

Posudek diplomové práce Bc. Patrika Kováře

Jednorozměrný model průtoku radiálním kompresorem s uvažováním vlivu ztrát

Diplomová práce je zaměřena na numerické řešení proudění v radiálních kompresorech pomocí zjednodušené jednorozměrné metody s důrazem na krátký výpočetní čas. Taková metoda je pak vhodným nástrojem pro optimalizaci inženýrských návrhových výpočtů.

Práce se skládá z úvodu, pěti hlavních kapitol a závěru. Po úvodu jsou v první kapitole odvozeny zákony zachování hmotnosti, hybnosti a energie, přičemž po zanedbání vazkých efektů jsou odvozeny Eulerovy rovnice, které tvoří výchozí soustavu rovnic. Na závěr kapitoly je popsán model ideálního plynu, který umožňuje uzavřít soustavu Eulerových rovnic. Druhá kapitola se zabývá popisem funkce a jednotlivých částí radiálního kompresoru. Třetí kapitola je věnována modelování geometrie kompresoru pomocí Bézierových křivek a dále popisu matematického modelu, který vychází ze soustavy Eulerových rovnic, která je přepsána do relativního souřadnicového systému a poté transformována do cylindrických souřadnic. Součástí třetí kapitoly je dále popis kvazi-1D Eulerových rovnic v křivočarých souřadnicích se zdrojovými členy, které modelují změny geometrie, silové účinky lopatek na proudové pole a ztráty. Ztráty jsou charakterizovány pomocí součinitele tlakové ztráty, pro který je navržena obyčejná diferenciální rovnice, která je poté součástí matematického modelu. Ve čtvrté kapitole je popsáno numerické řešení Eulerových rovnic pomocí metody konečných objemů. Nevazké toky jsou aproximovány pomocí schémat HLL, resp. HLLC s po částech lineární rekonstrukcí s minmod limiterem. Pro časovou diskretizaci je zvolena explicitní dvoukroková TVD Runge-Kuttova metoda. Pro obyčejnou diferenciální rovnici součinitele tlakové ztráty je použita čtyř-kroková Runge-Kuttova metoda čtvrtého řádu. V páté kapitole autor prezentuje výsledky získané numerickým řešením výše popsaného jednorozměrného modelu. Nejdříve je ověřena správnost implementace metody na dvou testovacích případech (konvergentně-divergentní tryska, kanál se změnou směru proudění) a poté je řešena reálná geometrie radiálního kompresoru Eckard typ O. Závěr obsahuje shrnutí celé práce včetně zhodnocení dosažených výsledků.

Otázky a připomínky:

- Rovnice (3.116) je obyčejná diferenciální rovnice, neměla by v ní tedy být parciální derivace.
- Kapitola 5.1.1 by se měla nazývat Transsonický režim.
- Jaký vliv má hodnota relaxačního koeficientu v rovnici (3.116) na řešení? Jakým způsobem byla zvolena hodnota $\epsilon = 0.001$?
- Jaké kritérium bylo používáno pro zastavení numerických simulací? Byla provedena kontrola dosažení stacionárního stavu? Mohl by autor u obhajoby doplnit průběhy reziduí?

Práce je napsána přehledně a srozumitelně. Jednotlivé kapitoly na sebe logicky navazují. Úvodní kapitoly, které popisují matematický model jsou zpracovány velmi precizně a dokazují, že autor se v problematice výborně orientuje. Vyvinutá jedno-rozměrná metoda poměrně dobře aproximuje plně trojrozměrnou simulaci a jeví se jako efektivní nástroj pro návrhové výpočty radiálních kompresorů. Cíle práce byly zcela splněny, a proto ji navrhuji hodnotit známkou A (výborně).

V Praze dne 15. 6. 2021

Ing. Jiří Holman, Ph.D.