

Posudek disertační práce

Název práce: Kondenzace vodní páry za přítomnosti inertního plynu

Autor: Ing. Tomáš Romsy

Oponent: prof. Ing. Václav Uruba, CSc., Ústav termomechaniky AVČR, v.v.i.,
Západočeská universita v Plzni.

Obsah práce

Práce byla inspirována zařízením, které se nazývá „Studená past“ a slouží k čištění tekutého kovu PbLi17 v teplosměnném okruhu jaderné elektrárny. Pracuje na principu gravitační separace nečistot založené na podchlazení tekutého kovu a jeho následné výrazné změny hustoty.

V práci je podrobně vysvětlen princip technického řešení tohoto zařízení, které je rozděleno do 3 navazujících okruhů zajišťujících přestup tepla, každý pracuje na poněkud odlišném fyzikálním principu. V práci jsou rozebrány možnosti řešení jednotlivých částí-okruhů na základě znalostí získaných z literatury. Hlavní pozornost je věnována sekundárnímu okruhu, který je založen na principu využití fázové přeměny chladicího média.

Práce sestává z 10 kapitol.

Po obecném úvodu do problematiky reaktorů v kapitole 1 je v kapitole 2 představena problematika kondenzace páry za přítomnosti nekondenzujícího plynu. Je zde podrobně rozebrán princip Studené pasti a uveden podrobný přehled teorií kondenzace páry za přítomnosti nekondenzujícího plynu z dostupné literatury. V práci jsou shrnuty experimentální výsledky a dále jsou uvedeny teoretické modely tohoto jevu. Jedná se o modely využívající analogie mezi přenosem tepla a hmoty. Ty jsou rozděleny do 2 kategorií na molární a hmotnostní.

Cíle práce jsou uvedeny v kapitole 3.

V kapitole 4 je navržen komplexní výpočetní model chlazení Studené pasti, který je v následující kapitole 5 validován. Validace je zaměřena na kondenzační model při různých provozních parametrech. Validace je provedena pro 7 hodnot celkového tlaku od 0.152 do 2 MPa.

Kapitola 6 obsahuje aplikaci obecných výsledků na konkrétní případ Studené pasti při 2 provozních režimech.

V závěru jsou shrnuty hlavní poznatky obsažené v disertaci.

Reference jsou rozděleny na reference z literatury a reference autora.

Dotatky obsahují přehledy parametrů provozních stavů v tabulkách.

Dosažení stanovených cílů

Cíle práce jsou formulované v samostatné kapitole 3. Byly zde definovány hlavní a vedlejší cíle. Mezi hlavní cíle patří:

- Vytvoření modelu kondenzace páry s nekondenzujícím plynem ve směsi pro možnost použití na široké rozmezí aplikací a okrajových podmínek; tj. zahrnutí výskytu vysokých celkových tlaků a teplot s možností aplikovatelnosti na různé geometrie kondenzátoru a druhy nekondenzujících plynů.
- Validace vytvořeného kondenzačního modelu na dostupných experimentálních datech, experimentálních korelacích a teoretických modelech.
- Implementace vytvořeného kondenzačního modelu do celkového výpočetního modelu pro navrhované řešení odvodu tepelného výkonu ze Studené pasti.

Další vytyčené cíle jsou pomocného charakteru, jedná se vesměs o určení parametrů a fyzikálních veličin potřebných pro splnění hlavních cílů.

Podle mého názoru byly všechny cíle beze zbytku splněny na vysoké odborné úrovni.

Úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky

Rešeršní část práce je velmi rozsáhlá a podrobná, seznam odkazů na literaturu, ze které disertant čerpal, čítá 116 položek. Jedná se dle mého názoru o téměř vyčerpávající bibliografii týkající se výzkumu přestupu tepla obecně a zvláště potom v případě kondenzace za přítomnosti nekondenzující plynné složky.

Disertant provedl podrobný kritický rozbor literárních zdrojů se zaměřením na řešenou problematiku.

Přínos práce

Přínos práce lze rozdělit do dvou oblastí. Jednak se jedná o oblast teorie přestupu tepla a dále o aplikační oblast pro případ řešení Studené pasti v jaderné energetice.

Příspěvek práce k teorii přestupu tepla se týká zahrnutí vlivu speciálních podmínek. Konkrétně se jedná o vliv dvoufázového proudění na straně chladicího média s přídavkem nekondenzující složky za extrémních tlaků a teplot. Bylo studováno ovlivnění přestupu tepla při kondenzaci vodní páry v závislosti na koncentraci argonu ve směsi při vysokých teplotách a tlacích. Na základě této studie byl navržen vhodný matematický model tohoto fyzikálního procesu. Matematický model byl validován pomocí dostupných experimentálních dat. Hlavním teoretickým výsledkem práce je obecná analýza degradačního faktoru přestupu tepla při kondenzaci páry v závislosti na koncentraci nekondenzujícího plynu ve směsi.

Aplikační přínos zahrnuje konkrétní řešení zařízení typu Studená past. Jedná se o zařízení, které podle mých znalostí zatím není ve skutečném provozu, takže s ním nejsou praktické zkušenosti. Vyhovující technické řešení tohoto problému je podmínkou úspěšného řešení jaderných zařízení nové generace, včetně zařízení typu ITER.

Předkládaná práce tedy představuje přínos jak v oblasti teoretické tak aplikační.

Vhodnost použitých metod a jejich aplikace

Pro řešení byly zvoleny matematické modely zkoumaných fyzikálních jevů a to jednak analytické a empirické. Výsledkem je originální matematický model přestupu tepla s kondenzací a s příměsí nekondenzujícího plynu, který se skládá z několika navazujících matematických submodelů a jejich propojení pomocí optimalizačního algoritmu.

Úroveň znalostí disertanta v oboru disertace

Disertant prokázal přehled v problematice přestupu tepla. Kriticky zpracoval dostupné literární prameny a vyvodil příslušné závěry. Navázal na výsledky publikovaného výzkumu a dospěl k originálním výsledkům.

Podle mého názoru v práci disertant prokázal jak hluboké znalosti oboru, tak schopnost vědecké práce.

Formální stránka práce

Práce je přehledná, členění vlastní práce je logické a systematické, práce obsahuje všechny důležité součásti. Nechybí ani seznamy obrázků a tabulek, jakož i seznam použitých označení a zkratk. Každá kapitola obsahuje na závěr shrnutí, které usnadňuje orientaci.

Zejména v rešeršní části práce jsou uváděny některé veličiny s imperiálními nebo technickými jednotkami, vhodnější by bylo držet se striktně soustavy SI.

Po formální stránce je práce celkově na dobré úrovni, byla odvedena dobrá redakční práce, také kvalita obrázků je velmi dobrá.

Publikace disertanta

V práci v kapitole 9 je uvedeno 5 publikací jichž je disertant autorem či spoluautorem, které se vztahují přímo k tématu disertace. Jedná se o jeden příspěvek na prestižní mezinárodní konferenci a 4 články v časopisech. 2 články byly publikovány v impaktovaném časopise „Fusion Engineering and Design“ a jsou dokladem vysoké odborné kvality publikací.

O dalších publikačních aktivitách disertanta nemám informace.

Publikační činnost disertanta hodnotím jako spíše podprůměrnou co se týče kvantity, zejména s ohledem na absenci prezentací na konferencích, kvalita publikací je více než vyhovující.

Závěr

Disertant odvedl v rámci disertace velký kus práce, prokázal dobrou orientaci v problematice přestupu tepla i schopnost vědecké práce.

Jeho práce bude jistě sloužit jako cenný materiál při implementaci zařízení typu Studená past. Práce poskytuje teoretický základ. Pravdou ovšem je, že před skutečnou implementací zařízení bude třeba dořešit řadu dalších technických detailů. Předkládaná práce je významným příspěvkem na této cestě.

Práce podle mého názoru splňuje požadavky dle zákona č.111/1998 Sb. §47 a proto práci doporučuji k obhajobě.

K práci mám následující připomínky a dotazy:

- Můžete alespoň kvalitativně ocenit vliv chemického složení přídavného nekondenzujícího plynu na sledované procesy?
- Typické chyby fyzikálních modelů jsou uvedeny u jednotlivých korelací. Můžete odhadnout nejistotu navrženého kondenzačního modelu pro ustálené stavy uvedené

v kapitole 6 jako celku?

- Předpokládám, že existuje numerická implementace navrženého matematického modelu ve formě programu. Tento software by měl být součástí disertace a tudíž by měl být vhodnou formou dostupný.

Praha, 21.2.2022

prof. Ing. Václav Uruba, CSc.