

Oponentský posudek disertační práce

Ing. Ladislav Šnajdárek

Název práce: **PŘESTUP TEPLA V KANÁLECH MALÝCH PRŮŘEZŮ S ROTUJÍCÍ STĚNOU**

Cílem posuzované práce je především zjištění typických hodnot konvektivního součinitele přestupu tepla v labyrintových těsnicích systémech (ucpávkách) parních turbín experimentálním přístupem. Výsledky práce jsou také do značné míry přenositelné i na jiné typy rotačních strojů, u kterých se využívá podobného geometrického uspořádání těsnicích systémů.

Práce v rozsahu 100 stran obsahuje řešerši problematiky, teoretická pojednání o množných analytických modelech proudění tekutiny, jakožto teoretického východiska pro návrh experimentálního zařízení. Těžištěm práce je dle názoru oponenta především část uvádějící původní experimentální výsledky, získané autorem měření na laboratorním výzkumném zařízení, které sám navrhl a sestavil na pracovišti Energetického ústavu FSI VUT. Zde je nutno uvést, že v oboru parních turbín a souvislostech brněnského energetického strojírenství se jedná o jedinečný počín. Poslední srovnatelné významné experimentální výzkumné práce na parních turbínách v Brně byly prováděny v osmdesátých letech na Teplárně Špitáka v Brně.

Kapitola 2 uvádí přehled dosavadních analytických metod výpočtu proudění tekutiny labyrintovým těsnicím systémem. Navazující kapitola 3 na příkladu nepravého labyrintu poukazuje na rozpor mezi tímto tradičním přístupem k výpočtu rozložení parametrů proudící tekutiny v těsnění a výsledky naměřenými experimentálně jinými autory. Tento rozpor ještě navíc potvrzuje výsledky numerické analýzy jiných autorů. Tím je poukázáno na skutečnost, že výchozí analytické modely proudění tekutiny v geometricky idealizovaných labyrintových těsnicích systémech nemusí být spolehlivým základem pro vybudování teorie proudění v těchto systémech v reálných konfiguracích a podmínkách.

V kapitole 4 jsou shrnuty dosavadní analytické a experimentální vztahy pro přenos tepla v labyrintových těsnicích systémech.

Kapitola 5 shrnuje poznatky o proudění tekutiny v mezeře mezi souosými válci v případě rotace vnitřního válce. Zde je do práce logicky zavedeno Taylorovo číslo, jako významný parametr kvantifikující rozdílné proudové režimy v popisované mezeře. Je zde naznačeno, jak je toto podobnostní číslo včleněno do kritériálního vztahu pro výpočet Nusseltova čísla. Na konci této kapitoly je taktéž uveden přehled experimentálních zařízení citovaných autorů.

Kapitola 6 popisuje autorem navržené a sestavené experimentální zařízení. Významné na tomto zařízení je použití telemetrického modulu a tím otevření možnosti přenosu dat naměřených na otáčejícím se rotoru. Tím otevírá autor možnost měření, která nebyla dříve vždy možná.

Následující kapitoly 7 a 8 přináší širokou paletu experimentálních výsledků pro konfiguraci experimentu s mezerou tvořenou hladkým povrchem rotoru i statoru a jednostranným labyrintovým těsnicím systémem. Z výsledků uvedených zde a v následujících kapitolách je možné vyčíst řadu odchylek v chování přenosu tepla v experimentálně vyšetřovaném případě oproti teoretickým předpokladům. Toto jsou dle názoru oponenta stěžejní poznatky práce, které dávají nahlédnout konstruktérům turbín a podobných strojů, jak široké může být pásmo odchylek předpokládaných stavů tekutiny v těsnicím systému.

Kapitola 9 v podstatě ověřuje a potvrzuje soulad naměřených výsledků s teorií vedení tepla přímou a inverzní úlohou. Velmi dobrou shodu prokazuje obrázek 122.

Kapitoly 10 a 11 diskutují a shrnují dosažené výsledky.

Formální připomínky

- Práce je stylisticky sepsána relativně stroze vzhledem k šíři autorem provedených prací.
- Členění kapitol je logické.
- Na straně 9 je uveden termín „poissonova konstanta“ chybně s malým p.

Postup řešení a výsledky

Práce je zpracována systematicky. Popis zahrnuje přenos tepla ve studované konfiguraci s matematickým vyjádřením dílčích dějů. Část práce má rešeršní charakter, který je doplněn návrhem vlastního experimentálního zařízení. Těžištěm práce je experiment a jeho vyhodnocení.

Publikační aktivita autora

Z předložené práce není možné posoudit publikační činnost autora. Tuto část přenechávám k posouzení komisi zasedající při obhajobě.

Dotazy do rozpravy

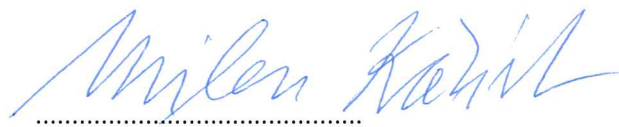
1. V práci předpokládáte pouze konvekční přenos tepla. Ovšem v parních turbínách v oblasti přední ucpávky a vyrovnávacího pístu se objevují u velkých strojů i teploty nad 500 °C. Při těchto teplotách v kotlích se již považuje za významný i přenos tepla zářením. Komentujte možný vliv radiace na celkový tepelný tok, a jak by vámi zjištěné koeficienty přestupu tepla byly v tomto případě ovlivněny.
2. V obrázku 106 je zobrazena závislost Nusseltova čísla na Reynoldsově čísla. Jak si vysvětlujete fakt, že Nusseltovo číslo se v tomto rozsahu Reynoldsových čísel mění tak málo?

Zhodnocení disertační práce

- Rozbor současného stavu techniky je zpracován správně a způsobem odpovídajícím disertační práci.
- Významný přínos práce je v oblasti experimentálního stanovení součinitele přestupu tepla.
- Stanoveného cíle bylo dosaženo.
- Práci možná na některých místech chybí širší diskuse rozptylu experimentálně zjištěných hodnot.

Autor prokázal dobrou orientaci v řešené problematice, odpovídající znalosti získané při zpracování zadaného tématu a osvědčil se jako experimentátor. **Práci doporučuji k obhajobě.**

V Brně 1. 8. 2019


Ing. Milan Kořista, Ph.D.