Poznań, dnia 8.05.2023 r.

Adrianna Magdalena Frankiewicz
Politechnika Poznańska
Wydział Technologii Chemicznej

Streszczenie rozprawy doktorskiej

„Wytwarzanie emulsji W/O i O/W przy użyciu membran dynamicznych”

Promotor rozprawy doktorskiej: dr hab. inż. Jacek Różański, prof. PP

Emulgacja membranowa premiksu jest metodą wywarzania emulsji, w której obniżenie wielkości kropel jest uzyskiwane poprzez przetłoczenie emulsji wstępnej przez sieć kanalików o bardzo małej średnicy. W przypadku tak zwanych membran dynamicznych (DMTS), którym poświęcona jest prezentowana rozprawa doktorska, sieć kanalików powstaje w wyniku usypania kilkumilimetrowej warstwy złoża cząstek kulistych o średnicy od około 40 μm do około 150 μm. Użycie membran dynamicznych do homogenizacji emulsji zostało zaproponowane przez Zwana, Schroëna i Booma w 2008 roku. Zrealizowane w ramach rozprawy doktorskiej badania były ukierunkowane na udoskonalenie procesu emulgacji DMTS oraz opracowanie membran dynamicznych, które znajdą zastosowanie do homogenizacji emulsji W/O.

Wyniki przeprowadzonych badań nad emulgacją metodą DMTS zostały przedstawione w formie monografii. W pierwszej jej części przedstawione zostały przeprowadzone studia literaturowe. Omówione zostały czynniki wpływające na proces emulgacji, stabilność emulsji oraz ich lepkość. Przeprowadzono również analizę obecnego stanu wiedzy na temat przepływu emulsji przez mieszalniki statyczne, złoża porowate oraz membrany, w szczególności przez membrany dynamiczne. Ustalono, że dotychczasowe badania nad metodą DMTS koncentrowały się na wytwarzaniu emulsji typu O/W przy użyciu hydrofilowych membran zbudowanych z mikrokulek szklanych. Nie znaleziono w literaturze informacji na temat membran dynamicznych o zróżnicowanej zwilżalności powierzchni oraz zastosowania do ich budowy cząstek o kształcie innym niż kuliste. Jak do tej pory nie podjęto próby wykorzystania membran dynamicznych do wytwarzania emulsji W/O.

W celu realizacji założonego celu pracy zaprojektowano i zbudowano urządzenie do wytwarzania emulsji metodą DMTS. W urządzeniu tym emulsja wstępna jest wytwarzana za pomocą mieszadła mechanicznego bezpośrednio w zbiorniku ciśnieniowym, w którego dnie znajduje się membrana dynamiczna. Takie rozwiązanie konstrukcyjne urządzenia do emulgacji metodą DMTS pozwala wyeliminować etap przetłaczania podatnego na rozdział grawitacyjny premiksu z mieszalnika mechanicznego do zbiornika ciśnieniowego. W oparciu o przeprowadzone testy eksperymentalne zbudowanego urządzenia wykazano, że może ono z powodzeniem być stosowane w emulgacji metodą DMTS.

Do homogenizacji emulsji W/O zaprojektowano i zbudowano membrany dynamiczne o zróżnicowanej zwilżalności powierzchni. Do tego celu wykorzystano hydrofilowe kulki szklane, cząstki polipropylenu, polietylenu i poli(chlorku winylu) oraz kulki szklane o hydrofobowej powierzchni. Wykazano, że wytwarzanie emulsji W/O jest możliwe zarówno przy użyciu membran hydrofilowych jak i hydrofobowych, jednakże emulsje wytworzone przy użyciu tych pierwszych okazały się być podatne na koalescencję.

Podczas badań nad homogenizacją emulsji W/O ustalono, że głównym czynnikiem wpływającym na średnice kropel emulsji jest prędkość jej przepływu przez membranę DMTS. Wzrost prędkości przepływu prowadzi do otrzymywania emulsji o mniejszej średnicy kropel. Przy wykonaniu odpowiedniej ilości przetłoczeń przez membranę, niezależnie od średnic kropel premiksu (w zakresie od 8 μm do 25,5 μm), uzyskiwane są emulsje końcowe o zbliżonych średnicach kropel. Zmiana składu emulsji ma wpływ zarówno na wydajność procesu jak i rozmiar kropel emulsji. Wykazano również, że do homogenizacji emulsji W/O można wykorzystać polimerowe membrany dynamiczne zbudowane z nieregularnych cząstek polietylenu, poli(chlorku winylu) oraz polipropylenu. Średnice kropel emulsji W/O były porównywalne z uzyskanymi przy użyciu hydrofobowej membrany szklanej. Efektywność energetyczna opracowanych membran dynamicznych była porównywalna z efektywnością energetyczną innych metod membranowych, była wyższa w porównaniu do efektywności energetycznej młyna koloidalnego, jednak w zakresie wyższych gęstości energii niższa niż dla mikrofluidyzatora.

Uzyskane wyniki badań eksperymentalnych zostały przedstawione w postaci równania korelacyjnego pozwalającego przewidywać bezwymiarową średnicę kropel d_{32}/d_v w oparciu o obliczoną liczbę Webera, Newtona, stosunek lepkości fazy rozproszonej do lepkości fazy ciągłej oraz stosunek wysokości złoża do średnicy dyszy. Zaproponowano również bezwymiarowe równanie korelacyjne powalające obliczyć spadki ciśnienia podczas przetłaczania emulsji przez membrany dynamiczne.

8.05.2023 Adrianna Frankiewicz

.....

data i podpis autora