

Posudek diplomové práce Jana Sedláčka

Modeling of flows with boundary layer transition

Diplomová práce je zaměřena na vývoj modelu turbulence pro modelování přechodu z laminárního do turbulentního režimu proudění. Model je založen na explicitním algebraickém modelu Reynoldsových napětí (EARSM model), který je uzavřen pomocí dvou-rovnicového $k - \omega$ modelu dle Hellstena a dále na přídavné transportní rovnici pro koeficient intermitence, která byla původně navržena pro spojení s Menterovým SST dvou-rovnicovým modelem ($\gamma - SST$ model).

Práce je rozdělena do pěti kapitol včetně úvodu a závěru. Po úvodu je ve druhé kapitole velmi stručně popsána výchozí soustava rovnic, kterou tvoří Reynoldsovy středované Navierovy-Stokesovy rovnice a dále jsou zde popsány modely turbulence $\gamma - SST$ a EARSM. Na konci kapitoly je popis kombinace EARSM modelu s transportní rovnicí pro koeficient intermitence. Třetí kapitola je věnována kalibraci nově vzniklého modelu turbulence. Kalibrace je provedena pro vybrané konstanty, které se vyskytují ve zdrojových členech transportní rovnice pro koeficient intermitence. Tyto konstanty jsou laděny na řadě případů subsonického rovinného obtékání desky (úlohy ERCOFTAC T3), pro které jsou k dispozici data z experimentů. Jednotlivé případy se od sebe liší jednak úrovní intenzity turbulence na vstupu a dále přítomností tlakového gradientu. Konečné hodnoty vybraných modelových konstant jsou získány pomocí optimalizačních algoritmů COBYLA a SHGO. Ve čtvrté kapitole je provedena validace $\gamma - EARSM$ modelu na dvou reálných případech proudění, kterými jsou proudění v turbínové mříži VKI a obtékání profilu křídla NLF. Závěrečná kapitola obsahuje shrnutí celé práce.

Diplomová práce je napsána v anglickém jazyce, což hodnotím velmi kladně. Na druhou stranu je jazyková úroveň podprůměrná, v práci se vyskytuje značné množství chyb a gramatických prohřešků a autor často používá nesprávné názvosloví. Popis některých částí modelů turbulence je příliš stručný, či neúplný (např. chybějící hodnoty konstant C_k , C_{sep} , chybějící funkce F_{lim}^{on} , detaily EARSM modelu - koeficienty β , invarianty tenzoru anizotropie, atd.). Díky tomu je potom např. část, která se zabývá modifikací funkce f_{mix} zdánlivě nadbytečná, protože z práce není zřejmé, kde se v modelu používá. Na závěr třetí kapitoly (sekce 3.2.3) je shrnutí nově navrženého modelu, které je opět neúplné. Na některých místech chybí citace (např. na algoritmus SHGO).

Otázky a připomínky:

- Ve druhé kapitole autor definuje funkci $F_{on.set3}$ (součást vzorců 2.21), která dále není nikde použita. Mohl by to autor uvést na pravou míru?
- Proč je v rovnici pro turbulentní kinetickou energii použit produkční člen $\mu_t S \Omega$ místo originálního produkčního členu EARSM modelu (vzorec 2.17)?
- Pro optimalizaci modelových konstant byly použity algoritmy COBYLA a SHGO, které v práci nejsou popsány. Mohl by je autor stručně popsat?
- V práci chybí srovnání modelů $\gamma - SST$ a $\gamma - EARSM$ pro případy T3 a T3C. Mohl by je autor doplnit u obhajoby?

Zadání diplomové práce hodnotím jako velmi náročné. Autor si musel podrobně nastudovat problematiku modelování přechodu z laminárního do turbulentního režimu proudění pomocí pokročilých modelů turbulence, dále implementovat nově vyvinutý model do softwarového balíku OpenFOAM a naladit modelové konstanty pomocí optimalizačních algoritmů. Po formální stránce je práce i přes výše zmíněnou kritiku dostatečná. Cíle práce byly splněny. Po zodpovězení otázek proto práci navrhuji hodnotit známkou B (velmi dobře).

V Praze dne 14. 6. 2021

Ing. Jiří Holman, Ph.D.