



MODELOWANIE PRZEBIEGU PROCESÓW INŻYNIERII CHEMICZNEJ Z UŻYCIEM MODELI WIELKOWIROWYCH (LES).



Autor pracy: Anna Maria Kochańska

Promotor pracy: dr inż. Łukasz Makowski

Praca inżynierska wykonana w roku akademickim 2012/2013

Cel i zakres pracy:

Celem pracy jest ukazanie zastosowania symulacji wielkowirowych LES w modelowaniu przebiegu procesów inżynierii chemicznej. Korzystając z dostępnych źródeł literaturowych starano się przybliżyć, na konkretnych przykładach, cele modelowania procesów, a na podstawie wyników symulacji – trafność wyboru metody LES.

Zakres pracy obejmuje przegląd literaturowy dotyczący modelowania procesów inżynierii chemicznej z wykorzystaniem symulacji wielkowirowych: procesów mieszania, procesów wymiany masy oraz procesów zachodzących w reaktorach chemicznych.

Wnioski:

Symulacje wielkowirowe stosowane są do opisu przebiegu procesów inżynierii chemicznej, w których istotne jest zapewnienie burzliwego przepływu płynów. Podczas takiego przepływu wymiana pędu, masy i energii jest bardziej efektywna niż w przepływie laminarnym. Projektując procesy, w których zależy na intensywności zjawisk przenoszenia, najczęściej dąży się do uzyskania przepływu turbulentnego.

Wyniki modelowania opisanych w tejże pracy procesów ujawniają szczegóły dotyczące ich przebiegu. Pozwalają zrozumieć przyczyny zjawisk zachodzących w aparaturze procesowej podczas trwania procesu, a także zmieniając parametry i warunki prowadzenia procesu, przewidują ich przebieg.

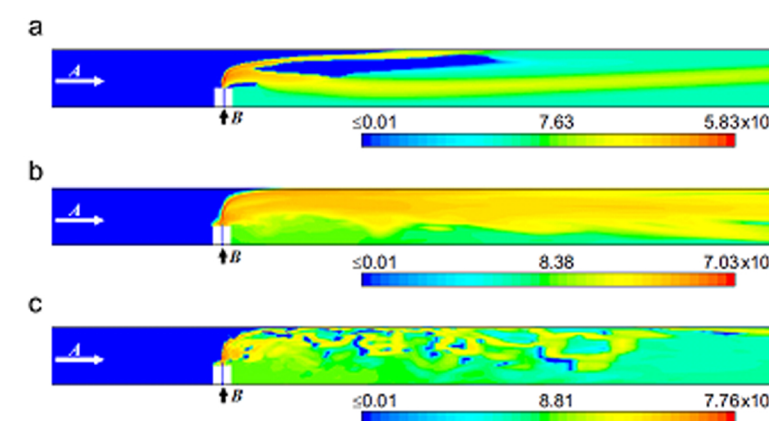
Przegląd literaturowy dotyczący procesów mieszania przybliżył zastosowanie metody LES do opisu hydrodynamiki mieszania dla różnych typów mieszalników czy stosowanych mieszadeł. Znajomość rozkładu prędkości, rozkładu stężenia, stopnia wymieszania czy czasu potrzebnego do jego osiągnięcia, ma znaczenie w projektowaniu aparatury dla konkretnego procesu. Wyniki symulacji LES dla zaprezentowanych przykładów mieszania, przy zastosowaniu odpowiednich modeli podsiatkowych, siatek numerycznych etc., były zgodne lub bliskie dostępnym danym doświadczalnym oraz często lepiej przewidywały proces niż inny model stosowany do opisu burzliwości – model RANS.

Układy wielofazowe bardzo często występują w procesach przemysłu chemicznego. Znajomość zachowania się układu w danych warunkach oraz przy zastosowaniu różnych parametrów procesowych jest bardzo ważna. Opisane przykłady modelowania przebiegu procesów zachodzących

w układach wielofazowych z użyciem symulacji wielkowirowych, przy zastosowaniu odpowiedniego modelu opisującego wzajemne relacje fazy ciągłej oraz rozproszonej, były zbliżone z wynikami doświadczeń rzeczywistych. Porównanie symulacji wielkowirowych z metodą RANS pozwala stwierdzić, że model LES przewiduje więcej szczegółów dotyczących przepływu. Te dwa argumenty ukazują słuszność zastosowania metody LES do opisu tychże procesów.

W przypadku procesów zachodzących w reaktorach chemicznych, modelowanie ma na celu określenie wpływu sposobu prowadzenia procesu m.in. rodzaj reaktora, dobór sposobu i intensywności mieszania na przebieg reakcji chemicznej. W omówionych przykładach przepływu z reakcją chemiczną metoda LES przewidziała wpływ mieszania i szybkości przepływu reagentów na przebieg procesu. Wyniki symulacji wielkowirowych zostały porównane z danymi doświadczalnymi, a także z wynikami symulacji przeprowadzonych metodą RANS. Z porównania wynika, że metoda LES lepiej opisuje rozważane procesy.

Przykładowy wynik symulacji pokazano na ilustracji poniżej.



Rysunek 1 „Rozkład stopnia nasycenia w płaszczyźnie symetrii reaktora dla $Re = 10\ 000$ i $Ru = 10$ (skala logarymiczna), (a) wyniki $k-\epsilon$, (b) wartości uśrednione w czasie (LES), (c) wartości chwilowe (LES)” (Makowski Ł., Orciuch W., Bałdyga J., 2011, Large eddy simulation of mixing effects on the course of precipitation process, Chemical Engineering Science, 77, str. 90).