

ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav procesní a zpracovatelské techniky

## Posudek diplomové práce

Studijní program: Strojní inženýrství

Studijní obor: Procesní technika

Autor: **Karel Tomášek**

Název: **CFD simulace v mechanicky míchané nádobě**

Diplomová práce je zaměřena na CFD simulace proudění v mechanicky míchané nádobě. Autor provedl studii vlivu otáček a viskozity na rychlostní pole v nádobě míchané rychloběžným radiálním míchadlem. CFD simulace byly provedeny s pomocí systému OpenFOAM.

### Formální chyby a připomínky

Práce obsahuje řadu formálních nedostatků, které myslím trochu snižují úroveň jinak velmi dobré práce, například:

str. 14 – název kapitoly „Základní rovnice míchání“ není úplně nejvhodněji zvolený, uvedené rovnice (kontinuity, Cauchyho, Navier-Stokesovy) mají nepochybně obecnější platnost, nejen pro míchání.

str. 29 – v tabulce 3 by možná bylo vhodné uvést, jakých hodnot Reynoldsových čísel se numerické simulace týkají.

str. 30 – co je to model  $k - \epsilon RES$ ? Jak se liší od  $k - \epsilon Realizable$ ?

str. 34 – *Reasiabale* by asi spíše mělo být *Realisable* nebo *Realizable*.

str. 42 – odkaz [23] má asi být [24].

str. 43 – *GANG* má asi být *GAMG*

str. 50 – není mi jasný význam posledního příkazu v uváděné funkci MATLAB kódu:  $Z=Z;$

str. 70 – v popisu obrázku 40 (a řady dalších) ... „maximama“

### Faktické připomínky a případné otázky do diskuze

Na straně 25 je zmíněno, že *Realizable*  $k - \epsilon$  model má nevýhodu v „nefyzikální definici turbulentní viskozity v případě, kdy se výpočetní síť skládá ze stacionární a rotační části“. Není to právě případ této práce?

Na stranách 55-57 byla provedena analýza sítě, ale nebyla nijak kvantifikována, například ve formě GCI indexu či alespoň procentuální odchylky atp. Navíc porovnání s experimentální hodnotou příkonového čísla příliš nevypovídá o přesnosti numerického řešení ... jaká je například chyba měření uváděné experimentální hodnoty 5.01? Rovněž by se zde hodila i nějaká citace, odkud tato hodnota pochází.

Z práce není zřejmé, jestli byla použita zjemněná síť u stěn nádoby a míchadla, a jaké byly případně hodnoty  $Y^+$ .

Přijde mi, že vliv různé viskozity by se pro stejná Reynoldsova čísla neměl nijak projevit, což ostatně potvrzují výsledky (viz např. obr. 31–33). Takže trochu mi uniká smysl, proč takové porovnání vůbec dělat. Samozřejmě pro různá Reynoldsova čísla to již asi smysl má, ostatně z toho pak byly i vyhodnoceny korelace (7-1) a (7-2). Zde mi chybí vyhodnocené konfidenční intervaly stanovených parametrů, a pěkné by bylo mít i nějaké porovnání s nějakými korelacemi (experimentálními hodnotami) z dostupné literatury – existuje něco takového?

### **Hodnocení**

I přes výše zmíněné nedostatky si myslím, že diplomant odvedl dobrou práci, zadané cíle práce byly splněny a práce má odpovídající úroveň. Po formální i jazykové stránce je práce na dobré úrovni. Práci doporučuji k obhajobě a hodnotím stupněm **velmi dobře (B)**.

### **Otázky**

1. Jaké maximální hodnoty  $Y^+$  byly v numerických simulacích dosaženy?
2. Jak jsou v souladu či nesouladu s teorií míchání či experimenty zjištěné závislosti kinetické energie turbulence či její disipace na Reynoldsově čísla?
3. Jaký je smysl zkoumání vlivu viskozity pro stejné Reynoldsovo číslo?

V Praze 23. 8. 2017

Ing. Karel PETERA, Ph.D.