

Posudek disertační práce

Výpočtové modelování distribuce toku pracovních látek v procesních zařízeních

Doktorandka: Ing. Dominika Babička Fialová

Doktorandka se v disertační práci zaměřuje na vývoj kompozitního modelovacího systému, který umožňuje predikovat distribuci toku látek v zařízeních pracujících v konvekčním režimu přenosu tepla a bez změny fáze pracovních látek.

Disertační práce se sestává z pěti kapitol. V úvodní kapitole doktorandka důkladně popisuje zmíněnou problematiku. Jednoznačně se vymezuje vůči faktorům ovlivňující nerovnoměrnou distribuci a negativním dopadům vedoucích z této nerovnoměrné distribuce. Doktorandka velmi systematicky přistupuje k popisu zmíněné problematiky a vlivům jednotlivých faktorů.

V kapitole č. 2 „Numerické metody modelování“ se disertační práce důkladně vymezuje vůči faktorům ovlivňující výsledky numerické analýzy jako je styl inicializace výpočtové úlohy, kvalitu sítě, tvar buněk sítě, použitého výpočtového modelu, použití modelu pro popsání stěnové funkce, sledování konvergenčních kritérií úlohy atd. Část této kapitoly se zaměřuje na použitelnost metody konečných prvků pro modelování distribuce toku. Ale také popisem a použitelností kombinovaných a hybridních výpočtových modelů.

V kapitole č. 3 byl doktorandkou navrženo několik distributorů pro ověření výpočtových modelů pro různé počty větví a řad větví. Modely byly vytisknuty na 3D tiskárně Trilab DeltiQ XXL. Kvalita vnitřních ploch modelu byla ověřena pomocí měření drsnosti vnitřních ploch na digitálním mikroskopu.

Na modelech byly testovány hodnoty: podílu průtočných ploch systému A_r , hydraulických odporů H , hybnostních součinitelů θ_D a součinitele nárůstu statického tlaku γ_D . Provozní podmínky na těchto modelech distributorů byly měřeny za pomoci instrumentace, kde byla měřen vstupní průtok a průtok na jednotlivých větvích, teplota vody, tlak vody a tlak okolí. Výsledky z experimentu jsou konfrontovány s výsledky algebraického přístupu, přístupu dle Bajura, přístupu Bajura & Jones a výsledky ze stacionární a transientní CFD simulace.

V kapitole č. 4 jsou popsány případové studie s aplikací metod popsaných v kapitole č. 3. V kapitole č. 5 pak zhodnocení práce a popsání práce budoucí.

Zaměření disertační práce bezesporu patří mezi aktuální. V průmyslové praxi se vyskytuje spousta geometrií, které slouží pro distribuci a kolekci proudu. Počínaje kotelnami, kolektory solárních elektráren, trubkovými svazky tepelných výměníků, ekonomizéry, výparníky, kondenzátory, sestavy membránových filtrů atd. Výčet geometrií je opravdu vysoký. Nerovnoměrnost distribuce vede bezesporu k rozdílným rychlostem zanášení vnitřních ploch. V případě geometrií spojených s přenosem tepla pak např. k nerovnoměrné dilataci trubkových svazků a možnému vytržení nebo perforaci trubek z trubkovnice. Sám jsem se v důsledku nerovnoměrně rozděleného toku setkal s případem nedostatečného ohřevu zemního plynu v separátoru, což vedlo k jeho zamrznutí a následnému poškození.

Jak doktorandka sama cituje je z hlediska tvorby CFD simulací za zcela zásadní komunikace v ose výpočtář-projektant-technolog. Dovolil bych si toto vyjádření rozšířit na nejen tvorbu

CFD simulaci, tak na tvorbu samotného reálného díla. Při samotném návrhu geometrie distributoru nebo kolektoru se velmi často zapomíná na vliv nerovnoměrné distribuce částečně z důvodu nedostatečné časové přípravy návrhu nebo neznalosti a nebo jen přespříliš velkou důvěru v návrh dle tzv. příkladů dobré praxe. Zvláště pak u složitějších potrubních systémů se tyto nedostatky stávají zásadně fatálními.

Předkládaná práce předkládá několik způsobů řešení problematiky nerovnoměrné distribuce včetně představení kompozitního modelovacího systému, který skrze kombinaci běžně používaných výpočtových postupů a zpřesňujících modelů umožňuje rychlou a přesnější identifikaci slabých míst v distribučním zařízení. Doktorandka současně upozorňuje na časovou (resp. finanční) náročnost v důsledku přesnosti získaných výsledků. A jak sama upozorňuje, tento fakt pak může inspirovat trojici výpočtář-projektant-technolog pro volbu nejrychlejší varianty a v případě nejistoty přistoupit k časově náročnější, ale přesnější.

Práce je čtivá, poskytuje ucelené informace jak ze strany současného stavu poznání, tak dosažených výsledků, své závěry opírá o citace. Případnému čtenáři usnadňuje pochopení problematiky a případné snadné navázání na poli řešené problematiky.

Vyjádření k požadovaným bodům:

a) *K aktuálnosti tématu disertační práce,*

Téma disertační práce je aktuální. Důvodem je skutečnost častého opomíjení na návrh z hlediska nerovnoměrné distribuce. Důkazem pak je množství případů uvedených v předkládané disertační práci.

b) *Zda disertační práce splnila stanovený cíl,*

Disertační práce splnila stanovený cíl, jelikož popisuje množství přístupů od algebraických modelů, přes numerické modely po kompozitní modely. Všechny tyto přístupy jsou konfrontovány s experimenty.

c) *K postupu řešení problému a k výsledkům disertační práce s uvedením konkrétního přínosu doktoranda,*

Postup doktoranda lze jednoznačně považovat za logický a koncepční. Problémy jsou řešeny systematicky. Výsledky jsou popsány dostatečně. Práce působí uceleně.

d) *K významu pro praxi nebo rozvoj oboru,*

Význam pro praxi je především v možnosti použití přesnějšího kompozitního modelu (vzhledem k algebraickým modelům) s vyšší časovou náročností, přijatelnou pro trojici výpočtář-projektant-technolog.

e) *K formální úpravě disertační práce a její jazykové úrovni,*

Formální úprava disertační práce je na vysoké úrovni. Zdroje jsou dostatečně citovány a jazykové úrovni předkládané práce nelze nic významného vytknout.

f) *Zda disertační práce podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona,*

Schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje nebo k samostatné teoretické a tvůrčí činnosti považují za prokázanou.

g) *Zda student prokázal nebo neprokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a zda práce splňuje nebo nesplňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.*

Doktorandka jednoznačně prokázala tvůrčí schopnost v oblasti výzkumu a vývoje. Práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

Na základě výše uvedených skutečností doporučuji disertační práci k obhajobě a hodnotím známkou A.

Otázky k diskusi:

V disertační práci je použita Churchillova rovnice pro stanovení drsnosti. Vzhledem k množství popsanych faktorů a jejich vlivu na výsledek, jaká by mohla být chybovost při použití jiné metody pro stanovení třetího součinitele např. za použití Moodyho diagramu?

Práce se týká výpočtového modelování distribuce toku pracovních látek. Uvažovala jste např. použití vyvažovacích ventilů v distributorech (na větvích)? Za jakých okolností a na jakých distributorech by mohlo být použito tohle řešení?

V Hodoníně 31.5.2022

Ing. Jiří Buzík, Ph.D.