

Praca dyplomowa inżynierska

Modelowanie rozkładu stężenia zawiesiny w przepływie ścinającym

Autor: Jarosław Matczuk

Nr albumu: 244546

Promotor: dr inż. Wojciech Orciuch

Rok akademicki: 2014/2015

Wprowadzenie

Umiejętność opisu zachowania zawiesiny ciała stałego w cieczy w różnych przepływach jest niezmiernie ważna z punktu widzenia nauki, czy też przemysłu, lecz do tej pory opis ten nastrocza wielu problemów. Spowodowane jest to ogromną ilością czynników wpływających na zachowanie zawiesiny m.in. interakcje między cząstkami oraz pomiędzy cząstkami i płynem. Ilość tych czynników oraz ich siła, z jaką oddziałują na zawiesinę jest tym większa, im bardziej staje się ona stężona.

Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy było wyznaczenie metodami CFD rozkładu stężenia cząstek w zawiesinie w przepływie Couette'a zgodnego z analitycznie otrzymanym rozwiązaniem modelu Phillipsa i in.[1] oraz ukazanie wpływu stężenia oraz prędkości obrotowej na ten rozkład. W tym celu napisany został w języku programowania C, a następnie zaimplementowany do programu Ansys Fluent 14.0, model Phillipsa i in.[1]. Obliczenia zostały przeprowadzone dla dwóch różnych stężeń oraz dwóch prędkości obrotowych w celu ukazania wpływu tych parametrów na rozkład stężenia zawiesiny.

Segregacja cząstek w płynącej zawiesinie (Model Phillipsa i in.[1])

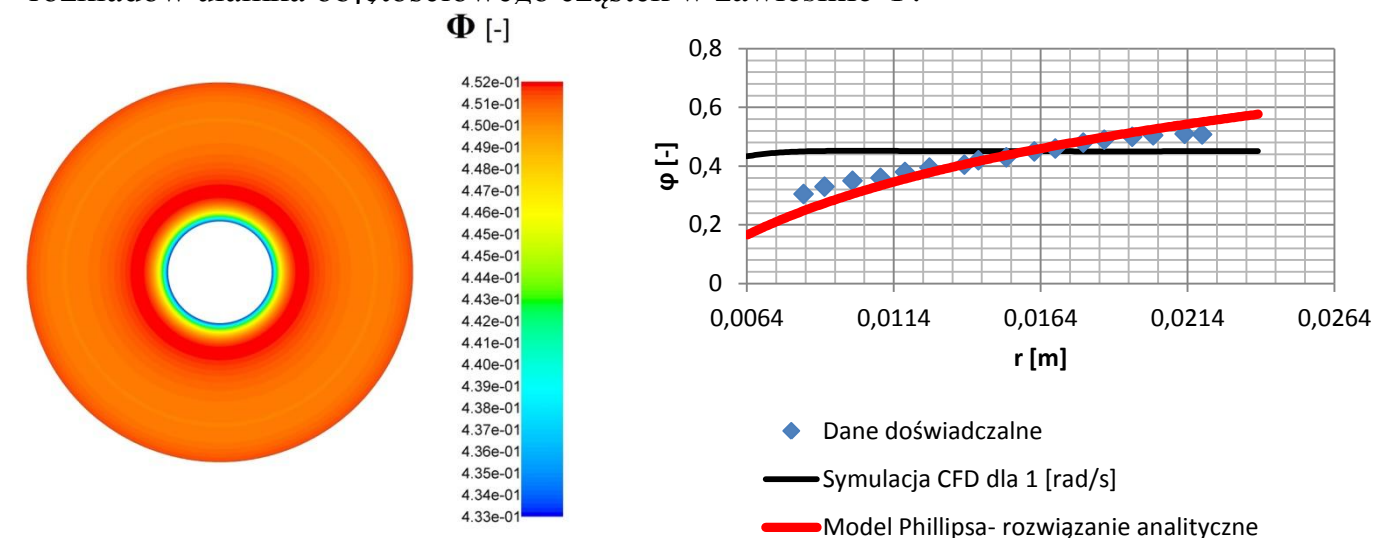
W pracy Phillipsa i in.[1] opracowany został zestaw równań konstytutywnych do opisu rozkładu stężenia twardych, kulistych cząstek ciała stałego zawieszonych w newtonowskiej fazie ciągłej. Model ten uwzględnia charakterystyczny rozkład cząstek zawiesiny w przepływie ścinającym, który został opisany w pracy m.in. Leightona, Acrivos[2]. Rozkład ten wywołany jest migracją cząsteczek z regionów o większej wartości naprężeń ścinających do regionów o mniejszej wartości tegoż parametru. Jak dowodzą Leighton i Acrivos[2] migracja ta jest wywołana przez efekt przestrzennie zmieniającej się częstotliwości interakcji między cząstkami oraz przestrzennie zmieniającej się lepkości.

[1] Phillips, R.J., Armstrong, R.C., Brown, R.A., Graham, A.L., Abbott, J.R., 1992, A constitutive equation for concentrated suspension that accounts for shear induced particle migration Phys. Fluids A 4 (1), 30–40

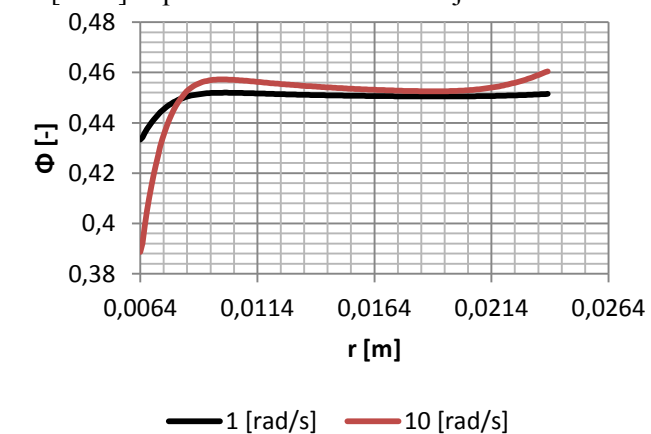
[2] Leighton D., Acrivos A., 1987, The shear-induced migration of particles in concentrated suspension, Journal of Fluid Mechanics, Volume 181, Pages 415-439

Wyniki

W pracy zastosowany został układ o geometrii z pracy Phillipsa i in.[1], mianowicie dwa współosiowe cylindry, przy czym wewnętrzny cylinder obraca się, a zewnętrzny pozostaje w spoczynku. Symulacja została przeprowadzona dla dwóch różnych stężeń oraz dwóch prędkości obrotowych. Poniżej przedstawiono przykłady uzyskanych rozkładów ułamka objętościowego cząstek w zawiesinie Φ .

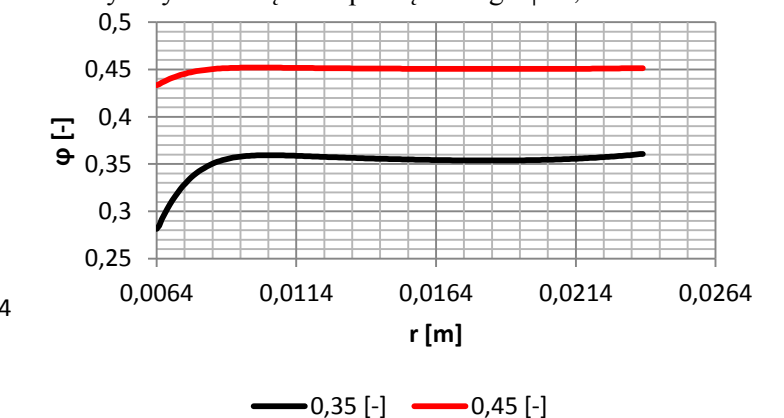


Rys.1. Rozkład stężenia zawiesiny o stężeniu początkowym 0,45 oraz prędkości obrotowej 1 [rad/s] w przestrzeni obliczeniowej



Rys.3. Porównanie rozkładów stężeń dla dwóch różnych prędkości obrotowych

Rys.2. Porównanie otrzymanego stężenia dla 1 [rad/s] z danymi doświadczalnymi oraz modelem analitycznym dla stężenia początkowego $\phi=0,45$



Rys.4. Porównanie stężeń dla różnych stężeń cząstek dla prędkości obrotowej równej 1 [rad/s]

Wnioski

Wyniki uzyskane w pracy zgodne są z obserwacjami doświadczalnymi, iż cząstki migrują z rejonów o większej szybkości ścinania do rejonów o mniejszej wartości tego parametru, lecz uzyskany rozkład stężenia zawiesiny jest nie do końca zbliżony z wynikami obliczeń analitycznych Phillipsa i in. [1]. Zwiększenie prędkości obrotowej oraz zmniejszenie stężenia zawiesiny, zwiększa poziom segregacji cząstek w przepływie.