mě nejasné použití slov „intenzitní“ a „extenzitní“. Na bakalářskou práci je práce spíše rozsáhlejší, zahrnující jak teoretickou tak praktickou část. Typografická úroveň práce je také vynikající, ať už se to týká vlastního textu, matematických vzorců, ilustračních obrázků nebo prezentovaných grafů. Nešťastné mi přijde oddělení interpretace výsledků v 5. kapitole od jejich grafického zobrazení v přílohách.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
<i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od</i>	

vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Autor používá ve své práci hlavně základních knih, skript nebo online pramenů týkajících se dané problematiky, v anglickém i českém jazyce. Rozsah a výběr zdrojů je vhodný a naprosto dostačující pro hodnocenou práci. Uvedené zdroje jsou korektně citovány, v některých pasážích bych uvítal i vyšší intenzitu citací (např., str.28 – metoda ustalování).

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.

Autor vytvořil vlastní program v jazyku C a integroval do něj grafický výstup v gnuplotu pro srovnání analytického a numerického řešení kvazi-1D proudění v dýze a to včetně konzolového uživatelského rozhraní.

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.

Autor ve své práci popsal základní vlastnosti plynů z hlediska jejich termodynamických vlastností potřebných k provedení výpočtu proudění v Lavalově dýze, včetně toho, že se zabýval úvahami o vhodnosti užití modelu ideálního plynu. Dále popsal a částečně i odvodil rovnice pro kvazi-1D proudění v dýze. V další kapitole se pak autor zabývá popisem základních vlastností numerických metod užitých v práci. Následně jsme seznámeni s vlastnostmi Lavalovy dýzy a s postupem analytického a numerického řešení stacionárního proudění v této dýze včetně uvedení počátečních a okrajových podmínek řešeného problému. Poměrně rozsáhlá část práce je věnována zobrazení a komentáři dosažených výsledků. Autor se zde zabývá vlivem umělé vazkosti na konvergenci a přesnost řešení, dále studuje závislost výpočtu na poloze a síle rázové vlny, kterou nastavuje volbou výstupního tlaku a nakonec posuzuje závislost polohy rázové vlny a nárůst entropie na rázové vlně na složení plynu ve směsi vodíku a methanu. Celkově práce ukazuje, že autor velmi dobře porozuměl studované problematice, dokázal prakticky realizovat numerický výpočet i analytickou část výpočtu, kde bylo zapotřebí užít Newtonovy metody pro nelineární rovnici. Na základě získaných výsledků je pak schopen srozumitelně formulovat závěry a analyzovat získaná data.

Otázky: 1) Vysvětlete prosím proč byste v případě nepřítomnosti rázové vlny v dýze použil extrapolaci a v případě přítomnosti rázové vlny přímo zadanou hodnotu statického tlaku p v okrajové podmínce na výstupu?

2) Jak byka vybrána modelová dýza?

3) Z Vašich výsledků v části 5.1 vyvozujete, že silná difuze ve schématu negarantuje stabilitu výpočtu – jak to myslíte?

4) Dají se nějak obecně formulovat podmínky, za kterých vznikne v Lavalově dýze rázová vlna?

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

Datum: 24.08.2022

Podpis: