

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Aplikace kondenzačních dochlazovačů spalin biomasových kotlů
Jméno autora:	Bc. Matěj Vykoukal
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav energetiky
Vedoucí práce:	Ing. Zdeněk Funda, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	BFS Industry, s.r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Vyšší náročnost zadání je dána aplikací ne zcela běžné kondenzační techniky jako doplňkové technologie ke klasickému horkovodnímu kotli spalujícímu biomasu. Pro návrh aplikace kondenzační techniky je nutné nejprve správně navrhnout kotel a stanovit mimo jiné hodnotu porovnávací účinnosti kotle bez aplikace kondenzační techniky. Protože jen porovnáním k této porovnávací účinnosti je možné správně vyhodnotit přínosy kondenzace.</p>	

Splnění zadání	nesplněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>V tomto bodu hodnotím strukturu rozsahu práce, nehodnotím správnost provedení. Zadání nebylo splněno v plném rozsahu. Zřejmě z důvodu časového tlaku v závěru práce diplomant nezpracoval správně bod 6. Zhodnocení vlivu aplikace kondenzační technologie na vychlazování spalin. Zde měl proběhnout přepočít (kontrola) kotle na nové podmínky spalování s ohřátým nebo i zvlhčeným vzduchem. Práce měla ukázat, jak se změní podmínky práce kotle při aplikaci ohřátého vlhkého vzduchu.</p>	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	F - nedostatečně
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
<p>Diplomant bohužel práci v průběhu jejího zpracování nekonzultoval. Diplomant se na mě obrátil dne 17.6.2020 emailem s žádostí prodloužení termínu odevzdání diplomové práce z 26.6.2020 na 10.7. (o 14 dní). Toto prodloužení bylo po dohodě s vedoucím ústavu na základě studentem předložené rozpracované práce umožněno. U rozpracované práce jsem hodnotil její strukturu a nehodnotil jsem obsahovou správnost. V předložené práci nebylo hodnocení aplikace kondenzační techniky ještě vypracováno.</p>	

Odborná úroveň	F - nedostatečně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Odbornou úroveň práce musím bohužel hodnotit jako nedostatečnou vlivem velkého množství chyb v projekčním návrhu kotle i aplikaci kondenzační techniky. Některé získané hodnoty neodpovídají číselně daným podmínkám. Jednotlivé body rozebere oponent práce.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
<p>Práce vykazuje chyby dané spíše nepozorností a časovým tlakem. Některé veličiny jsou uvedeny se špatnými jednotkami.</p>	

Výběr zdrojů, korektnost citací	B - velmi dobře
--	------------------------

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Citované zdroje pro danou problematiku relevantní a jsou citovány korektně.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Dosažené výsledky nejsou bohužel relevantní. Je tomu tak z důvodu množství chyb v práci a z důvodu absence vyhodnocení vlivu ohřátého a zvlhčeného vzduchu na navržený horkovodní kotel.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Celkově se jednalo o náročnější téma složené z klasického návrhu kotle spalujícího biomasu a aplikaci kondenzační techniky na vychlazení spalin a získání dodatečného tepla. Zadání práce vycházelo z reálného problému řešeného v konkrétním zdroji v ČR. Student identifikoval v rešerši stav kondenzační techniky a tím splnil tento bod zadání. Bohužel v návrhu parního kotle se vyskytují chyby ve volbě parametrů i ve výpočtu zásadních hodnot jako je entalpie spalin. V práci je mnoho nepřesností a bohužel není dotažena do konce. Není v plném rozsahu zpracován vliv aplikace kondenzační techniky na uvedený kotel. A právě posouzení vlivu aplikace kondenzační techniky (využití získaného tepla pro předehřev vlhčeného vzduchu) na provoz kotle a případně návrh jeho změn měl být hlavní výstup této diplomové práce.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **F - nedostatečně**.

Doporučuji práci k přepracování. Je nutné přepracovat projekční návrh kotle pro zjevné chyby a je nutné s využitím „modelu kotle“ z fáze jeho návrhu dopracovat části aplikace kondenzační techniky – zejména vliv předehřátého vlhkého vzduchu na navržený kotel.

Níže uvádím výčet pochybení:

- 1) Str. 4. Bibliografická citace. Nesprávně uvedený titul doc vedoucího práce. Formální chyba.
- 2) Str. 26 V 3.1. je uvedeno že palivem je rostlinná biomasa – především sláma obilovin, řepky apod. Ale v 3.1.1 je uvedeno jako paliva dřevní štěpka s obsahem vody v surovém stavu 50%. U rostlinné biomasy je zejména z důvodu nižší vlhkosti aplikace kondenzační techniky nevýhodná a rozhodně se nejedná o modelový případ. V zadání byla uvedena explicitně dřevní štěpka.
- 3) Str. 28. Hodnota entalpie spalin v Tabulce 2 vykazuje nezvyklé hodnoty. S rostoucí teplotou pro dané přebytek vzduchu entalpie spalin rovnoměrně stoupá. Ale v tabulce v diplomové práci je například pro teplotu 300°C a 400°C hodnota entalpie nižší než pro hodnotu 200°C. Podobné disproporce jsou u více teplotních úrovní. Ale na str. 29 je vyneseno v Obrázku 7 I-t diagram spalin a spalovacího vzduchu, který vykazuje obvyklý průběh. Z grafu však není možné kontrolovat hodnoty pod 2000 kJ/kg a není tedy jasné jaké hodnoty jsou dále pro výpočty použity.
- 4) Str. 32. 3.2.4. Ztráta citelným teplem spalin (tj. ztráta komínová) vychází neobvykle nízká na úrovni 5,05% a to je důsledkem pro celkově neobvykle vysokou účinnost kotle ve výši 92,6% pro palivo o vlhkosti 50%.
- 5) Str. 25. je stanoven výkon kotle na 7000 kW. V zadání byl požadován výpočet kotle o výkonu 8 MW. Diplomant ve své práci počítá kotel o výkonu 7 MW. Na str. 33 je stanoveno množství oběhové vody v otopné soustavě na 23,76 kg/s. Z vypočtených entalpií horké a vratné vody. Do entalpií je zahrnuto i oběhové čerpadlo, které zvyšuje tlak oběhové vody. Průtok topné vody kotlem by měl být stanoven spíše z kalorické rovnice. Při využití kalorické rovnice je pro rozdíl teplot 70°C a vypočtený průtok 23,76 kg/s

výkon podle kalorické rovnice 6952 kW. Odchylka je ale malá, spíše jde o metodické pochybení zahrnutím práce oběhového čerpadla do tepelného výkonu kotle.

- 6) Str. 34. V části 3.3.1 Bilanční výpočet teplosměnných ploch ze strany pracovní látky je uvedeno že pracovní látka prochází parovodním traktem i když se jedná o horkovodní kotel. Dále je zde uvedeno že napájecí voda (která je spíše z podstaty horkovodního kotle voda oběhová) má tlak 1,6 MPa a vystupuje horká voda o tlaku 1,76 MPa. V Tabulce 8 na stejné stránce jsou tlaky uvedeny opačně – na vstupu do EKO je teplota 60°C a tlak 1,76 MPa, což je v rozporu s popisem v textu. Nejvyšší tlak by u takového kotle měl být na vstupu do jeho ekonomizéru a tlak by měl postupně průchodem kotlem klesat vlivem tlakových ztrát při průtoku média.
- 7) Str. 37. Teplota nechlazeného plamene je stanovena na 1580°C, není ji možno zkontrolovat z důvodu předem uvedených disproporcí v konstrukci I-t diagramu. Pro uvažovanou vlhkost paliva se jedná o poměrně vysokou hodnotu.
- 8) Str 37. 3.4.3.1 Geometrické parametry ohniště. U průřezového tepelného zatížení ohniště je chybně uváděna jednotka kW/m³. Stejně je chybně uvedena jednotka u výsledku výpočtu předběžného průřezu ohniště v m³.
- 9) Str. 38. Volená šířka ohniště 3 m je pro daný výkon kotle spíše vyšší. U reálného kotle by byla volba šířky do 2 m hlavně z důvodu zajištění rovnoměrného pokrytí roštu palivem. Při volbě šířky 3 m vychází z průřezu ohniště vypočtenému na 7,56 m² vychází hloubka ohniště 2,5 m – diplomant uvádí vypočtenou hloubku ohniště na 3,2 m. Při délce roštu 2,5 m by nebylo možné zajistit pohození biomasy na rošt a její dohoření. To ukazuje na chybnou volbu šířky ohniště. U roštového ohniště není možné uvažovat výsypku jak je uvedeno na obrázku 10 na stejné straně ani uvažovat o výšce hořáků. Uvažovaný tvar ohniště není pro uvedené palivo vhodný.
- 10) Str. 42. U tepla uvolněného v ohništi je uvažováno okno ohniště do šotů i když se u tohoto typu kotle šoty nepředpokládají.
- 11) Str. 64. 3.7.2. Varianta 2. Dochlazovač spalin. Je uveden výkon v chladicí vodě na úrovni 2,9 MW. Jestli chápu správně tak tento výkon má být předán do navlhčeného spalovacího vzduchu kotle, jehož tok je 5,55 kg/s. A v tabulce 18 je uvedeno ohřátí vzduchu z 25°C na 69,92°C. V uvedené bilanci postrádám kolik tepla se podařilo umístit do zvlhčeného vzduchu. Z diplomové práce není zřejmé jestli byl kotel celý přepočítán na provoz s ohřátým vlhkým vzduchem a upraveny nebo zkontrolovány geometrické charakteristiky pro takový provoz.

Datum: 24.8.2020

Podpis: Zdeněk Funda