

Praca dyplomowa inżynierska

Wykorzystanie obliczeniowej mechaniki płynów do modelowania pracy mieszadła wytwarzającego duże naprężenia ścinające w mieszalniku zbiornikowym



Autor: Jakub Golec

Nr albumu: 283148

Promotor: prof. uczelni dr hab. inż. Łukasz Makowski

Rok akademicki: 2019/2020

Wprowadzenie

W pracy został przedstawiony proces mechanicznego mieszania, w którym ruch płynu wewnątrz zbiornika jest wywołany ruchem mieszadła o wysokich naprężeniach ścinających. Zastosowano mieszadło w kształcie płaskiego dysku, a także jego zmodyfikowaną wersję z wyciętymi 5 otworami. Rozważano cztery częstości obrotów: 500 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm oraz 5000 rpm.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest modelowanie procesu mieszania mechanicznego wywołanego mieszadłem o wysokich naprężeniach ścinających korzystając z obliczeniowej mechaniki płynów (CFD). W pracy użyto oprogramowania ANSYS.

Zakres pracy obejmuje:

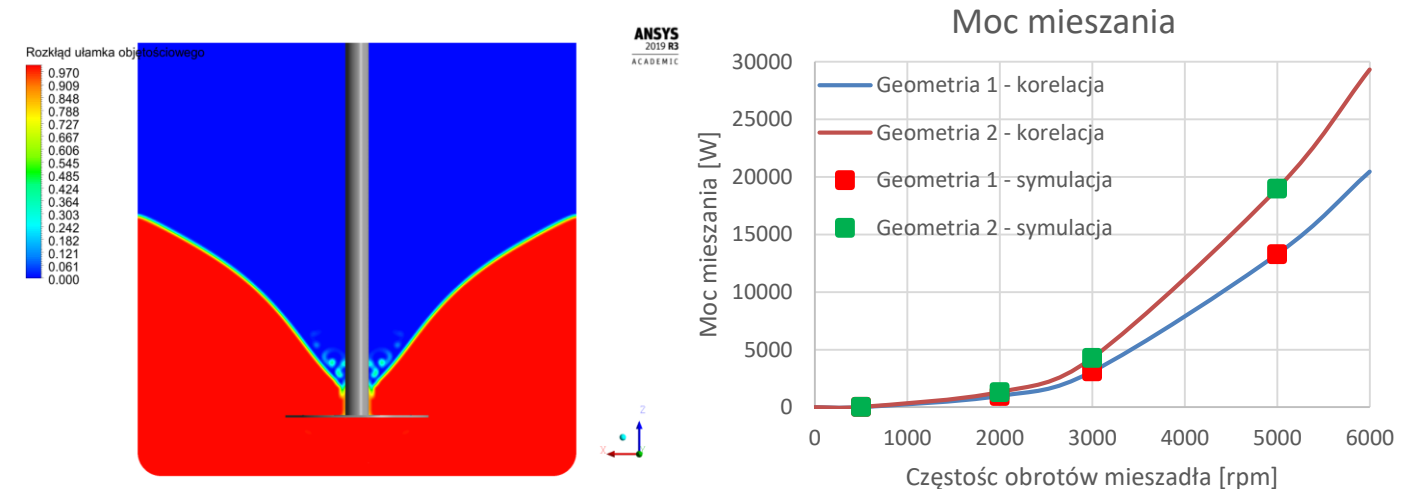
- przeprowadzenie symulacji dla podstawowej geometrii mieszadła i wyznaczenie parametrów procesu mieszania,
- uzależnienie tych parametrów od częstości obrotów,
- wykonanie symulacji dla geometrii mieszadła z wprowadzonymi modyfikacjami i ocenienie ich efektywności w procesie mieszania.

Mieszanie

Proces mieszania może zachodzić zarówno samorzutnie jak i na skutek wymuszenia w postaci dostarczenia energii do układu. Proces polega na przemieszczeniu się elementów płynu w celu wyrównania parametrów takich jak temperatura i stężenie, aby otrzymać stabilny układ. W przypadku mieszania mechanicznego energia wprowadza w ruch mieszadło, która następnie zostaje przekazana do płynu i dalej w głąb fazy. Proces mieszania zależy od zastosowanego mieszadła, rodzaju przepływu (laminarny, przejściowy, burzliwy), a także parametrów fizykochemicznych układu.

Wyniki obliczeń

Obliczenia przeprowadzono w oprogramowaniu ANSYS Fluent w wersji 2019 R3, gdzie zaimplementowano obydwie geometrie mieszadeł i modelowano proces mieszania.



Rys.1. Rozkład ułamka objętościowego cieczy oraz wykres obrazujący zależność mocy mieszania od prędkości obrotów mieszadeł

Dla obu geometrii wraz ze wzrostem częstości obrotów mieszadła zakrzywienie powierzchni swobodnej wzrasta, aż do pewnej granicznej wartości częstości obrotów mieszadła, kiedy to powierzchnia międzyfazowa styka się z mieszadłem i przepływ staje się nieustalonym pulsującym. Wyniki symulacji pokazują, że dla płaskiej tarczy mieszadła początkowo zakrzywienie lustra jest dość niewielkie i dopiero przy dużych częstościach obrotowych powstaje lej. Po zastosowaniu modyfikacji w geometrii mieszadła sytuacja znacząco się zmienia, ponieważ już dla 500 rpm zaobserwowano zakrzywienie lustra cieczy, które dla każdej częstości obrotów jest większe dla odpowiadającej jej geometrii podstawowej.

Jak wynika z wykresu wraz ze wzrostem prędkości obrotowej mieszadła rośnie zapotrzebowanie na moc. Dla małych wartości wzrost ten jest dość mały, jednak dla większych jest znaczący. Po zastosowaniu modyfikacji w geometrii mieszadła moc mieszania wzrasta o około 40%.

Wnioski

Wprowadzenie modyfikacji znacznie zwiększa wartości prędkości płynu, szybkości dyssypacji energii oraz strumienia cyrkulacji, a także mniejsze objętości obszarów o obniżonych wartościach prędkości, co może powodować eliminację stref martwych. Po porównaniu wszystkich parametrów mieszania korzystniej wypada mieszadło z wprowadzonymi modyfikacjami. Pokazuje to, że niewielka modyfikacja może polepszyć proces mieszania.