

Prof. Ing. Jan Melichar, CSc.
ČVUT v Praze
Fakulta strojní
Ú 12 112 - Ústav mechaniky tekutin a termodynamiky
Technická 4
160 00 Praha 6

O p o n e n t s k ý p o s u d e k

disertační práce Ing. Václava Vodičky

Optimalizace lamelového expandéru pro tepelné oběhy nízkých výkonů

Předložená disertační práce obsahuje 126 stran textu včetně 61 obrázků a 7 tabulek. Přílohy disertační práce jsou v rozsahu 23 stran a obsahují postupy hlavních výpočtů, experimentálně získaná data, fotodokumentaci řešeného expandéru a experimentálního zařízení i komerčně dodané jednotky s organickým Rankynovým cyklem a stručnou prezentaci principu v práci aplikovaného genetického algoritmu. V disertační práci je uvedeno 96 literárních pramenů, z nichž doktorand čerpal, 9 odborných prací vypracovaných v období 2014 až 2019, týkajících se řešené problematiky, u kterých byl Ing. Vodička autorem nebo spoluautorem.

Dosažení v disertaci stanoveného cíle

Doktorand si na str. 49 a 50 stanovil 1 hlavní cíl a 6 dílčích cílů. Mohu konstatovat, že doktorand všechny cíle splnil.

Úroveň rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky

Doktorand ve druhé kapitole disertační práce uvádí poměrně rozsáhlou literární rešerši. V ní uvádí obecnější výčet druhů expandérů používaných pro parní oběhy nízkých výkonů, velmi podrobně se pak věnuje rozboru v současnosti dostupných informací o konstrukci, vlastnostech, realizovanému výzkumu a provozu lamelových expandérů. Odkazy na zdroje jsou vždy řádně uvedeny. Doktorand správně poukázal na omezenou dostupnost jednoznačných informací ve světové literatuře a na absenci některých údajů relevantních pro návrh lamelového expandéru. Doktorand citoval a následně vhodně využil rovněž své dříve provedené práce, týkající se problematiky lamelových expandérů.

Teoretický přínos práce

Podle mého názoru je teoretický přínos práce nezpochybnitelný. Byl proveden teoretický rozbor problematiky a byly získány nové původní aplikovatelné výsledky. V rámci řešení problematiky disertační práce byla formulována originální metodika termodynamického návrhu lamelového expandéru a dále vytvořen dynamický model lamel. Výsledkem je komplexní experimentálně ověřený matematický model lamelového expandéru. S prakticky všemi uvedenými dílčími závěry lze vyslovit souhlas. Výsledky práce znamenají posun poznání na kvalitativně vyšší úroveň a jsou zároveň solidním základem a inspirací pro pokračování v dalším výzkumu dané problematiky.

Praktický přínos práce

Doktorandem vytvořený matematický model je využitelný pro návrh geometrických parametrů lamelových expandérů aplikovaných v konkrétních provozních podmínkách. Pro konstruktéry jsou pak velmi cenné poznatky z realizovaných experimentálních prací a analýza vlivu vnitřních vůlí a netěsností na výkonové parametry lamelového expandéru. Získané údaje zřejmě umožní snížit nejistoty v návrzích konkrétního lamelového stroje. Účelné uplatnění výsledků práce v technické praxi považuji za reálné.

Vhodnost použitých metod řešení

Zvolený metodický postup řešení konkrétní problematiky činnosti lamelových expandérů a rozsah teoretických i experimentálních prací je opodstatněný, racionální a v souladu se stanoveným hlavním cílem práce. Teoretický rozbor zohledňuje jak informace získané studiem dostupné literatury, tak vlastní postřehy doktoranda. Zvolená metodika experimentálních prací a vyhodnocení měřených veličin je odpovídající záměru a cíli práce. Do vytvářených původních matematicko-fyzikálních modelů byly účelně implementovány poznatky z analýz naměřených hodnot získaných při rozsáhlých a časově náročných experimentálních pracích realizovaných doktorandem. Pro splnění hlavního cíle své práce doktorand vhodně zvolil a využil podle mého názoru všechny dostupné přístupy.

Způsob, jak byly použité metody aplikovány

Doktorand prokázal jak potřebné znalosti v oblasti experimentálního měření, tak erudici pro formulování a vytvoření matematických modelů. Použité metody byly uplatněny vhodným způsobem v souladu s možnostmi poskytovanými stávajícím experimentálním zařízením a dostupnými výpočetními prostředky. Doktorandem navržený obecný postup pro návrh lamelového expandéru pro tepelné cykly s nízkým výkonem vychází z aplikace použitých metod a bude zřejmě účinným nástrojem pro realizaci nového lamelového expandéru určeného pro organické Rankynovy cykly následně testované na školicím pracovišti.

Zda doktorand prokázal odpovídající znalosti v daném oboru

Ing. Václav Vodička podle mého názoru dostatečně prokázal znalosti v daném oboru. Oceňuji, že dílčí výsledky průběžně publikoval.

Formální úroveň práce

Práce je vhodně členěna do 11 kapitol, logicky na sebe navazujících. Práce je zpracována přehledně na patřičné gramatické úrovni, v textu jsem až na několik drobností žádné nesrovnalosti nenašel. Některé partie textu jsou až příliš detailní, v některých by naopak mohl být popis podrobnější a srozumitelnější (zejména komentář k některým obrázkům v souvislosti s označováním veličin na souřadných osách). Přestože doktorand dílčí výsledky své práce průběžně publikoval, doporučoval bych další publikaci původních výsledků, k tomu by bylo vhodné dodržovat jednotné označování veličin a jednoznačnou zavedenou terminologii.

K formální stránce práce mám drobné níže uvedené připomínky, které však nesnižují odbornou úroveň práce. Připomínky a dotazy do diskuze jsou míněny jako pomoc doktorandovi při další prezentaci a publikování výsledků.

Připomínky a otázky do diskuze

Některé stylistické formulace by bylo vhodné zpřesnit;

např. str.A6 „... a x je poměr, ve kterém je rozdělen tlak ve kterém na lamelu tlaky přilehlých komor působí a je daný geometrií špičky lamely.“;

např. str.47 „... s tím, že je tlak v drážce pod lamelou roven konstantnímu podílu tlaku v komoře.“;

např. str.59 „třecí ztráta lamely $P_{v,loss}(W)$ “ doporučuji uvádět jako ztrátový výkon lamel, jak je pak uvedeno dále na str.65.

Zejména v kapitole 2. začíná často nová věta odkazem na literaturu týkající se věty předchozí;

např. str.12 „... ve srovnání s RC. [1] Podrobnější porovnání ORC a RC lze najít například v [6].“). Zřejmě jde o překlepy.

Účinnost by měla být uváděna jednotně, a to buď s rozměrem (1) nebo (%) a ne jako procentní body (např. str.25 a 69).

Vyvarovat se překlepům;

např. na str.16 „... otáčky turbogenerátoru – 3000 min^{-1} “;

na str.20 „... od 3000 do 22000 min^{-1} ..., ..., ... 1800 min^{-1} .“

V seznamu použitých symbolů a zkratk řada symbolů a indexů chybí nebo mají jiný význam, v rozměru hustoty je překlep;

např. symboly: s (str.12, Obr.2-1), γ (str.36, Obr.2-18), d (str.40 a 41), ε (str.A2, Obr.O2), atd., T ($^{\circ}\text{C}, \text{K}$)...teplota a $T_{b,loss}$ (N.m) ...třecí moment ložisek (str.60 a 61),

k ... koeficient rozšíření nejistoty a k ... tuhost dvojice lamela/stator (str.A8), např. dolní indexy: el (str.18), hm (str.21), e ... emisní (seznam), e ... elektrický (str.16), atd.

Prosím o bližší specifikaci „pracovního tlaku“ uváděného na str.44.

Na základě jakých údajů lze předpokládat, že třecí ztráty lamel se při polovičních otáčkách sníží na 1/8? Jaké hodnoty součinitelů tření mezi jednotlivými součástmi expandéru byly zvoleny pro výpočty?

Do jaké míry ovlivní interakci expandéru s tepelným cyklem nesplnění předpokladů (str.66), že tlak v kondenzátoru je udržován konstantní a že tlakové ztráty ve výměníku jsou nulové?

Závěr

Ing. Václav Vodička vykonal v rámci své disertační práce značné množství odborně fundované práce. Ing. Vodička dokáže své odborné poznatky a zkušenosti využít, je schopen systematické vědecké práce, jejímž výstupem jsou původní výsledky.

Disertační práce splňuje podle mého názoru podmínky stanovené příslušným zákonem. Ing. Václav Vodička prokázal schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo k samostatné teoretické činnosti.

Disertační práci **doporučuji k její obhajobě.**

V Praze, dne 17. 1. 2020

Prof. Ing. Jan Melichar, CSc.