

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	STATICKÝ SMĚŠOVAČ PRO ÚPRAVU PROUDĚNÍ V KOLENI TRUBKOVÉHO FOTOBIOREAKTORU
Jméno autora:	Bc. Adam Bejšák
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav procesní a zpracovatelské techniky
Oponent práce:	Prof. Ing. Tomáš Jirout, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav procesní a zpracovatelské techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání diplomové práce je směřováno do oblasti návrhu nových typů statických směšovačů pro specifické využití ve fotobioreaktorech. V zadání je požadováno provedení experimentálního ověření jejich funkčnosti, získání základních hydraulických charakteristik a využití CFD nástrojů pro tyto účely. Diplomové práce podobného charakteru již byly na pracovišti dříve realizovány a diplomant na ně mohl metodicky navazovat. Z těchto důvodů hodnotím zadání jako standardní, tj. průměrně náročné.	

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>	
Veškeré vytčené cíle byly splněny a v závěrečné části práce podrobně diskutovány. Pouze v oblasti CFD simulací bylo možné podrobit výsledky hlubší analýze a kvantifikaci zejména homogenizačních simulací. Nicméně vzhledem k poměrně velkému objemu práce, pro splnění cílů postačilo provedené zhodnocení výsledků CFD analýz.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Vzhledem k tomu, že se jedná o diplomovou práci, která již navazovala na tematicky podobné předešlé práce, tak student zvolil standardní postup, který byl pro splnění cílů správný. Navrhl a postavil experimentální trať pro testování hydraulických a homogenizačních charakteristik nově navržených statických směšovačů umístěných v koleni. Tlakovou ztrátu byl schopen stanovit objektivním měřením, avšak při stanovení homogenizačních účinků se omezil pouze na vizuální zhodnocení obrazového záznamu. V numerických simulacích se omezil pouze na použití standardních SST metod. Pro vyhodnocení výsledků numerických simulací použil opět běžný způsob vyhodnocení hydraulických charakteristik a vizuální interpretaci homogenizace.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Diplomová práce obsahuje zbytečně rozsáhlý a podrobný úvod zaměřený na mikrořasy a kultivační systémy, kdy tyto informace diplomant v práci dále v podstatě nevyužívá. Tento obecný úvod bylo možné podstatně zkrátit a podrobně se zabývat pouze uzavřenými trubkovými systémy. Podstatné v této části práce považují právě zdařilý a podrobný popis trubkového systému. V teoretické části práce diplomant provedl rozbor hydrodynamiky systému, sice občas s drobnými nepřesnostmi. Student provedl nejen literární, ale i zdařilou patentovou a průmyslovou rešerši zaměřenou na statické směšovače, na kterou navázal v oblasti vlastního návrhu různé koncepce a geometrie směšovačů instalovaných do 180° kolena. Správně navrhl experiment i metody CFD simulací, které pak správně realizoval, vyhodnotil a interpretoval v souladu s teoretickým rozbohem problematiky. Při zpracování diplomové práce student vhodným způsobem a zcela správně využil	

znalosti získané během oborové části studia. Diplomovou práci hodnotím ve všech směrech jako odborně správnou bez zásadních nedostatků a chyb. Některé zjištěné nedostatky a připomínky uvádím v závěru v rámci otázek a komentářů.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

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

Diplomová práce je zpracována podrobně a obsahuje veškeré informace potřebné pro pochopení řešené problematiky i navrženého a realizovaného postupu jejího řešení. Veškeré poznatky jsou v práci nejen správně vyhodnoceny, ale jsou vždy podrobeny kritickému zhodnocení a diskusi. Graficky je práce zpracována přehledně, i když občas není zcela jasný popis prezentovaných obrázků.

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.

Diplomant při řešení práce použil velké množství podkladů, a to nejen klasické knihy a časopisecké publikace, ale zejména v části zaměřené na patentovou a průmyslovou rešerši, i ostatní typy zdrojů např. patenty, firemní dokumentace a prezentace. Veškeré použité zdroje považuji za vhodně vybrané a relevantní řešenému tématu diplomové práce. Převzaté informace jsou v práci řádně citovány.

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. Uvedte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Diplomová práce je zpracována na velmi dobré odborné úrovni a obsahuje veškeré potřebné informace spojené s jejím řešením a hodnocením vytčených cílů. Velmi oceňuji komplexnost práce, kdy se student inspiroval závěry rešerše zaměřené na typy statických směšovačů a navrhl modifikaci směšovačů pro 180° koleno trubkového fotobioreaktoru, tyto směšovače vyrobil pomocí 3D tisku a dokázal tyto navržená řešení experimentálně odzkoušet i popsat pomocí CFD simulací. Výsledky pak správně vyhodnotil a diskutoval nejen z hlediska hydrodynamiky systému, ale zejména v kontextu jejich aplikace ve fotobioreaktorech. Možná při vyhodnocení CFD simulací homogenizace se diplomant nemusel omezit pouze na vizuální zhodnocení výsledků, ale mohl se pokusit i o kvantifikované vyhodnocení stupně homogenity. Student vynikajícím způsobem využil znalosti získané během všech etap studia.

K předložené diplomové práci mám následující otázky a komentáře:

1. Vysvětlíte význam jednotlivých členů v rov. 2. Jak je v této rovnici schována definice použitého Reynoldsova čísla.
2. Obr. 14, domnívám se, že jde o fotografie z FBR z laboratoře Ústavu procesní a zpracovatelské techniky FS ČVUT, avšak v textu je citace na cizí zdroj?
3. V kapitole 5.1 popisujete různé typy statických směšovačů. Základní rozdělení je však na směšovače pro vazké a turbulentní proudění. Jaký je rozdíl v mechanismu míchání směšovači v těchto oblastech?

4. Zastínění uvedené v tab. 3 je vztaženo pouze na část kolene s elementy směšovače, nebo je vztaženo na celé koleno, neboť u směšovače Star je pouze část kolene vyplněna směšovačem a zbylá je volná.
5. Rov. 31, jak je v kolenu definována směšovací délka L ?
6. Jaká byla rychlost nástřiku NaOH do systému při homogenizačních experimentech?
7. Obr. 38 – 40, na těchto obrázcích máte vždy pro jednu hodnotu rychlosti a Re tři fotografie vedle sebe. Čím se liší, nechybí náhodou na obrázcích časový údaj nebo měřítko?
8. Z obr. 39 je zřejmé že směšovač Helical instalovaný v kolenu dosáhne homogenity již od cca 4. elementu (segmentu), není tedy z hlediska hydraulické ztráty a menšího stínění dostatečné umístit elementy směšovače pouze do cca $\frac{1}{2}$ (90°) kolena? Stejně jako z obr. 40 je vidět, že směšovač Star zajistí již v druhé polovině kolene zhomogenizovaný tok. Otázkou je však, jak to vypadá u SM Star, resp. jak by to v případě SM Helical vypadalo se setrvačným prouděním v této části kolena bez směšovače.
9. Obr. 59 a 60, doporučuji i do obrázku uvést co je na ose y . Dále doporučuji pro diskusi a sledování velikosti plochy, ve které napětí na stěně přesahuje nějakou z popisovaných limitních hodnot interpretovat tyto distribuční křivky v integrálním tvaru. V diskusi vlastně tyto integrální hodnoty používáte a v textu popisujete.
10. Obr. 65 a 66, co je parametrem pro jednotlivé řezy. Jedná se o řezy ve stejném místě a pro jiný čas a jaký nebo pro stejný čas a jiná místa a jaká?
11. Porovnání tlakové ztráty v kolenu bez instalovaných směšovačů, obr. 67. Předpokládám, že ve Fluentu jste počítal se zcela hydraulicky hladkou stěnou (nezadával jste její drsnost). Pokud tomu tak je, proč jste porovnávací výpočet také neprovedl pro hydraulicky hladkou trubku? Možná by poté byla lepší shoda mezi výsledky ze simulace a z výpočtu. Domnívám se, že i z praktického hlediska je drsnost nového nijak nepoškozeného skla bez jakýchkoli nečistot a úsad zanedbatelná.

Předloženou diplomovou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 20.1.2025

Podpis: Prof. Ing. Tomáš Jirout, Ph.D.