

Posudek disertační práce

Jméno kandidáta:	Ing. Tomáš Romsy (Ústav energetiky, Fakulta strojní, České vysoké učení technické v Praze)
Název disertační práce:	Kondenzace vodní páry za přítomnosti inertiálního plynu, 2021
Školitel/konzultant:	Doc. Ing. Václav Dostál, Sc.D. / Ing. Pavel Zácha, Ph.D.
Studijní doktorský program/obor:	Strojní inženýrství/Energetické stroje a zařízení
Oponent:	Doc. Ing. Petr Eret, Ph.D. (Katedra energetických strojů a zařízení, Fakulta strojní, Západočeská univerzita v Plzni)

Obsah doktorské práce

Předložená disertační práce pana Ing. Tomáše Romsy se zabývá tvorbou výpočetního modelu pro řešení kondenzace vodní páry za přítomnosti nekondenzujícího plynu. Téma disertační práce doplňuje současný výzkum prováděný ve CV Řež, a to v souvislosti s vývojem zařízení Studená past na čištění tekutého kovu. Podobný proces čištění je předpokládán i v prototypch fúzního reaktoru. Práce obsahuje 8 kapitol a má 173 stran bez přehledu literatury a příloh. Jádro práce činí kapitola 4, kde je vypracován model chlazení/kondenzace pro dané zařízení Studená past. V další kapitole 5 je výpočetní model upravován, aby mohl být, z důvodu postupných dat, validován pro různé provozní parametry, směsi a odlišné geometrie (než je předmětem práce). Bylo ukázáno, že vhodně nastavený kondenzační model dokáže věrohodně predikovat celkové součinitele přestupu tepla při kondenzaci vodní páry za přítomnosti nekondenzujícího plynu. Model je pak v kapitole 6 aplikován na uvažované zařízení Studená past pro dva ustálené provozní stavy. Tato kapitola je poněkud skromná, byť má potenciál být tou nejzajímavější. Autor zde mohl příkladem uvést citlivostní analýzy či porovnání chování kondenzačního modelu s jiným nekondenzujícím plynem. To je podtrženo v závěru práce, v kapitole 7, kde disertant uvádí, že jen malá změna koncentrace nekondenzujícího plynu ve směsi významně ovlivňuje celý proces přenosu tepla do kondenzátoru.

Dosažení v disertaci stanoveného cíle

Disertant stanovené tři základní a tři vedlejší cíle uvedené v kapitole 3 naplnil.

Úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky

Úroveň rozboru aktuálního stavu řešené problematiky je velmi dobrá. Autor se v práci odkazuje na 116 zdrojů, z toho většina jsou publikace z předních odborných časopisů. Disertant v kapitolách 2 a 4 prokazuje vynikající přehled v různých dostupných teoretických modelech. Zároveň poukazuje na chybějící teoretický a (zejména) experimentální výzkum v oblasti kondenzace vodních par za vyšších tlaků a s přítomností inertiálních nekondenzujících plynů.

Teoretický přínos disertace

Autor vytvořil komplexní analytický výpočetní model příslušných procesů přenosu tepla a hmoty pro případy kondenzace vodní páry za přítomnosti nekondenzujícího plynu. Je svým rozsahem originální a dává do spojitosti teoretické přístupy řešení kondenzace vodních par pomocí teorie difuzní vrstvy

s analogií mezi přenosem tepla a hmoty, tři teoretické metody řešení plynné směsi a tři přístupy stanovení kondenzačního součinitele přestupu tepla. Autor navíc zvládnul i nejednoduchý iterační proces, který je nezbytný pro celý výpočetní model.

Praktický přínos disertace

Mezi praktické přínosy práce lze zahrnout možnost využití vytvořeného kondenzačního modelu v různých aplikacích (geometrie, rozmezí celkových tlaků, teplot a koncentrací odlišných nekondenzujících plynů). To je ovšem platné pouze pro validované případy, tj. aplikace se směsí vodní páry a vzduchem nebo dusíkem. V návaznosti na uvažované zařízení Studená past, kde je uvažován argon, není zatím možno posoudit plně benefit modelu z důvodu absence fyzického experimentálního aparátu.

Vhodnost použitých metod řešení a způsob, jak byly použité metody aplikovány

Výsledky z úspěšných validací celkového součinitele přestupu tepla při kondenzaci vodní páry ve směsi se vzduchem nebo dusíkem dokazují, že použité metody a modely byly správně zvoleny a aplikovány. Také uvažovaná zjednodušení pro výpočetní potřeby primárního, sekundárního a terciárního okruhu u Studené pasti se jeví jako vhodná. U modelu vypařování sekundárního okruhu lze uvažovat použití imaginární stěny pro oddělení vytápěné vzestupné a neotápěné sestupné větve v rámci přirozené cirkulace. Pro řešení přenosu tepla a hmoty mezi hladinou kapaliny a směsí doktorand zdárně použil analogii teorie difuzní vrstvy za předpokladu stavu sytosti pro vodní páru. Do kondenzačního modelu byla kromě teorie ideální směsi reálných směsí také implementována teorie reálné směsi reálných plynů, která je přesnější pro tlaky nad 1 MPa, a toto použití je naprosto nezbytné vzhledem k tlakovým hladinám uvažovaných provozních stavů Studené pasti.

Prokázání odpovídajících znalostí v oboru

Disertační práce ukazuje, že autor řešenou problematiku ovládnul a je schopen hodnotné vědecké práce. To dokládá i publikační činnost, která je dostatečná a plně souvisí s tématem disertační práce. Výsledky jeho úsilí byly opakovaně přijaty k publikaci do impaktovaného žurnálu a začínají být citovány (Scopus 02/22: 4 dokumenty, 6 citací, *h*-index 2).

Formální úroveň práce

Členění práce je logické, gramatické chyby a překlepy jsou minimální (např. str. 100, řádek 4: „nestacionárním“; str. 129, řádek 7 od spodu: „multikomponentní“; str. 154, poslední řádek: „standartní“). Obrázky jsou - až na pár výjimek, kde je těžko od sebe odlišit soubory dat podobných barev nebo překrývající se trendy - přehledné. V průběhu celé práce by řádek textu, který přímo navazuje na rovnici a vyjmenovává uvedené veličiny, neměl začínat velkým písmenem.

Jednoznačné vyjádření oponenta k doporučení či nedoporučení disertační práce k obhajobě (dle zákona č. 111/1998 Sb. 47)

Disertační práci **doporučuji** k obhajobě. V průběhu obhajoby prosím o zodpovězení následujících otázek.

Otázky

- 1) Uveďte, prosím, možné komplikace a výčet dalších nezahrnutých procesů při rozšíření modelu na nestacionární stavy pro Studenou past.
- 2) Bylo by smysluplné použít teorii difuzní vrstvy i pro tzv. imaginární stěnu?
- 3) Při porovnání výsledků modelu a experimentu pro celkový tlak 0.7 MPa na Obr. 5.4 až 5.7 CTU kondenzační modely značně podhodnocují hodnotu součinitele přestupu tepla při kondenzaci vodní páry za přítomnosti dusíku pro hmotnostní frakce blízké nule, zatímco u vyšších koncentrací existuje excelentní shoda. Co může z pohledu výpočetního modelování tento rozpor způsobit nebo je to spíše experimentální chyba?
- 4) V kondenzačním objemu Studené pasti se uvažuje přirozená konvekce plynné směsi vodní pára a argon. Při obou zkoumaných podmínkách ustálených provozních stavů bude argon 2 x těžší než vodní pára a pro stav 2 s tlakem 2.44 MPa je určena hmotnostní frakce argonu v objemu směsi jako 23.5%. Bude zde tento inertní plyn dostatečně unášen společně s párou ke kondenzátoru?

V Plzni dne 18. 02. 2022

Petr Eret