

WPROWADZENIE

Emulsje charakteryzują się szerokim spektrum zastosowań. Stosowane są w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym, spożywczym i budowlanym. W skali przemysłowej i laboratoryjnej istnieje wiele sposobów wytwarzania emulsji. Intensywny rozwój przemysłu, potrzeba obniżenia kosztów oraz zapotrzebowanie na emulsje o specyficznych i powtarzalnych właściwościach motywuje do wprowadzania coraz bardziej nowoczesnych technologii. Należy dokładnie przeanalizować proces oraz określić potrzeby i możliwości, aby wybrać odpowiednią metodę, a także urządzenie do wytwarzania emulsji o określonej wielkości kropli. Obecnie wśród najpopularniejszych metod wyróżnić można: homogenizację, mieszanie mechaniczne, emulgowanie ultradźwiękami, metodę membranową. Coraz częściej można znaleźć również informacje o wytwarzaniu emulsji w mieszalnikach statycznych i rozpylaczach



CELI I METODYKA BADAŃ

Celem badań było określenie wpływu rodzaju i wysokości wypełnienia oraz objętościowych natężeń przepływu fazy olejowej i wodnej na wielkość kropli oleju w emulsji wytwarzanej w rozpylaczu z nieruchomym złożem. Głównym elementem stanowiska badawczego był układ łączący cechy rozpylacza i kolumny wypełnionej. Do badań użyto rozpylacza wirowego, a wypełnienie stanowiły szklane kulki o średnicach 2 mm, 3 mm i 4 mm. Porowatość złoża wynosiła odpowiednio: 0,41; 0,40 oraz 0,39. Wysokość całego rozpylacza była równa $H = 0,183$ m, a jego średnica zewnętrzna wynosiła $D = 0,0207$ m. Rozpylacz posiadał otwór wylotowy o średnicy $d_o = 0,0025$ m oraz dwa króćce wlotowe o średnicy $d_p = 0,004$ m. Króćcem górnym podawany był olej, a drugim, bocznym – woda z emulgatorem. Zastosowanym olejem był olej rzepakowy „Kujawski” produkcji ZT Kruszwica S.A. o lepkości $\eta = 18,0 \cdot 10^{-3}$ [Pa·s] i gęstości $\rho = 915$ [kg/m³]. Rolę emulgatora pełnił 1-procentowy wody roztwór Roksolu EMB-2 produkcji PCC EXOL. Badania prowadzono w zakresie natężenia przepływu oleju od $1,39 \cdot 10^{-6}$ do $5,56 \cdot 10^{-6}$ [m³/s] oraz wody z emulgatorem od $9,72 \cdot 10^{-6}$ do $2,22 \cdot 10^{-5}$ [m³/s]. Opowiadało to stosunkom objętościowym oleju do emulsji: 0,1; 0,2 i 0,3. Po każdorazowym ustaleniu żądanego natężenia przepływu pobierano próbkę wytworzonej emulsji.

Do analizy pobranej próbki emulsji wykorzystano mikroskop optyczny Nikon Eclipse 50i z komputerem z kamerą Opta-Tech oraz z oprogramowaniem do komputerowej obróbki obrazu Image-Pro Plus firmy Media Cybernetics. Wykonano serię zdjęć, po uprzednim naniesieniu próbki emulsji na szkiełko optyczne. Zastosowano powiększenie 10x. Analizę wykonano w trybie manualnym. Początkowo wczytano zdjęcie skali i przeprowadzono kalibrację w celu zamiany pikseli na jednostki metryczne. Kolejno wczytywano poszczególne zdjęcia w celu określenia powierzchni kropli oleju w emulsji. Przed ostateczną analizą obrazu, należało zmienić tryb koloru na odcienie szarości, wczytać kalibrację oraz zaznaczyć zakres pomiarowy. Ostatecznie wyniki były eksportowane do programu Microsoft Excel, gdzie wyliczono średnice kropli. Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono rozkłady średnic kropli oraz obliczono średnią średnicę Sautera (D_{32} , SMD) na podstawie zależności:

$$D_{32} = SMD = \frac{\sum_{i=1}^{i=j} N_i D_i^3}{\sum_{i=1}^{i=j} N_i D_i^2}$$

Skalowanie układu



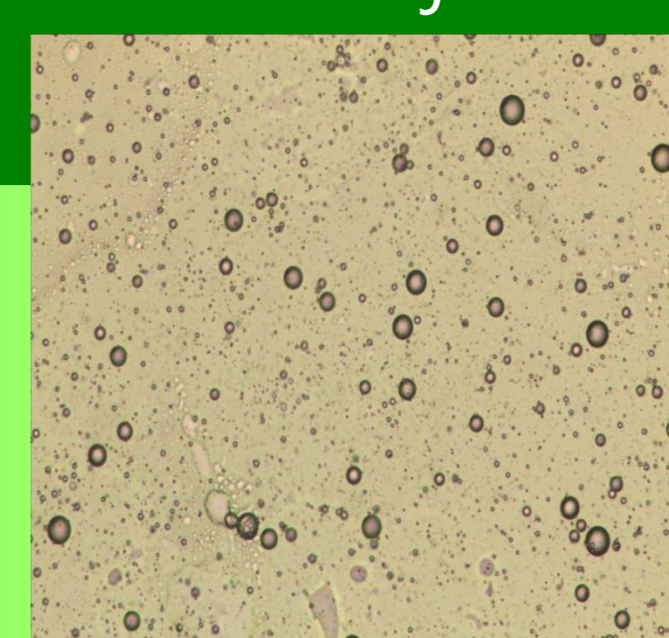
Przygotowanie układu do badań



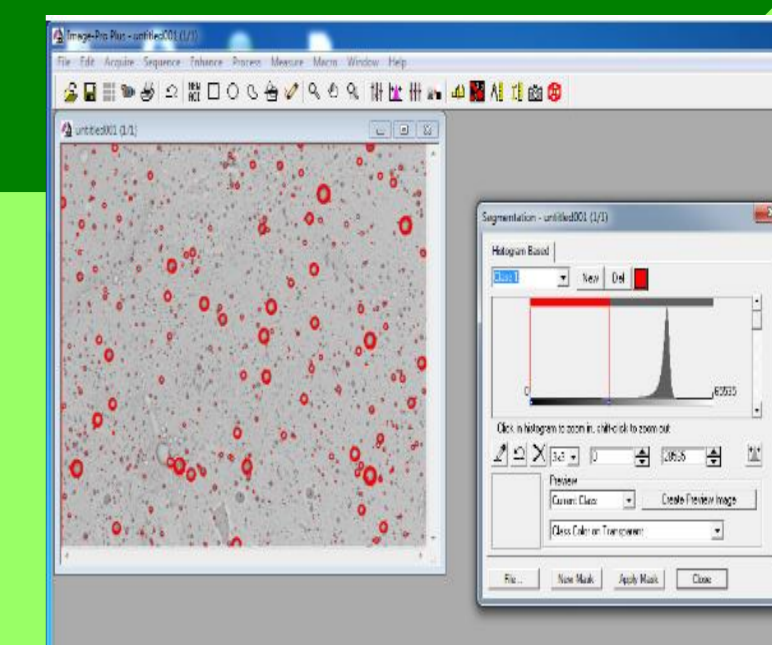
Pobór próbek



Badanie struktury emulsji



Analiza wyników



WYNIKI BADAŃ

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że najmniejsze krople fazy rozproszonej otrzymano dla układu, w którym zastosowano rozpylacz wypełniony był na wysokość 0,18 m kulkami o średnicy 0,004 m. Świadczą o tym rozkłady wielkości kropli, które w tym przypadku były przesunięte w lewą stronę oraz miały największy udział procentowy kropli z zakresu 0-3 μ m. Wartość średniej średnicy Sautera malała wraz ze wzrostem średnicy kulek oraz wysokości usypiania złoża w aparacie. Nie zaobserwowano natomiast znaczącego wpływu zmiany natężenia przepływu fazy wodnej oraz stosunków natężenia przepływu wykorzystywanych mediów na wartość SMD . W tabeli 1 zestawiono wszystkie wartości średnich średnic Sautera.

Tabela 1. Wartości średnich średnic Sautera w zależności od parametrów procesu

L.p.	\dot{V}_o [m ³ /s]	\dot{V}_w [m ³ /s]	Stosunek oleju do wody ϕ	Pusty	SMD [μ m]					
					Wypełnienie					
					9 cm			18 cm		
2 mm	3 mm	4 mm	2 mm	3 mm	4 mm					
1.	$1,39 \cdot 10^{-6}$	$1,25 \cdot 10^{-5}$	0,11	17,26	10,69	16,63	10,81	12,45	17,54	8,14
2.	$2,78 \cdot 10^{-6}$	$1,11 \cdot 10^{-5}$	0,25	13,20	21,76	13,29	10,53	15,52	21,40	8,80
3.	$4,17 \cdot 10^{-6}$	$1,67 \cdot 10^{-5}$	0,25	18,76	23,28	15,91	11,82	-	18,25	7,33
4.	$5,56 \cdot 10^{-6}$	$2,22 \cdot 10^{-5}$	0,25	17,76	15,37	11,97	10,26	-	-	-
5.	$4,17 \cdot 10^{-6}$	$9,72 \cdot 10^{-6}$	0,43	19,90	12,81	8,55	12,73	-	11,10	8,50
6.	$4,17 \cdot 10^{-6}$	$1,39 \cdot 10^{-5}$	0,30	14,15	8,41	16,01	8,00	-	17,14	9,96

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania ukazują, jak duży wpływ na strukturę emulsji ma konstrukcja aparatu oraz odpowiedni dobór natężeń przepływu fazy wodnej i olejowej. Analiza średnic powstałych kropli wykazała, średnia średnica Sautera jest zależna od wysokości i rozmiaru wypełnienia zastosowanego podczas badań. Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem tych parametrów maleją wartości SMD oraz maksymalnej średnicy kropli. Atomizer z mieszaniem statycznym może być tańszym i prostszym sposobem na wytwarzanie emulsji. Zastosowanie mieszania statycznego pozwoli na uzyskanie emulsji o określonych rozmiarach kropli oleju w emulsji.