

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Návrh a výpočet skládaného výměníku „plate & bar“.
Jméno autora:	Bc. Dominik BUBEN
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra měření
Oponent práce:	Ing. Martin Barták, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání považuji za náročné zvláště pro studenta FEL, který nemá osvojené hlubší poznatky z proudění tekutin a přenosu tepla. I když postupy používané při navrhování výměníků a přepočtu jejich výkonů na různé provozní podmínky, stejně jako metody jejich měření jsou známé, jejich správné provedení a zpracování vyžaduje dobré porozumění dané problematice ve všech souvislostech, což klade na řešitele poměrně vysoké nároky. Získat dostatečné podklady pro návrhový výpočet výměníku tepla rovněž představuje veliké množství práce.	

Splnění zadání	splněno s většími výhradami
<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>	
Podle zadání měl diplomant provést měření na výměníku tepla, porovnat výsledky s vypočtenými hodnotami a popsat pomocí funkční závislosti vliv jednotlivých komponent výměníku (vlnovec, víříč). Dále měl vytvořit výpočetní vztahy pro návrh výměníku. Měření bylo provedeno, i když mám výhrady k nízkému počtu provozních bodů. Porovnání výsledků měření a výpočtů založených na kritériálních rovinách bylo provedeno. Funkční závislost pro vliv typu vlnovce v práci uvedena není, pro víříč je pouze konstatován malý vliv na tlakovou ztrátu a je graficky prezentován vliv na zvýšení přenášeného tepelného toku (avšak bez funkční závislosti). Vztahy pro návrhový výpočet výměníku vůbec nejsou zpracovány, je prezentován tzv. kontrolní výpočet – určení tepelného výkonu a tlakových ztrát za daných podmínek a při dané geometrii výměníku.	

Zvolený postup řešení	částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
S koncepcí řešení a použitými metodami (rešerše a analýza kritériálních rovnic v kombinaci s měřením) souhlasím. Pro získání podkladů k návrhovému výpočtu by asi bylo nutné změřit více variant (velikostí) výměníku, nejen provozních stavů. Mám výhrady k některým dílčím krokům. Například při hledání jednoduchého mocninného vztahu mezi rychlostí proudění a tlakovou ztrátou $\Delta p_z = C \cdot u^n$ na straně vody nebyla brána v úvahu známá fakta, takže autor dospěl k exponentu $n > 2$, což je těžko uvěřitelná hodnota. Podle uvedených podmínek na straně vody bylo proudění v režimu laminárním nebo přechodovém, takže by exponent měl být menší než 2 (pro laminární režim by měl být vztah lineární). Problém je asi v malém počtu provozních bodů, které byly změřeny, 3 body nestačí pro stanovení mocninné funkce. Přitom tlakovou ztrátu by bylo možné poměrně snadno změřit pro více průtoků na straně vody i na straně vzduchu. Pro kontrolní výpočet výměníku byla částečně využita rovnice z metody ε -NTU pro křížové uspořádání proudů. Autor sám uvádí 2 varianty rovnice – (47) na str. 36 a (98) na str. 53, přičemž nevysvětluje, proč přešel z jedné varianty na druhou. Konkrétní tvar rovnice určuje příčné mísení proudů, které je dáno geometrií kanálů na straně vzduchu a vody. Rovnice (98) platí pro křížové proudění bez jakéhokoliv příčného mísení proudů, to však podle mého názoru ne úplně odpovídá v práci popsaným kanálům (na straně vzduchu vlnovec s prostřihem a na straně vody průřez kanálu s poměrem šířky k délce 10 nebo 20). Mocninná závislost mezi součinitelem přestupu tepla a rychlostí proudění $\alpha = K \cdot u^m$ je snad využitelná na straně vzduchu, jehož Prandtlovo číslo se prakticky nemění, avšak bude těžko užitečná na straně vody při jiných teplotních podmínkách. Není jasné, k čemu tyto závislosti budou v případech s výrazně odlišnou délkou kanálů na straně vody nebo vzduchu.	

Odborná úroveň

E - dostatečně

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Odborná úroveň práce má celkem slušný základ v rešerši publikovaných poznatků, avšak je snížena chybami v údajích prezentovaných v tabulkách a ve výpočtech. Např. na str. 43 je uvedeno vypočtené $Re_w = 1341$, avšak dosazení zde uvedených hodnot vede k $Re_w = 1361$. Hodnoty průtočných rychlostí jsou v tabulkách nevhodně zaokrouhleny, takže např. v tab. 5 (str. 38) je pro „tutéž“ rychlost 0,1 m/s uvedeno jednou $Re_w = 663$ a podruhé $Re_w = 1305$. Rovnice (98) podle mého názoru není vhodná pro daný případ výměníku s ohledem na příčné mísení proudů. Vztahy (101) a (102) na str. 56 neodpovídají naměřeným hodnotám v tab. 23 a 24 a není jasné, z jakých hodnot vycházejí. Celkově lze těžko posoudit správnost vypočítaných výsledků. Počet měřených provozních stavů (3) podle mého názoru nestačí na dostatečně přesné stanovení předpokládaných funkčních závislostí.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

D - uspokojivě

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Rozsah práce je přiměřený. Text práce trpí velkým množstvím zbytečných chyb, jako je např. záměna označení Grashofova a Graetzova čísla (str. 51), chyby v jednotkách veličin (str. 70-72), nejednotné označení stejných veličin (str. 16), použití stejného symbolu pro Fanningův a Darcyho součinitel, chyba v rovnici (96), v tab. 8 a 12 jsou uvedeny jednotky u bezrozměrného poměru průtočných kapacit.

Autor používá podivné formulace a nezvyklé termíny, jako např. *termokinetické* veličiny, *lepší* tepelný výkon, „proudění nucené, které je vyvolána čerpadlem, ventilátorem nebo přirozeným prouděním“, „Hydrodynamická podobnost vyjadřuje podobnost volného a nuceného proudění tekutiny.“, „[turbulentní] proudění je složeno ze soustavy stochastických vírů, na jejichž stavbě se podílejí molární částice“, „probíhá akumulace vody do nádrže“. Na str. 17 je uvedeno, že v laminárním režimu třecí síly převyšují setrvačné – kdyby to byla pravda, nemohla by tekutina proudit.

Po gramatické stránce text práce nevykazuje nadměrný počet chyb, častěji chybí čárky v souvětích, stavba několika málo vět je nesrozumitelná.

Výběr zdrojů, korektnost citací

F - nedostatečně

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.

Auto uvádí celkem 13 použitých literárních zdrojů. V nejčastěji používaných odkazech na literaturu [1] a [5] se opakují chyby, buď je jeden zdroj zaměněn za druhý, nebo se informace v uvedených zdrojích nenachází. Formulace vysvětlení Pecletova a Biotova kritéria na str. 16 je doslova opsána z [1], aniž by byl tento zdroj na daném místě vůbec zmíněn. I když jde o všeobecně známé informace, takto je prezentovat není korektní.

V seznamu použité literatury dvě různé položky [7] a [10] odkazují na tutéž publikaci. Na str. 26 je uvedeno, že korelace pro Colburnův faktor podle Changa a Wanga vychází mj. z literatury [8], což jsou skripta FS, takže pochybuji, že by byla autorům korelace známa.

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.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Autor práce sám uvádí v abstraktu, že cílem bylo najít funkční závislosti, které bude možné použít k návrhovému výpočtu výměníku tepla. Tento hlavní cíl nebyl splněn, alespoň z textu diplomové práce to to není zřejmé.

Výsledky práce lze snad použít pro přepočítání téhož výměníku na jiné provozní stavy.

Text práce trpí velkým množstvím chyb ve formulacích, terminologii, výsledcích výpočtů a v nejasné souvislosti mezi naměřenými daty a mocninnými závislostmi, které z nich měly být odvozeny. Zpracování textu proběhlo zřejmě s velmi malou pečlivostí. Také práce se zdroji informací (literaturou) je ledabylá a někdy dokonce nekorektní.

Otázky pro diplomanta:

1. Proč je u křížového uspořádání proudů intenzivnější přestup tepla než u protiproudého uspořádání (viz vaše tvrzení na str. 5)?
2. Má vložený víříč vliv na změnu průřezu kanálu a na obvod stěn smáčených tekutinou?
3. Dochází v kanálech výměníku k příčnému mísení proudů? Na které straně výměníku? Jak byste to zohlednil v rovnici $\varepsilon = f(NTU, W)$?
4. Pro jaké provozní podmínky byly získány vztahy (101) a (102) na str. 56? Mají vztah k údajům v tab. 23 a 24?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **E - dostatečně**.

Datum: 16.6.2020

Podpis: