

Praca dyplomowa inżynierska

Modelowanie procesu rozdrabniania cząstek zawiesiny w homogenizatorze zbiornikowym

Autor: Julia Wilewska

Nr albumu: 298087

Promotor: dr inż. Krzysztof Wojtas

Rok akademicki: 2021/2022

Wprowadzenie

Proces rozdrabniania cząstek zawiesiny znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu np. chemicznym, farbiarskim, farmaceutycznym. Modelowanie matematyczne procesu homogenizacji pozwala na porównanie wielu wariantów budowy i pracy homogenizatora, w celu wybrania optymalnych warunków pracy. Dzięki temu możliwy jest wybór najtańszej i najmniej energochłonnej geometrii mieszalnika.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest implementacja w oprogramowaniu Matlab metod kwadraturowych służących do rozwiązania bilansu populacji i przewidywania przebiegu procesu homogenizacji oraz przeprowadzenie symulacji procesu mieszania z wykorzystaniem obliczeniowej mechaniki płynów (program ANSYS Fluent) do określenia wartości kluczowych parametrów z punktu widzenia prowadzenia procesu. Zakres pracy obejmuje:

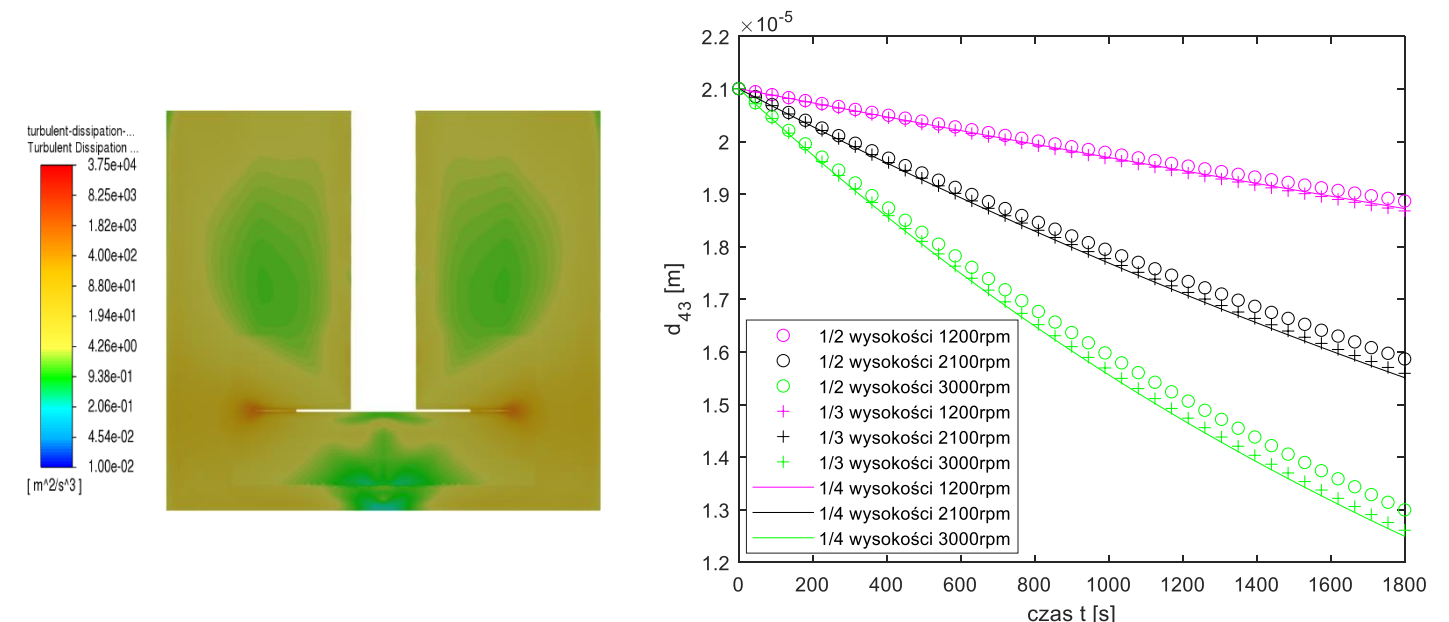
- przegląd literatury o tematyce rozpatrywanych zagadnień;
- stworzenie geometrii homogenizatora oraz siatki numerycznej, a następnie przeprowadzenie symulacji z wykorzystaniem obliczeniowej mechaniki płynów;
- napisanie kodu programu, w oprogramowaniu Matlab pozwalającego na rozwiązanie bilansu populacji;
- analiza i porównanie wyników pod względem efektywności homogenizacji.

Przeprowadzenie symulacji

W pracy badano homogenizację zawiesiny w zbiorniku z mieszadłem. Analizie poddano pracę czterech układów, tj. dwóch mieszadeł w zbiorniku z i bez przegród, dla trzech częstości obrotowych. Przeprowadzone obliczenia numeryczne zostały wykorzystane do analizy m.in. rozkładu prędkości, lepkości i szybkości dyssypacji energii w układzie. Uzyskane wyniki zastosowano w modelowaniu bilansu populacji przy użyciu dwóch metod kwadraturowych, uwzględniając kinetyki rozpadu cząstek.

Część obliczeniowa

W części obliczeniowej pracy przedstawiono geometrie homogenizatorów oraz opisano metodykę przeprowadzania obliczeń, wykorzystującą program: ANSYS Fluent oraz Matlab. Obliczenia były prowadzone dla trzech prędkości obrotowych mieszadła (1200, 2100, 3000 rpm).



Rys.1. Wykres konturowy szybkości dyssypacji energii oraz wykres prezentujący zależność średniego rozmiaru cząstek od czasu trwania homogenizacji dla mieszadła typu piła tarczowa w zbiorniku bez przegród.

Na podstawie wyników symulacji wykreślono wykresy konturowe prędkości obrotowej, lepkości dynamicznej i szybkości dyssypacji energii oraz odczytano średnie wartości tych parametrów, dla każdego z rozpatrywanych wariantów. W celu porównania efektywności rozdrabniania zależności od zużycia energii została wyznaczona moc mieszania. Następnie zweryfikowano poprawność metody pozwalającej na rozwiązywanie bilansu populacji, do którego w kolejnym etapie zaimplementowano kinetykę rozpadu cząstek. W wyniku obliczeń otrzymano rozkład średniego rozmiaru cząstek po czasie oraz wartości rozmiarów cząstek po zakończeniu procesu homogenizacji. Najkorzystniejsze wartości parametrów procesowych można otrzymać wykorzystując mieszadło PBT zawieszony w 1/2 wysokości zbiornika z przegradami.

Wnioski

Dzięki przeprowadzeniu symulacji z wykorzystaniem obliczeniowej mechaniki płynów możliwe jest wyznaczenie parametrów hydrodynamicznych homogenizacji, które są niezbędne do rozwiązania bilansu populacji. W wyniku przeprowadzonych obliczeń możliwe jest wybranie najkorzystniejszego układu do prowadzenia homogenizacji. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że przyjęta procedura obliczeniowa jest poprawna i w zadowalający sposób spełnia swoją rolę.