

Posudek bakalářské práce Radka Davida Numerické řešení proudění kanálem s náhlým rozšířením

Práce se zabývá matematickým modelováním jednorozměrného stlačitelného neviskózního proudění ideální tekutiny v dýzách a kanálech s náhlým rozšířením. Tento model je vhodný pro zjednodušené modelování proudění v mezilopatkových kanálech turbinových strojů za účelem realizace návrhových výpočtů těchto strojů. Numerické řešení je provedeno metodou konečných objemů za použití HLL nebo HLLC schématu.

Práce je strukturována do čtyř částí popisujících nejprve odvození matematického modelu proudění stlačitelné neviskózní tekutiny, dále pak teorii zákonů zachování, numerického řešení a v poslední části jsou uvedeny dosažené numerické výsledky. Autor za tímto účelem vyvinul vlastní software v programovacím jazyku C++.

Autor realizoval numerické výpočty v kanále s náhlým rozšířením pomocí tzv. 1D+ modelu, který umožňuje oproti kvazi-1D modelu odvozenému pro spojitě se měnící průřez kanálu uvažovat i průřez měnící se nespojitě.

Ve výsledkové části je nejprve uvažováno proudění vzduchu v dýze bez náhlého rozšíření, kde jsou použity jako matematický model kvazi-1D rovnice a pro numerické řešení HLL schéma. Další výpočtový případ testuje 1D+ model na Riemannově problému v kanálu s nespojitým průřezem při použití HLLC schématu. Následně autor otestovaný model 1D+ spolu s HLLC schématem používá pro výpočty na modelu odtokové části mezilopatkového kanálu rotorové lopatky SE1050 a to ve třech variantách: rovný kanál s náhlým rozšířením, kanál se sklonem a kanál s náhlým rozšířením a sklonem. V kanálech se sklonem je použit rozšířený 1D+ model, který zahrnuje rovnici zachování hybnosti ve směru y a navíc je vzhledem k nesymetričnosti aplikována korekce otáčení vypočteného vektoru rychlosti do osy kanálu. Všechny uvedené případy jsou řešeny v transsonickém i subsonickém režimu.

V předložené práci bylo dosaženo vytyčených cílů. Autor v úvodních kapitolách své práce prokázal, že se seznámil se základními rovnicemi popisujícími proudění tekutin. Připravil si potřebný aparát pro pozdější odvození zákonů zachování a matematického modelu stlačitelné neviskózní tekutiny. Autorův postup je pečlivý, precizní a logicky návazný za použití rozsáhlého katalogu literatury. Velmi kladně hodnotím tvorbu vlastního programu v C++ a implementaci různých modelů 1D/2D proudění spolu se dvěma typy schématu pro řešení Riemannova problému na rozhraní výpočtových buněk. Dále oceňuji aplikaci na praktický případ proudění v reálné geometrii mezilopatkového kanálu. Práce má velmi dobrou odbornou, textovou a vynikající grafickou úroveň. Práci hodnotím stupněm A.

Doplňující dotazy:

- Jaká byla doba trvání výpočtu a bylo by možné uvést příklad konvergence některého z výpočtů?
- Odpovídají dosažené výsledky v jednotlivých případech očekávání dle typu a režimu proudění?

V Praze dne 25.08.2017

Ing. Vladimír Prokop, Ph.D.