

Posudek bakalářské práce Martina Helcla

Numerická simulace obtékání profilu

Práce je věnována přípravě a provedení numerického řešení obtékání izolovaného profilu NACA 2412 při různých úhlech náběhu. Hlavní důraz je kladen na automatizaci procesu tvorby sítě pro jednotlivé úhly náběhu. Vlastní numerické řešení je pak provedeno v softwarovém balíku OpenFOAM.

Práce je strukturována do sedmi kapitol. Po úvodu jsou ve druhé kapitole uvedeny základní rovnice, které popisují proudění vazké tekutiny, tedy Navierovy-Stokesovy rovnice. Dále druhá kapitola obsahuje stručný popis modelování turbulence pomocí středování Navierových-Stokesových rovnic, které jsou uzavřeny pomocí jednorovnicového modelu Spalarta a Allmarase. Třetí kapitola je věnována formulaci úlohy obtékání profilu vazkou nestlačitelnou tekutinou. Čtvrtá kapitola se zabývá detailním popisem autorem vyvinutého programu pro automatickou tvorbu sítě v programu Gmsh, přičemž celý proces je napsán dostatečně obecně, takže lze bez problémů zaměnit uvažovaný profil NACA 2412 za jiný. V páté kapitole je popsáno nastavení programu OpenFOAM pro vlastní výpočet, tedy nastavení okrajových podmínek, fyzikálních vlastností tekutiny, modelu turbulence a numerických schémat. Šestá kapitola obsahuje výsledky z numerických simulací pro úhly náběhu v rozsahu $< -5, 5 >^\circ$, přičemž jsou prezentovány reprezentativní výsledky pro úhly náběhu 0° , -1.5° a 5° a dále rozložení koeficientů vztlaku a odporu v závislosti na úhlu náběhu. Kapitola dále obsahuje vyhodnocení dosažených výsledků. V závěru je pak stručná rekapitulace celé práce.

Otázky a připomínky:

- Soustava rovnic (1) a (2) nepopisuje libovolné proudění newtonské tekutiny, např. pro stlačitelné proudění by bylo nutné ji doplnit o zákon zachování energie, atd.
- Jakým způsobem byla zvolena vzdálenost $|25|$, resp. $|36|$ řídicích bodů pro Bézierovu kubiku? Jakým kritériem byl zvolen stupeň Bézierovy křivky?
- Byl automatizován celý výpočet (vytvořil autor skript, který postupně generoval síť pro jednotlivé úhly náběhu a následně pro ně spouštěl OpenFOAM), nebo byly výpočty spouštěny jednotlivě?

Práce je napsána přehledně a srozumitelně. Dále je třeba ocenit autorem vytvořený program pro automatické generování výpočetní sítě, který lze snadno rozšířit i pro jiné profily. Výsledky, které byly získány na výše zmíněných sítích v programu OpenFOAM jsou uspokojivé. Cíle práce byly splněny, a proto ji navrhuji hodnotit známkou A (výborně).

V Praze dne 28. 8. 2017

Ing. Jiří Holman, Ph.D.