

POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

Autor: **Ing. Hana Petrůjová**

Název práce: **Experimentální ověření stability kapalinových soustav**

Školitel: **Ing. Marian Formánek, Ph.D.**

Formální popis práce

Oponentní posudek předložené disertační práce zabývající se experimentálním ověřením hydraulické stability kapalinových soustav byl vypracován na základě pověření děkanem FAST VUT v Brně. Školitelem Ing. Hany Petrůjové byl Ing. Marian Formánek, Ph.D.

Práce je formálně rozdělená do 4 kapitol plus Úvod, Závěr a Seznam literatury. Práce má 143 číslovaných stran a neobsahuje žádné přílohy. Rozsah doložených literárních pramenů a seznam vlastních publikací autora odpovídá charakteru práce a složitosti řešené problematiky.

V úvodu práce (1 strana) autor obecně uvozuje řešenou problematiku. V následující části (38 stran) velice podrobně rozebírá současný stav problematiky, včetně rozboru dostupných literárních pramenů. Autor zde uvádí některé publikované zkušenosti zahraničních autorů, dále objasňuje problematiku hydraulických oddělovačů (HVDT) včetně návrhu velikosti a instalace do otopných soustav, věnuje se i problematice zapojení kotlen s kondenzačními kotli, regulaci oběhových čerpadel a rozebírá i moderní trendy soustav bez použití HVDT. Navazující 2 části (9 stran) se věnují cílům disertační práce a použitým metodám řešení. V nejrozsáhlejší části práce (62 stran) se autor věnuje systematickému popisu provedených experimentálních měření široké škály hydrodynamických rozdělovačů včetně zhodnocení a porovnání naměřených hodnot s hodnotami získaným výpočtem dle teoretických vztahů. V závěrečné části práce je provedeno shrnutí výsledků zpracování (12 stran) a závěrečné zhodnocení přínosu práce (3 strany). Na konci práce je uveden seznam použité literatury (46 položek) a seznam vlastních publikací autora (13 položek).

Hodnocení práce

Aktuálnost tématu

S ohledem na současný stav oboru je téma disertační práce velice aktuální. V poslední době se najednou sešlo několik skutečností, které dle mého názoru začínají poměrně výrazně měnit doposud používané postupy projektování a zvyšují se nároky na funkční znalost všech navrhovaných komponent.

V první řadě probíhá velice bouřlivý rozvoj všech forem obnovitelných zdrojů energie, které se velice často vyznačují specifickými požadavky na provozní režim zdrojů tepla. Zejména se to týká požadovaných teplotních spádů a průtoků teplotního média (např. u tepelných čerpadel, kde je s ohledem na dosažení co nejvyšší účinnosti většinou požadavek na nízký teplotní spád a vysoký průtok).

Dále se v poslední době začíná ve zvýšené míře diskutovat problematika tzv. informačního modelu budovy (anglicky Building Information Modeling nebo též Management, zkráceně BIM), což je zcela nový přístup k projektování a provozování budovy. Cílem je vytvořit digitální model budovy včetně kompletního technologického vybavení,

kteřý by měl sloužit po celou dobu životnosti jako zcela zásadní pomůcka pro provoz budovy. Zde shledávám, že potřebné numerické modely pro popis jednotlivých komponent bud' zcela chybí, nebo jsou sice součástí programových balíků tvůrců software, ale není dostatečně zdokumentováno, jak vnitřně fungují.

A jako poslední důležitý provozní vliv se v letošním roce přidala nová evropská směrnice o ekodesignu, která zcela změnila poměry na trhu nových plynových spotřebičů a urychlila nástup kondenzační techniky. S ohledem na výše zmíněné se tak objevuje potřeba zcela nově definovat funkční požadavky na jednotlivé komponenty otopných soustav a případně provést i doplnění o nové poznatky a doporučení týkající se všech navazujících oborů (zmínil bych zejména profesi MaR).

Splnění cílů disertační práce

S ohledem na rozsah provedených a vyhodnocených experimentů a získané poznatky je možné konstatovat, že **cíle** disertační práce **byly splněny** na vysoké odborné úrovni odpovídající charakteru vědecko-výzkumné práce.

Zvolené metody řešení a výsledky disertační práce

Doktorand si ve své práci vytyčil poměrně jasné a ambiciózní cíle. Těžištěm práce bylo provedení řady experimentálních měření na různých typech otopných soustav osazených hydrodynamickým oddělovačem a následné vyhodnocení s cílem nalézt přípustný rozsah provozních a funkčních závislostí. Doktorand prokázal, že na velice dobré úrovni zvládl potřebnou experimentální techniku a i metodiku vyhodnocování rozsáhlých datových souborů. Velice kladně hodnotím kombinaci měření fyzikálních parametrů proudícího média (teploty, průtoky) pomocí standardních měřicích metod a bezdotykového měření povrchové teploty sledovaného objektu, která umožnila plnohodnotný popis často velice rychle probíhajících dějů. Předložená práce dokazuje dlouhodobý systematický přístup doktoranda k experimentálnímu výzkumu hydraulických poměrů v otopných soustavách a schopnost nacházet zákonitosti mezi teplotními a hydraulickými poměry v otopné soustavě.

Přínos pro další rozvoj vědního oboru a praxi

Za hlavní přínos pro vědní obor pokládám nový přístup k popisu hydraulické stability termohydraulického oddělovače, který se zabývá nejen odděleným zkoumáním hydraulických a teplotních poměrů ve vlastním rozdělovači, ale řeší i návaznost na funkčnost navazující otopné soustavy (účinnost dodávky tepla) a účinnost zdroje tepla.

Z praktické stránky považuji za nejvýznamnější přínos práce upřesnění oblasti poměru průtoku v primárním a sekundárním kruhu ($0,9 \leq P \leq 1,3$), ve které je možné chování termohydraulického rozdělovače s vysokou přesností popsat jednoduchým způsobem numericky pomocí kalorimetrické rovnice (zákon zachování energie) na základě běžně dostupných hodnot z teplotních čidel. V ostatních oblastech poměru průtoků P je platnost kalorimetrické rovnice omezená a údaje pouze o teplotách jsou nedostatečné.

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Textové i grafické provedení práce je na velice dobré úrovni, její jazyková úroveň je též velice dobrá. V práci se sice vykytuje jisté množství jazykových nepřesností, ovšem tyto nemají vliv na celkově vysokou úroveň práce.

Hodnocení tezí disertační práce

Přiložené teze disertační práce poskytují rychlý a dostatečný přehled o výsledcích experimentálního výzkumu provedeného v rámci řešení práce. Členění tezí disertační práce zachovává strukturu vlastní práce a zahrnuje následující části: stručný úvod, náhled

současného stavu problematiky, definování cílů disertační práce, nástin použitých metod řešení, popis provedených experimentálních měření, rozbor výsledků zpracování a závěrečné zhodnocení včetně zhodnocení teoretického a praktického přínosu práce. Součástí tezí disertační práce je i přehled použité literatury a přehled publikací autora.

Věcné připomínky a dotazy

- v části 4.2.2 na str. je uvedeno, že „teploty vody v potrubí byly skutečně řádově vyšší, než měřené hodnoty na jeho povrchu“. Prosím o upřesnění vlivu na přesnost měření a získaných výsledků. Bylo na místě prováděno porovnání měřených hodnot s údaji např. pevně instalovaných čidel teploty (jímky v potrubí či na kotli)?
- v části 7.3.2 na str. 138 je uvedeno praktické doporučení pro změnu koncepce systémů MaR s ohledem na získané výsledky experimentů. Prosím o rozvedení doporučených požadavků na systém MaR, zejména se jedná o požadavky na minimální požadovaný počet přídavných měřicích bodů (bude dostatečnou úpravou instalace průtokoměrů v primárním a sekundárním okruhu, nebo je nutné případně doplnit i o čidla teploty?).
- byly v průběhu získávání termovizních snímků pořizovány i videosekvence? Vzhledem k tomu, že se jedná o výrazně dynamické změny, bylo by dle mého názoru pro pochopení probíhajících dějů ideální doplnit právě o videosekvence (zde odkazují na část 6.1.3, kdy je tato myšlenka též prezentována). Zde bych spatřoval výrazný prostor pro budoucí pokračování v tomto tématu.
- byla při vyhodnocení výsledků experimentů zohledněna i geometrie měřených oddělovačů (rozteč, průměry hrdel)?

Celkové hodnocení práce

Na základě prostudování předložené práce je možné konstatovat, že zvolené téma disertační práce řeší velice aktuální problematiku, která se dotýká nejen oblasti dynamiky tekutin, ale i všech navazujících oborů (numerické modelování, měření a regulace). Disertační práce je zpracována na velmi dobré odborné úrovni se snahou o komplexní popis dějů souvisejících s provozem otopných soustav za různých provozních podmínek. Metody použité v rámci řešení práce odpovídají požadavkům na samostatnou vědeckou práci. Doktorand prokázal, že má dostatečné odborné znalosti a je schopný řešit komplexní vědecké problémy a vyvozovat z nich příslušné závěry.

Protože disertační práce splňuje požadavky uvedené v § 47 Zákona o vysokých školách č. 111/98 Sb., doporučuji ji k obhajobě před komisí na Stavební fakultě VUT v Brně. V případě úspěšné obhajoby disertační práce doporučuji, aby byla Ing. Haně Petrůjové udělena vědecká hodnost Ph.D.

V Brně dne 8. 11. 2015

Ing. Jan Košner, Ph.D.
Energy Benefit Centre a.s.
Poděbradova 285/109
612 00 Brno
Tel: +420 733 785 115
E-mail: jan.kosner@energy-benefit.cz