

Praca dyplomowa inżynierska

Badanie doświadczalne pola stężenia niereagującego traseru w płynach o zmiennej lepkości w procesie mieszania w mieszalniku zderzeniowym

Autor: Albert Kaliszewski

Nr albumu: 253291

Promotor: dr inż. Wojciech Orciuch

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Krzysztof Wojtas

Rok akademicki: 2015/2016



Wprowadzenie

Mieszanie to jeden z najbardziej rozpowszechnionych procesów w przemyśle przetwórczym. Proces mieszania wpływa bezpośrednio na rozkład stężenia i temperatury w masie płynu wypełniającej mieszalnik oraz na szybkość odnawiania powierzchni, co szczególnie korzystnie wpływa na procesy wymiany masy i ciepła, zwiększając ich efektywność. Szczególnym rodzajem aparatów służących mieszaniu płynów (mieszalników) są mieszalniki zderzeniowe, wykorzystujące kolizję doprowadzanych strumieni. W wyniku tego zderzenia dochodzi do bardzo szybkiego wymieszania kontaktujących się ze sobą płynów. Ze względu na ich powszechność, istnieje potrzeba badania procesu mieszania: ważne jest poznanie mechanizmów wywołujących ten proces oraz określenie jego efektywności.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest analiza i przedstawienie wyników wykonanych badań nad procesem mieszania w symetrycznym T-kształtnym milimieszalniku zderzeniowym. Zbadano wpływ stosunku sił bezwładności do sił tarcia wewnętrznego (wyrażonego za pomocą liczb Reynoldsa) w przypadku cieczy o dwóch różnych wartościach współczynnika lepkości. Posłużono się bezinwazyjną metodą laserowo indukowanej fluorescencji (PLIF), za pomocą której określono chwilowe rozkłady stężenia niereagującego traseru fluorescencyjnego (rodaminy B). Zakres pracy obejmuje:

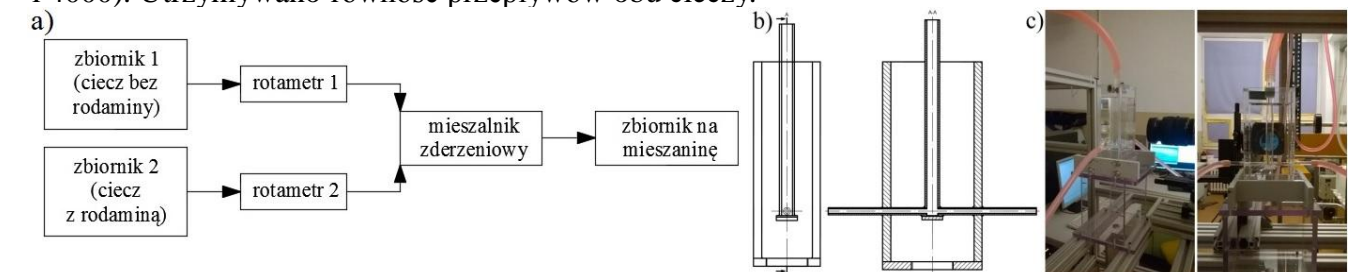
- Przegląd literatury dotyczącej badań nad procesem mieszania w mieszalnikach zderzeniowych o różnych geometriach (z naciskiem na T-kształtne) i podanie przykładów ich zastosowania.
- Doświadczalne badania nad polem stężenia rodaminy B podczas mieszania wody i wodnego roztworu traseru.
- Doświadczalne badania nad polem stężenia rodaminy B podczas mieszania wodnego roztworu dietanoloaminy (DEA) i takiego samego roztworu zabarwionego traserem.
- Porównanie wpływu zmiany lepkości na proces mieszania w badanym układzie.

Część teoretyczna

W części teoretycznej przybliżono przede wszystkim podstawowe informacje dotyczące zagadnień ruchu płynów (w tym także procesu mieszania), lepkości wraz z metodami pomiarowymi oraz dokonano przeglądu i opisu mieszalników zderzeniowych. Opisano także szczegółowo zastosowaną w badaniach laboratoryjnych metodę pomiarową – PLIF, polegającą na wykorzystaniu zjawiska fluorescencji (czyli pochłonięcia energii promieniowania świetlnego o pewnej wartości i wtórną emisję takiego promieniowania o mniejszej wartości energii).

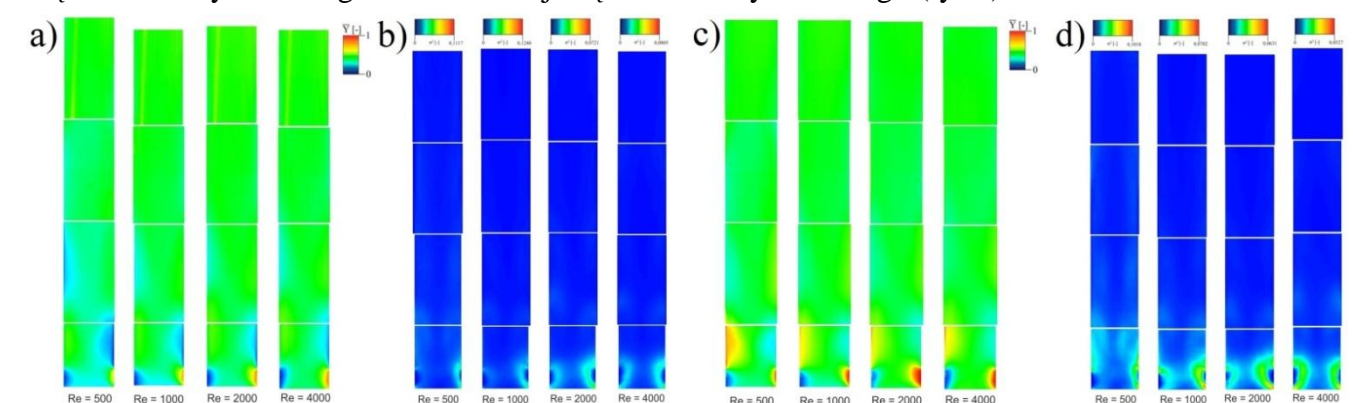
Część doświadczalna

Celem części doświadczalnej niniejszej pracy było zbadanie procesu mieszania w symetrycznym T-kształtnym mieszalniku zderzeniowym (rys.1b) o kanałach wlotowych o średnicy 4,6 mm i kanale wylotowym o średnicy 11 mm, poprzez określenie rozkładu stężenia rodaminy B wzdłuż mieszalnika. Badania te przeprowadzono dla dwóch par cieczy: woda (destylowana) i wodny roztwór rodaminy o stężeniu ok. $100 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ (układ 1) oraz wodny roztwór dietanoloaminy (DEA) o stężeniu około $1077 \text{ mol}/\text{m}^3$ (liczba Schmidta $Sc=2000$) i wodny roztwór dietanoloaminy (o takim samym stężeniu), i rodaminy o takim samym stężeniu ok. $100 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ (układ 2). Za pomocą rotametrów ustawiono przepływy odpowiadające żądanym wartościom liczby Reynoldsa (wybrano wartości: 500, 1000, 2000 i 4000). Utrzymywano równość przepływów obu cieczy.



Rys.1. a) schemat blokowy układu badawczego; b) rysunek techniczny badanego mieszalnika (z płaszczem); c) zdjęcia rzeczywistego układu badawczego.

Podczas przeprowadzania badań użyto specjalistycznego sprzętu: kamera Thorlabs 8050M-GE z obiektywem Nikon AF micro-nikkor 60 mm oraz neodymowo-aluminiowy laser New Wave Research SoloIII-15. Za jego pomocą określono pola stężenia rodaminy wewnątrz mieszalnika poprzez wykonanie serii zdjęć badanego układu, w trakcie procesu mieszania. Na podstawie tych zdjęć, za pomocą programu MATLAB, dokonano analizy statystycznej i określono rozkłady średniego stężenia bezwymiarowego oraz wariancji stężenia bezwymiarowego (rys.2).



Rys.2. a) rozkład średniego stężenia bezwymiarowego (układ 1); b) rozkład wariancji stężenia bezwymiarowego (układ 1); c) rozkład średniego stężenia bezwymiarowego (układ 2); d) rozkład wariancji stężenia bezwymiarowego (układ 2).

Wnioski

Analizując uzyskane wyniki pomiarowe stwierdzono iż:

- badany mieszalnik zderzeniowy jest dobrym i skutecznym aparatem umożliwiającym dokładne i szybkie wymieszanie roztworów ciekłych, zachowując przy tym ciągłość procesu;
- w pewnej odległości od wlotów strumieni, uzyskuje się dobre (praktycznie idealne) wymieszanie;
- znacznie lepsze efekty mieszania uzyskano w przypadku cieczy o mniejszej lepkości (lepkość wody), niż podczas mieszania strumieni o podwyższonej lepkości;
- stwierdzono niewielki wpływ liczby Reynoldsa na stopień zmieszania w badanych układach.