

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Chlazení první stěny termojaderného reaktoru
Jméno autora:	Kratochvíl Martin
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Energetiky
Oponent práce:	Ing. Železný Václav
Pracoviště oponenta práce:	Ústav energetiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání lze řadit mezi náročnější, neboť student se musel jednak do jisté míry zorientovat v problematice možnosti získávání energie prostřednictvím jaderné fúze a vzhledem k tématu práce současně s tím také v problematice přestupu tepla a možnosti jeho ovlivnění. V závěrečné části práce si musel osvojit též znalosti s výpočtů s CFD kódy, což je sama o sobě dost rozsáhlá a složitá problematika.	

Splnění zadání	splněno
<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>	
Zadání je splněno bez zásadnějších výhrad. První část práce poskytuje základní přehled o problematice jaderné fúze a zejména o technických aspektech využívaných zařízení. Další část práce se věnuje problematice přestupu tepla a možnosti jeho zlepšení v souvislosti se zvládnutím chlazení extrémně vysokých tepelných toků ve fúzních reaktorech. Závěrečná část práce potom obsahuje základní CFD výpočet chladičského kanálu v první stěně reaktoru.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Ze strany oponenta nejsou z tohoto pohledu žádné zásadní připomínky. Zvolený postup vedl ke splnění požadavků zadání ve všech bodech a ke vzniku požadavkům odpovídající závěrečné práce.	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Z hlediska odborné úrovně je práce bohužel do jisté míry rozdělená. Na relativně slušné úrovni je zpracována část týkající se jaderné fúze a problematiky přestupu tepla, kde lze pouze vytknout občas ne zcela technický způsob vyjadřování nebo některé ne zcela přesné termíny. V části týkající se přestupu tepla pak přibývá nepřesností jako například tvrzení, že přenos tepla vedením je vyšší u pevných látek než u kapalin, což rozhodně neplatí všeobecně, jak to vyznívá z textu. Nalézt však lze i nepřesnosti závažnějšího charakteru jako například formulaci: „pokud by teplota vody dále stoupala nad teplotu sytosti, došlo by k objemovému varu, který výrazně zhoršuje odvod tepla“. Přehřátí vody nad teplotu sytosti je možné pouze v rámci metastabilních stavů, které mohou nastat zejména v blízkosti stěny, dále od stěny však nikoliv. Podobně objemový var nerovná se výrazně zhoršení přestupu tepla. Objemový neboli nasycený var vzniká v situaci, kdy teplota kapaliny dosáhne teploty sytosti a bublinky odpoutávající se od stěn už nekondenzují dále v proudě, nicméně pokud nedojde k překročení kritického tepelného toku a ke vzniku krize varu prvního druhu, není důvod k výraznému zhoršení přestupu tepla. Nejvíce problematická je z hlediska odborné i celkové úrovně závěrečná část. Zde na jedné straně je zřejmé, že student odvedl notný kus práce v rámci výpočtů, kde musel zvládnout práci s CFD kódem ANSYS-FLUENT, což je samo o sobě dost	

náročné. Ovšem výsledný dojem kazí značné množství chyb a nepřesností, které se v této části práce vyskytují. Pominout lze v tomto případě ty méně závažné jako například, když student popisoval stěnovou funkci, což je samostatný algoritmus, jako součást daného modelu turbulence. Problematika CFD simulací je velice rozsáhlá a složitá a je logické, že student ji v daném časovém horizontu nemohl obsáhnout do dostatečné hloubky.

Závažnější chyby jsou však zejména ve vlastním zpracování výsledků výpočtu. Výtku zasluhuje už skutečnost, že k provedeným citlivostním výpočtům nejde dohledat okrajové podmínky, což poněkud komplikuje posuzování správnosti postupu a výsledků. Dále se v tabulkách 4 a 5 vyskytují hodnoty, které neodpovídají popisovanému způsobu výpočtu. Při výpočtu popisovaným postupem by některé rozdíly teplot v posledním sloupci vycházely záporné, což by radikálně měnilo průběh závislosti na příslušných grafech. Obrázek 14c má stupnici se všemi hodnotami na úrovni vstupní teploty vody, což neodpovídá reálnému zobrazenému rozložení teplot. V grafu na obrázku 15 je přehozena legenda k znázorněným závislostem. Snižování počtu buněk k nule při zjemňování výpočtové sítě nedává smysl, neboť tam naopak počty buněk dramaticky stoupají. V grafu na obrázku 17 pak legenda chybí úplně.

Zcela v pořádku není ani validace výpočtu pomocí energetické bilance. Z textu vyplývá, že zde byly využity některé hodnoty jako například hustota a mimo jiné i střední hodnota tepelné kapacity, z výpočtu CFD kódem, což činí energetickou bilanci ne zcela nezávislou na CFD výpočtu.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

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

Z hlediska rozsahu předložená práce bez problému odpovídá požadavkům na ni kladeným. Jazyková úroveň práce je solidní, avšak celkový dojem kazí občasný výskyt ne zcela technického způsobu vyjadřování. Členění práce je přehledné a vcelku sleduje linii stanovenou zadáním.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

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.

Student čerpal z poměrně širokého rozsahu zdrojů, které odpovídají převážně rešeršnímu charakteru práce. Využity byly jak klasické zdroje v podobě článků a publikací, tak i zdroje internetové. Ovšem je však třeba podotknout, že v případě zdrojů z internetu se student důsledně vyhýbal takzvaným „měkkým“ zdrojům typu Wikipedie, které mohou být problematické jak z hlediska dostupnosti v průběhu času tak i z hlediska správnosti a nejsou proto pro odborný text příliš vhodné.

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.

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

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.

Předložená práce naplnila zadání v požadovaném rozsahu. Z pohledu přístupu ke zpracování nejsou zásadnější výtky. Z pohledu obsahového a odborného je situace komplikována rozdílnou úrovní jednotlivých částí práce, kdy zejména část popisující CFD výpočty je zatížena značným množstvím chyb, z nichž některé se jeví poměrně závažné. Na druhé straně nelze přehlédnout, že provedení výpočtů vyžadovalo se naučit ovládat CFD kód, což

znamená značné penzum práce. Na základě výše uvedeného vychází hodnocení práce mezi **B** a **C**, k čemuž přispívá především výskyt chyb ve výpočtové části práce. Za stávajícího stavu navrhuji hodnocení **C** s tím, že v případě správně zodpovězených otázek a dobře zvládnuté obhajoby doporučuji, aby v rámci celkového hodnocení bylo uvažováno hodnocení **B**.

Otázky

- 1) Vysvětlete nesrovnalosti v tabulkách a grafech v kapitole 5.2
- 2) Vysvětlete pojmy povrchový var, objemový var, bublinkový var a blánový var.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 18.6.2018

Podpis: