

Praca dyplomowa inżynierska

Wybrane aplikacje przemysłowe symulacji obliczeniowej mechaniki płynów w procesach inżynierii chemicznej

Autor: Krystyna Gołaszewska

Nr albumu: 220403

Promotor: dr hab. inż. Łukasz Makowski

Rok akademicki: 2013/2014

Wprowadzenie

Obliczeniowa mechanika płynów (ang. Computational Fluid Dynamics, CFD) jest narzędziem umożliwiającym przeprowadzenie symulacji procesów przenoszenia za pomocą metod numerycznych. Inżynieria chemiczna wykorzystuje to narzędzie do modelowania i opisu matematycznego transportu masy, ciepła i pędu w płynach i ciałach stałych.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest poglądowe przedstawienie możliwości modelowania, którego istotną zaletą jest przedstawienie zjawisk transportu w postaci wykresów konturowych.

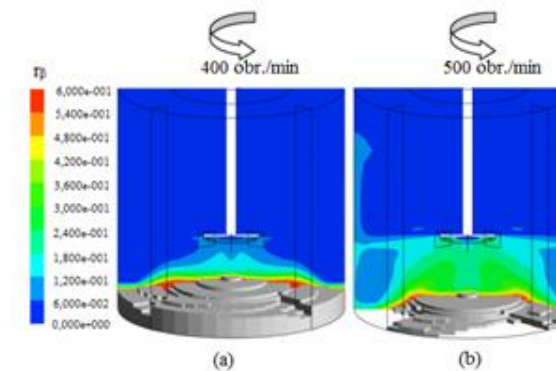
Zakres pracy obejmuje cztery obszary zastosowań obliczeniowej mechaniki płynów w inżynierii chemicznej. Uwzględniono w niej reaktory, cyklony i hydrocyklony oraz mikroreaktory. W wymienionych aparatach istotne jest przewidywanie intensywności procesów transportu w płynach.

CFD jako narzędzie inżynierskie

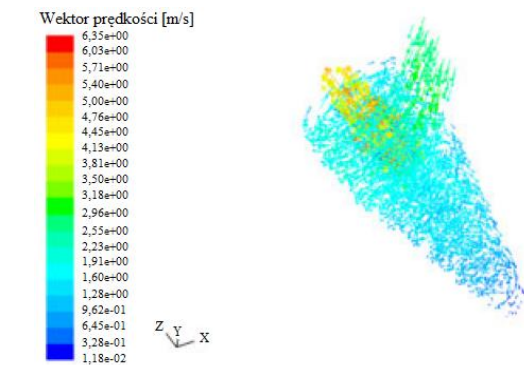
Symulacje CFD istotne są nie tylko w badaniach zastępujących laboratorium dla inżynierów, ale także dają cenne wskazówki dla konstruktorów urządzeń. Jak wynika z tej pracy, nowym wyzwaniem jest ułatwienie produkcji kwadratowych mikrokanalików o bardzo małych bokach w mikroreaktorach oraz możliwe zminimalizowanie oporów transportu masy. W cyklonach i hydrocyklonach natomiast, dzięki CFD można usprawnić pracę tych aparatów poprzez odpowiednie miejsce podawania płynu do oczyszczenia. Obliczeniowa mechanika płynów pozwala także na określenie np. odpowiedniego typu mieszadła i jego prędkości obrotowej w zależności od tego z jakim układem mamy do czynienia (ciecz – ciecz, ciecz – ciało stałe itp.).

Wybrane zastosowania CFD w inżynierii chemicznej

Przedstawione w pracy wyniki pokazują, że do dokładnego opisanie procesu konieczne jest wykonanie dopasowanej siatki numerycznej pod względem ilości i kształtu jej komórek, jednak zachowując pewną równowagę zgodną z czasem obliczeń i możliwościami komputera.



Rys.1. Konturowy wykres 3D dla osadu objętościowej frakcji stałej dla częstotliwości obrotowych: (a) 400 obr./min; (b) 500 obr./min; (Tamburini i in. 2013)



Rys.2. Wektory prędkości dla fazy ciągłej dla natężenia strumienia gazu 10 l/min (Bardin-Monnier i in., 2013)

Potwierdza to analiza wykonana dla reaktorów z mieszadłem oraz dla hydrocyklonów, w których kluczowym elementem jest rozwój rdzenia powietrza. Okazuje się także, że CFD pozwala na zauważenie wcześniej nie branych pod uwagę czynników, które jednak mają znaczący wpływ na przebieg procesu, tak jak w przypadku mieszania zawiesin (profile stężeń cząstek stałych w kierunku promieniowym). Obliczeniowa mechanika płynów ma także duże znaczenie w nowoczesnych technologiach, ponieważ dzięki niej można sprawdzić jakie parametry mają znaczenie przy projektowaniu procesów, takich jak reforming parowy metanu w mikroreaktorach.

Wnioski

W przyszłości można spodziewać się, że obliczeniowa mechanika płynów będzie udoskonalania poprzez nowe oprogramowanie do jej wykonania oraz rozwój samych komputerów. Sądzę także, że stanie się powszechnym narzędziem w przemyśle chemicznym zarówno do projektowania nowych procesów i optymalizowania już istniejących, ale także do przewidywania ewentualnych awarii aparatury.