

Praca dyplomowa inżynierska

Modelowanie pola przepływu wokół opadających cząstek przy użyciu obliczeniowej mechaniki płynów



Autor: Anna Maciejewska

Nr albumu: 258332

Promotor: dr hab. inż. Łukasz Makowski

Rok akademicki: 2016/2017

Wprowadzenie

Obliczeniowa mechanika płynów (*ang. Computational Fluid Dynamics*) jest działem mechaniki płynów wykorzystującym metody numeryczne do rozwiązywania zagadnień przepływu płynów. Jest coraz powszechniejszym narzędziem używanym zarówno przez naukowców jak i inżynierów w rozwiązaniach przemysłowych. CFD umożliwia przeprowadzenie tzw. „eksperymentu numerycznego” w warunkach wytworzonych przez oprogramowanie komputerowe, odpowiadających rzeczywistemu środowisku badanego układu. Najważniejszą zaletą CFD jest możliwość kompleksowej analizy procesu bez konieczności przeprowadzania rzeczywistego eksperymentu, co najczęściej prowadzi do prostszego, tańszego, łatwiejszego i szybszego rozwiązania danego problemu.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest symulacja komputerowa pola przepływu wokół opadających cząstek o zmiennym kształcie przy użyciu CFD oraz porównanie otrzymanych wyników z danymi doświadczalnymi. Wykonano obliczenia dotyczące reżimu burzliwego. Zakres pracy obejmuje:

- charakterystykę najważniejszych zagadnień dotyczących oporów przepływu wokół cząstek;
- stworzenie domeny obliczeniowej i przeprowadzenie symulacji komputerowej dla różnych wariantów opływu cząstki;
- obliczenia współczynnika oporu na podstawie wyników otrzymanych z programu Ansys Fluent oraz literatury;
- weryfikacja wyników z symulacji CFD oraz porównanie ich z obliczeniami teoretycznymi.

Część teoretyczna

W tej części przedstawiono charakterystykę czynników wpływających na współczynnik oporu, najważniejsze parametry opisujące przepływ oraz siły działające na poruszający się obiekt w płynie.

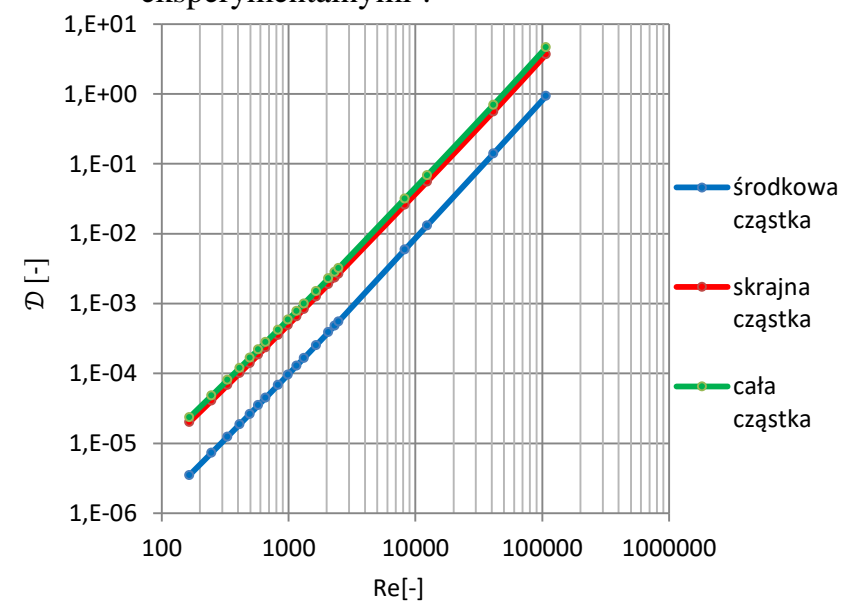
Część modelowa

Wykonano prezentację wyników uzyskanych poprzez stworzenie w oprogramowaniu ANSYS warunków podobnych do doświadczeń w tunelach aerodynamicznych oraz przeprowadzenie symulacji komputerowej przepływu płynów newtonowskich wokół cząstek o odmiennych geometriach.

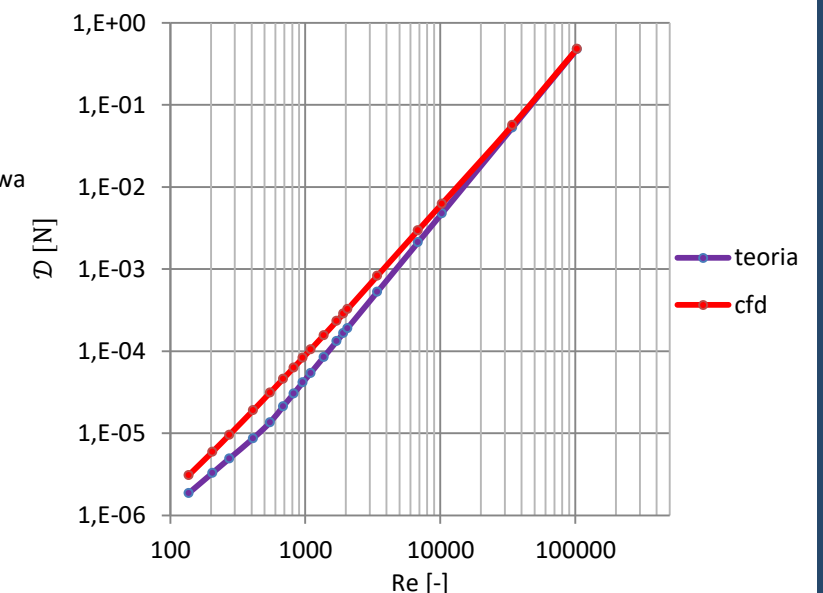
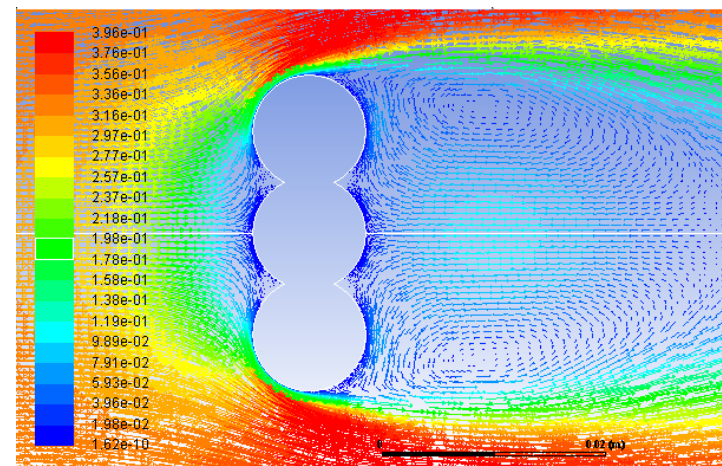
Wykonano analizę CFD następujących modeli:

- przepływ powietrza wokół kulistej cząstki stałej,
- przepływ wody wokół kulistej cząstki stałej,
- przepływ powietrza wokół trzech połączonych ze sobą cząstek stałych kulistych.

Wynik symulacji zobrazowano za pomocą rozkładu pola prędkości oraz rozmieszczenia wektorów prędkości wokół opadającej cząstki w danym płynie. Po zakończeniu iteracji odczytano wyznaczoną siłę oporu działającą na ścianę cząstki, co pozwoliło na obliczenie współczynnika oporu. W celu sprawdzenia poprawności przeprowadzonych obliczeń numerycznych dokonano porównania ich rezultatu z danymi eksperymentalnymi.



Rys.1. Wykres siły oporu działającej na trzy połączone cząstki kuliste



Rys.2. Porównanie siły oporu wyznaczonej na podstawie teorii i CFD

Rys.3. Wektory prędkości wokół opadającej cząstki ciała stałego

Wnioski

Modelowany w pracy inżynierskiej przepływ płynu wokół opadających cząstek jest dowodem na zmniejszanie oporów działających na cząstki ciała stałego ze wzrostem liczby Reynoldsa. Obliczenia numeryczne pozwoliły na analizę

licznych przypadków zachowania płynu podczas zwiększania prędkości przepływającego płynu. Potwierdzono poprawność obliczeń w częściowym zastosowanym zakresie liczb Reynoldsa. Szeroko dostępna literatura oraz dobrze opracowane zależności empiryczne powodują łatwość w weryfikacji obliczonych parametrów w przypadku prostych geometrii. Symulacje z wykorzystaniem modeli turbulencji często zawyżają parametry opisujące tę turbulencję poprzez jej „sztuczne” wprowadzanie, dlatego inżynier musi pamiętać o tym, że CFD nie jest narzędziem idealnym i używanie go wymaga starannego i dokładnego podejścia.