

Praca dyplomowa inżynierska

Koalescencja kropeł w przepływie burzliwym



Autor: Dorota Lemanowicz

Nr albumu: 253304

Promotor: dr inż. Agata Bąk

Rok akademicki: 2015/16

Wprowadzenie

Układy dwufazowe ciecz – ciecz są wykorzystywane w wielu procesach przemysłu chemicznego, petrochemicznego, kosmetycznego, spożywczego, farmacji oraz w technologii oczyszczania ścieków. Przykładami operacji, w których występują układy rozproszone utworzone przez wzajemnie nierozpuszczalne ciecze są heterogeniczne reakcje chemiczne, emulsyfikacja, ekstrakcja rozpuszczalnikowa oraz polimeryzacja emulsyjna i zawieszinowa. Decydujący wpływ na efektywność przebiegu procesu i jakość wytwarzanego produktu ma rozkład wielkości kropeł oraz szybkość zmian tych rozkładów.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było zapoznanie się z tematyką dotyczącą koalescencji kropeł oraz wpływu środków powierzchniowo-czynnych na szybkość koalescencji. W pracy porównano modele na funkcję częstości zderzeń i efektywność koalescencji oparte na klasycznej teorii burzliwości Kołmogorowa z modelami opartymi na teorii multifraktalnej oraz rozważono wpływ częstości obrotów mieszadła i napięcia międzyfazowego na efektywność koalescencji kropeł.

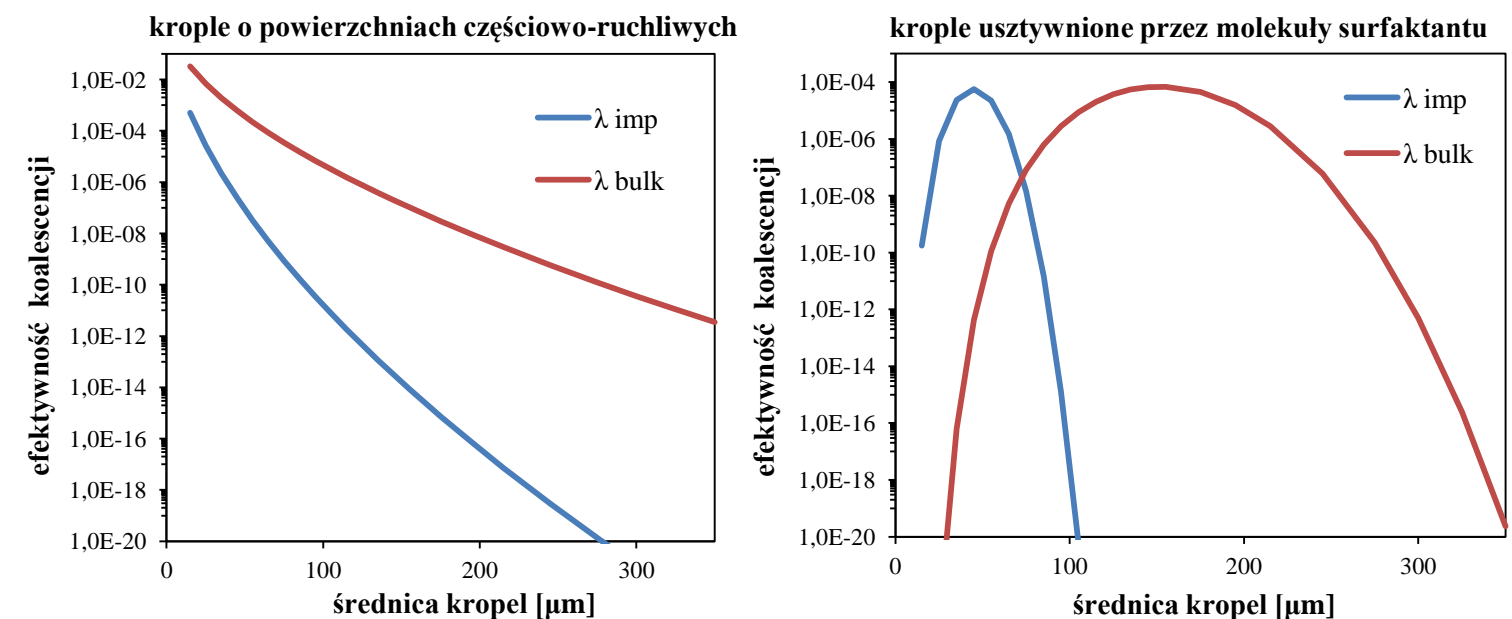
Koalescencja kropeł w przepływie burzliwym

W procesie koalescencji można wyróżnić trzy etapy: 1) zbliżanie się dwóch kropeł do siebie, 2) tworzenie filmu fazy ciągłej pomiędzy kroplami i jego wypływ, 3) rozerwanie filmu i połączenie kropeł. Szybkość koalescencji zależy od energii doprowadzonej do układu, wielkości kropeł, pH, własności fizykochemicznych fazy ciągłej i rozproszonej (lepkości, gęstości), napięcia międzyfazowego oraz obecności drobnych cząstek, surfaktantów o niskiej masie cząsteczkowej lub aktywnych powierzchniowo polimerów. Szybkość koalescencji jest wyrażana jako iloczyn częstości zderzeń kropeł $h(d_1, d_2)$ oraz efektywność koalescencji $\lambda(d_1, d_2)$. Częstość zderzeń zależy od stężenia kropeł, powierzchni zderzeń i prędkości względnej zbliżających się kropeł. Natomiast efektywność koalescencji jest najczęściej definiowana jako funkcja czasu wypływu filmu t_c , do czasu kontaktu kropeł t_i :

$$\lambda(d_1, d_2) = \exp\left(-C \frac{t_c}{t_i}\right)$$

Efektywność koalescencji – modele multifraktalne

Efektywność koalescencji dla kropeł o powierzchniach częściowo – ruchliwych oraz usztywnionych przez zaadsorbowane molekuly środka powierzchniowo – czynnego obliczono z modeli multifrakalnych zaproponowanych odpowiednio przez Podgórską i Bałdygę (2000, 2001) oraz Podgórską i Bąk (2012).



Rys. 1. Wpływ wielkości kropeł na efektywność koalescencji w strefach mieszadła i cyrkulacji dla kropeł o powierzchniach częściowo – ruchliwych lub usztywnionych przez zaadsorbowane molekuly środka powierzchniowo – czynnego; $N = 460$ obr/min i $\sigma = 0,02$ N/m.

Model na efektywność koalescencji dla kropeł o powierzchniach usztywnionych przez molekuly surfaktantu uwzględnia, że małe krople pozostają kuliste a duże ulegają deformacji w obszarze kontaktu. Model przewiduje maksymalną koalescencję dla kropeł średnich w danej populacji. Dla układów czystych lub zawierających bardzo małe stężenie surfaktantu, efektywność koalescencji opisuje się modelem dla kropeł o powierzchniach częściowo – ruchliwych, który przewiduje spadek $\lambda(d_1, d_2)$ wraz ze wzrostem wielkości kropeł.

Wnioski

Stopień unieruchomienia powierzchni kropeł może się zmieniać od powierzchni częściowo-ruchliwych do powierzchni całkowicie usztywnionych przez zaadsorbowane molekuly surfaktantu. Dlatego efektywność koalescencji powinno się opisywać różnymi modelami multifraktalnymi, które w przeciwieństwie do teorii klasycznej uwzględniają intermitentny charakter burzliwości. Zwiększenie napięcia międzyfazowego powoduje wzrost stopnia usztywnienia powierzchni kropeł, co spowalnia koalescencję kropeł. Wzrost częstości obrotów mieszadła utrudnia koalescencję dla kropeł o powierzchniach częściowo-ruchliwych, natomiast dla kropeł o powierzchniach usztywnionych wpływ częstości obrotów zależy od wielkości tych kropeł.