

Posudek diplomové práce Bc. Pavla Mačáka

Tvarová optimalizace lopatkové mříže sdruženou metodou

Autor se v diplomové práci zabývá tvarovou optimalizací profilu lopatky kompresorové mříže pomocí sdružené metody.

Práce se skládá z pěti kapitol včetně úvodu a závěru. Po úvodu jsou ve druhé kapitole odvozeny základní zákony zachování, ze kterých je poté formulována soustava Navierových-Stokesových rovnic pro nestlačitelnou tekutinu. Dále je zde popsáno její numerické řešení pomocí metody konečných objemů, které je založeno na algoritmu SIMPLE. Závěr druhé kapitoly je pak věnován modelování turbulence pomocí středování soustavy Navierových-Stokesových rovnic a uzavření pomocí Spalartova-Allmarasova modelu, resp. Menterova SST modelu turbulence. Ve třetí kapitole je nejprve popsán obecný problém optimalizace a následně metoda sdružené optimalizace. Pomocí metody sdružené optimalizace je formulována obecná cílová funkce a dále jsou odvozeny sdružené Navierovy-Stokesovy rovnice pro proudění nestlačitelné tekutiny. Na konci kapitoly je stručný popis parametrizace výpočetní oblasti pomocí objemové B-spline parametrizace a celý optimalizační cyklus. Čtvrtá kapitola je věnována tvarové optimalizaci konkrétního lopatkového profilu pomocí metodiky popsané v předchozích kapitolách. Je zde popsána výpočetní oblast včetně okrajových podmínek, použitá výpočetní síť a dvě formulace cílové funkce pomocí přímého (optimalizace výstupní složky rychlosti) a nepřímého (optimalizace síly působící na lopatku) přístupu. Dále zde autor prezentuje získané výsledky optimalizace pro různé cílové hodnoty výstupního úhlu proudu, resp. síly působící na lopatku. Závěr obsahuje shrnutí celé práce a zhodnocení dosažených výsledků.

Otázky a připomínky:

Práce je napsána přehledně a je logicky strukturována. Obsahuje však značné množství gramatických prohřešků a chyb, kterým se jistě dalo vyhnout. Části věnované popisu metody konečných objemů obsahují popis základních schémat, které autor pro vlastní simulace nepoužívá, přičemž na konkrétně použité metody se pouze odkazuje (např. linearizace konvektivního členu pomocí Picardovy aproximace). Některé části jsou napsány poměrně stručně (např. kapitola 3.3), zatímco jiné možná až zbytečně podrobně (např. kapitola 2.1). Další kritiku směřuji k nejednoznačnému použití symbolů (např. τ je použito pro tenzor vazkých napětí i pro Reynoldsův tenzor, ω jako specifická rychlost disipace i jako koeficient ztráty celkového tlaku) a k absenci citací některých zdrojů (např. [23], [24]).

- Pro okrajovou podmínku turbulentní vazkosti na stěně je v případě Spalartova-Allmarasova modelu turbulence použita Spaldingova stěnová funkce. Mohl by ji autor u obhajoby popsat?
- Proč jsou pro simulaci turbulentního proudění použity stěnové funkce, když výpočetní síť splňuje $y^+ < 1$?

- V práci je řešeno subsonické proudění se vstupním Machovým číslem $M = 0.62$ pomocí modelu proudění nestlačitelné tekutiny. Je v tomto případě hustota skutečně konstantní?
- Co přesně jsou "špatné" úhly náběhu, které jsou autorem zmíněny v předposlední větě na straně 60?

Závěr

Předložená práce se zabývá velmi zajímavou problematikou tvarové optimalizace, kterou si autor musel nastudovat a dále implementovat do softwarového balíku OpenFOAM. Zadání hodnotím jako náročné. Výše popsané formální nedostatky nějak nesnižují získané výsledky a přínos práce. Závěrem lze konstatovat, že cíle práce byly splněny, a proto ji po zodpovězení otázek navrhuji hodnotit známkou B (velmi dobře).

V Praze dne 22. 1. 2022

Ing. Jiří Holman, Ph.D.