

Oponentský posudek diplomové práce Martina Tauera

Předložená diplomová práce s názvem „Zařízení pro míchání a homogenizaci suspenze papíroviny“ se zabývá literární a patentovou rešerší geometrie míchadel aplikovatelných na vláknité suspenze, popisem základních procesních parametrů a charakteristik potřebných pro návrh míchaného aparátu, geometrickým modelováním nově navržených míchadel a měřením jejich příkonové charakteristiky a otáček vzhledem k vznosu.

V úvodní části práce se autor zaměřuje na popis obecných charakteristik suspenze jako je její složení, koncentrace, mez toku a s ní související velikostí kaverny vznikající v míchané vsádce, které v další kapitole doplňuje informacemi o příkonové a suspenzační charakteristice a dalších parametrech, jako je například průtokové číslo a další. V části věnující se průmyslové a patentové rešerši kombinuje výsledky svého studia patentů a literárních zdrojů dostupných v databázích vydavatelů vědeckých časopisů. V krátké následující kapitole se autor věnuje aplikačně důležité oblasti a to aplikaci výsledků získaných v laboratoři na návrh průmyslových aparátů, tj. změně měřítka. Zde autor uvádí modelová kritéria vhodná pro přenos na reálné aparáty. Po těchto úvodních kapitolách následuje vlastní, praktický, obsah práce. První část se věnuje metodice tvorby dvou 3D modelů míchadel vhodných pro míchání vláknitých suspenzí inspirovaných míchadly z části literární rešerše. Autor popisuje tvorbu modelů těchto míchadel s použitím aplikace Autodesk Inventor. Poslední část diplomové práce se zaměřuje na testování navržených míchadel, které byly vyrobeny technologií 3D tisku. Autor se zabývá měřením příkonové a suspenzační charakteristiky, zde představované kritickými otáčkami. Svě výsledky autor porovnává s výsledky naměřenými na „etalonovém“ míchadle 6SL45, kde vyjadřuje své uskokojení nad přesností měření. Navržená míchadla pak detailně porovnává s vybranými míchadly z hlediska příkonového čísla a měrného příkonu potřebného pro dosažení suspenzace míchané vsádky a hlouběji diskutuje své výsledky. V tomto srovnání vychází velice dobře jedno z navržených míchadel.

Diplomová práce se zabývá velice zajímavým tématem, je psána jasně a srozumitelně, a je patrné, že autor se snažil této práci věnovat maximální úsilí i přes nástrahy kladené stále přezívaným virem skupiny SARS-CoV-2. Práce je napsána jasným a stručným stylem s menším množstvím formálních chyb a nejasností, ale s velkým přínosem v oblasti míchání vláknitých suspenzí. Práce je pěkně graficky provedená. Práce splňuje všechny náležitosti diplomové práce.

Diplomovou práci hodnotím známkou

B (velmi dobře)

a prosím diplomanta o vymezení se k následujícím drobným otázkám či připomínkám.

- V práci se pracuje s pojmem „suspenze papíroviny“, uvádí se zde různé vlastnosti, modely, . . . , například pro mez toku. Bylo by možné pojem suspenze papíroviny blíže definovat z hlediska složení, materiálů, . . . , či se jedná o jakoukoliv suspenzi vytvořenou z jakéhokoliv papíru, jakéhokoliv velikosti, . . . ?
- Rovnice (8) na straně 12 vyjadřuje velikost měrné disipované energie. Při dosažení běžných hodnot, jako je koncentrace a podíl průměru míchadla a velikosti nádoby, vychází z této rovnice obrovská čísla. Je to tak v pořádku?
- Vztahy (9, 10) na straně 13 vyjadřují velikost otáček souvisejících s velikostí kaverny. Z první rovnice například vyplývá, že tyto otáčky jsou nepřímo úměrné velikosti meze toku. Z druhé rovnice vyplývá, že tyto otáčky jsou přímo úměrné druhé odmocnině meze toku. Je to tak správně?
- Na straně 14 v rovnici (12) vystupují dva symboly, K a k . Oba spojujete s Metzner–Ottovým koeficientem (i v seznamu symbolů). Je to tak správně? Pokuste se vysvětlit význam obou. Na čem tyto koeficienty závisí a existuje nějaká jejich typická/doporučená hodnota? Poslední

věta odstavce zní „Po určení Reynoldsova čísla je možné z příkonové charakteristiky odečíst příkonové číslo a z něj poté určit otáčky.“ Jak tedy v tomto případě určíme Reynoldsovo číslo, když ještě neznáme otáčky?

- Na straně 14 a 15, v rovnici (14) a na obrázcích 2 a 3 uvádíte suspendační charakteristiku. Zmiňujete zde obvyklou závislost dvou parametrů, C a c na objemové koncentraci částic c_v . Znamená to, že ve většině případů dostaneme právě takové závislosti? Nebo by bylo výhodnější popsat závislosti nějakou funkcí s dalšími obecnými parametry? Je to možné? U jednoho grafu zmiňujete, že platí pro relativně malé částice. Jaké to jsou? Co musí splňovat?
- Na straně 31 své práce zmiňujete možnost průmyslové výroby ohnutím skutečných „plechů“ tak, jak to bylo provedeno v nástroji Autodesk Inventor. Bylo by to tak jednoduše možné? Jakou operaci si obecně představujete pod pojmem ohnutí plechů?
- Na straně 32 píšete, že hrany lopatek nebylo možné zaoblit, protože to neumožnil program. Pomiňme fakt, že váš návrhový nástroj ovlivnil výsledky vašeho procesního návrhu a nejspíše chování reálného míchadla. Bylo by tedy žádoucí, aby byly lopatky zaobleny, nebo by to neovlivnilo charakteristiky a chování míchadla ve vláknité suspenzi? Bylo by možné míchadlo se zaoblenými hranami vytisknout vámi zvolenou technologií?
- V práci se několikrát opakuje pojem „kritický úhel sklouznutí vláken“ a zdůrazňuje se jeho důležitost při návrhu tvaru lopatek. Nenašel jsem však žádné informace týkající se velikosti tohoto úhlu, na čem závisí, . . . Jak tedy byl obecně proveden návrh geometrie míchadel? V práci jsou uvedeny šířky, poloměry, úhly, . . . , ale není zcela jasné proč byly zvoleny tyto hodnoty. Je to stejná magie jako při návrhu karoserie automobilů designérem?
- Na straně 37 máte uvedeny výsledky měření krouticího momentu na vašich míchadlech doplněné měřením naprázdno. Při určování skutečného krouticího momentu pak krouticí moment naprázdno používáte jako korekci krouticího momentu naměřeného. Používáte však aktuální hodnoty při daných otáčkách, které jsou, stejně jako hodnoty při skutečném procesu, zatíženy chybou. Nebylo by lepší pokusit se nejprve zpracovat charakteristiku chodu naprázdno a nahradit ji nějakou závislostí, či alespoň průměrnou hodnotou, a to i v případě, že vám jde pouze o informativní měření?
- Na straně 47 své práce uvádíte výsledky měrného příkonu při míchání suspenze při zjištěných kritických otáčkách. Při výpočtu používáte příkonového čísla zjištěného pro nějaký rozsah Reynoldsových čísel. V tomto případě se však pohybujete pod spodní mezí měřeného intervalu. Je to tak v pořádku? Kdy tedy začíná oblast turbulentního proudění? Je v pořádku používat příkonové číslo zjištěné měřením na homogenním systému pro takovéto vláknité suspenze? Při procesu dochází nejspíše k interakci vláken a míchadla? Neovlivňuje to chování více než jen změna hustoty ve vztahu pro příkonové číslo?

Martin Dostál

v. r.

Ústav procesní a zpracovatelské techniky
Fakulta strojní ČVUT

Praha, 2. února 2021