



KONCEPCJA URZĄDZENIA O PRZEPLYWIE TRÓJFAZOWYM DO WYTWARZANIA I ROZPYLANIA EMULSJI

Bartosz Czajkowski, Adam Szymt, Sylwia Włodarczak, Marek Ochowiak, Andżelika Krupińska, Magdalena Matuszak
Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska

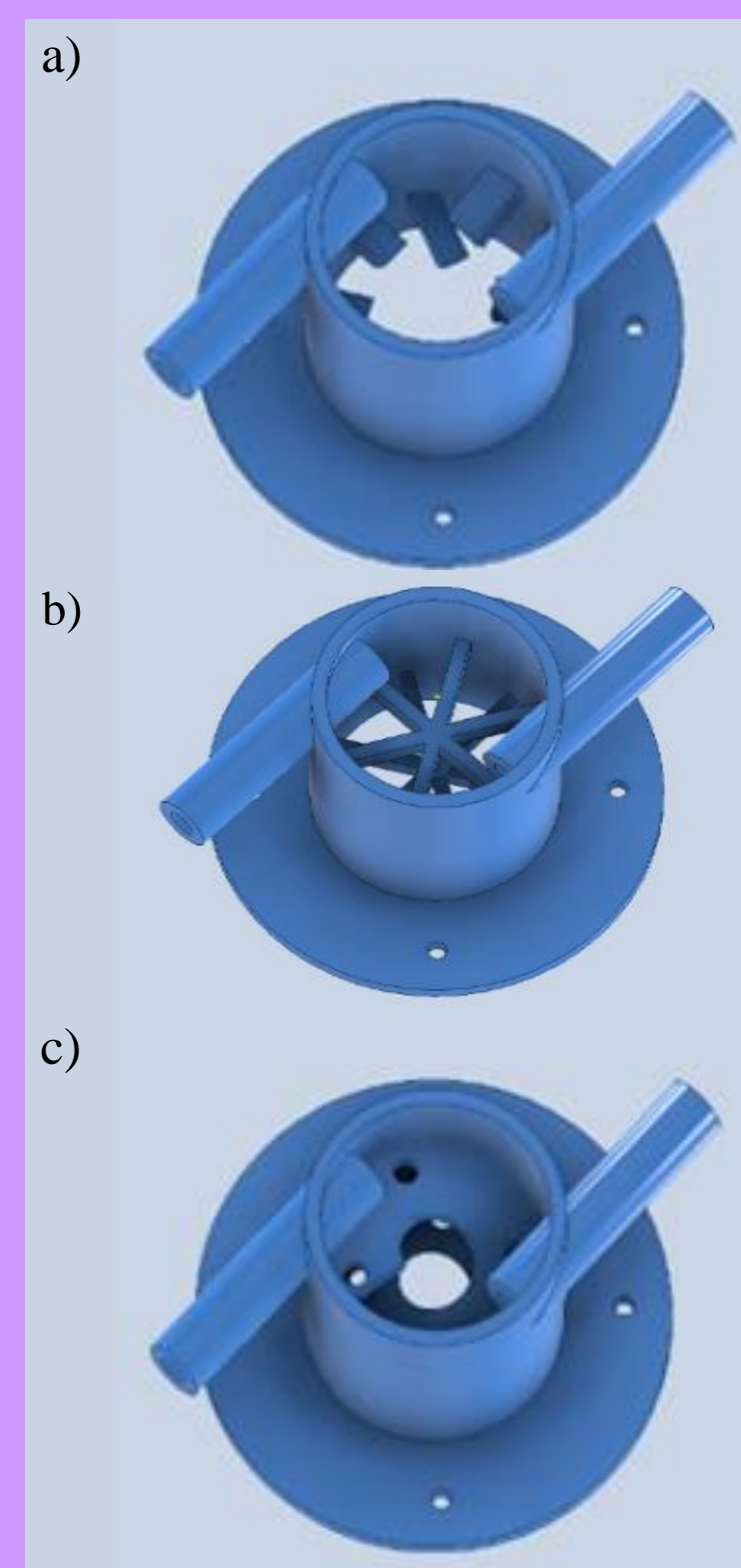
WPROWADZENIE

Obecnie większość rozpylaczy jest zaprojektowana do rozpylania wody, ale coraz częściej rozpyla się ciecze nienewtonowskie o odmiennych właściwościach. W rozpylaniu układów wielofazowych kluczowe jest mieszanie i oddziaływanie między fazami, które ma na celu uzyskanie odpowiedniej jakości rozpylenia. Przy obecności różnych faz, zwłaszcza fazy stałej, może nastąpić utrudnienie w rozpadzie na krople emulsji lub zawiesiny. Zmiany zachodzące w jednej fazie mogą wpłynąć na pozostałe fazy. Badania i analiza przepływów wielofazowych ze względu na złożoną naturę stanowi wyzwanie i są rzadko podejmowane przez naukowców. Można znaleźć nieliczne doniesienia na ten temat. Wcześniej podjęto już badania przepływu trójfazowego emulsji obejmujące pomiar spadków ciśnienia, kątów rozpylania i średnich średnic Sautera. Okazało się, że wzrost przepływu gazu powoduje, że krople o mniejszych średnicach wypełniają centralny obszar strugi, co prowadzi do uzyskania szerszej krzywej rozkładu objętościowego kropli w aerozolu. Analiza kątów rozpylania, uzyskanych dla różnych prędkości przepływu faz (emulsja-gaz-ciecz), wykazała korzystny wpływ wzrostu prędkości powietrza na jakość rozpylenia. Zaobserwowano również, że kąty rozpylania maleją wraz ze wzrostem lepkości emulsji, co utrudnia rozrywanie strugi na pojedyncze krople.

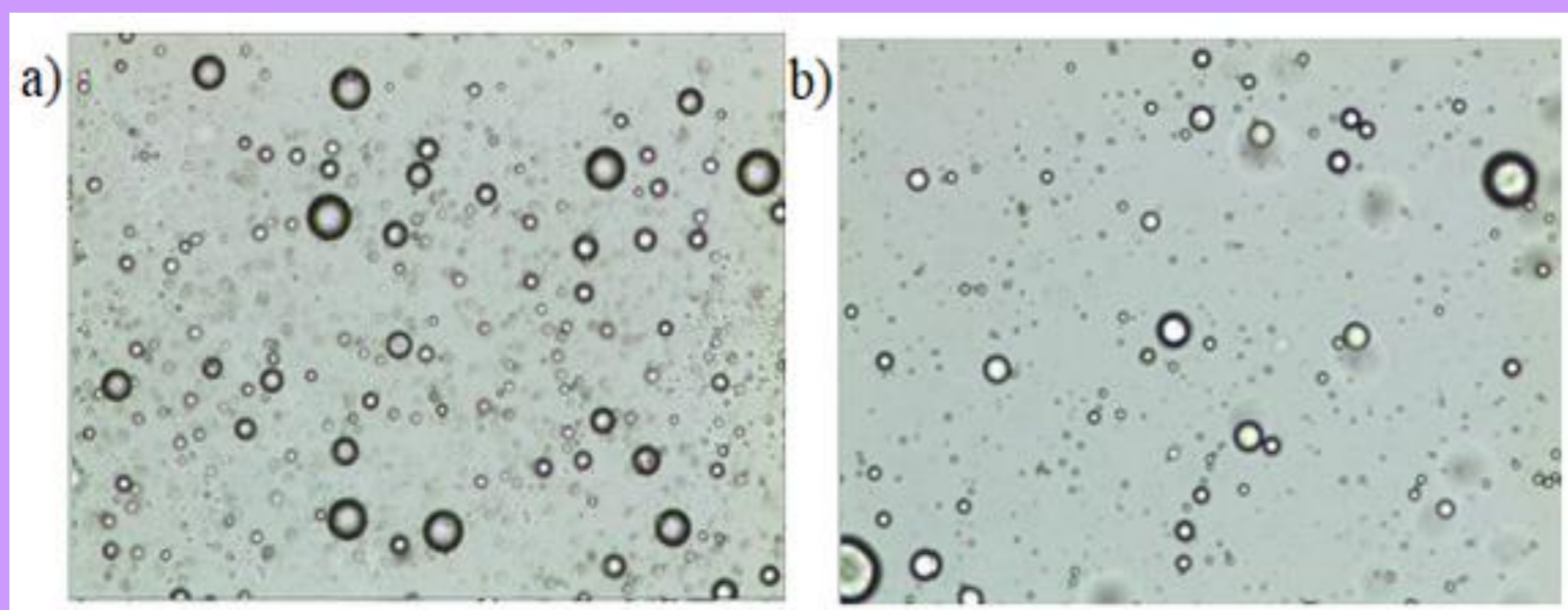
PROJEKT I METODYKA BADAWCZA

W ramach pracy zaprojektowano rozpylacze trójfazowe o przepływie zawirowanym oraz przeprowadzono badania testowe, analizując parametry rozpylanej strugi cieczy. Rozpylacze były wyposażone we wkładki zawirowujące przepływ własnej konstrukcji. Podczas ich projektowania wzorowano się na już istniejących wypełnieniach występujących m.in. w kolumnach oraz na konstrukcjach mieszalników statycznych. Zaprojektowane rozpylacze wydrukowano z wykorzystaniem technologii druku 3D, przy pomocy drukarki 3D model da Vinci 1.0 Professional. Wszystkie rozpylacze posiadały stożkowe dno oraz cylindryczną część górną. Wewnętrzna średnica rozpylacza wynosiła 0,03 m, wewnętrzna średnica otworu wlotowego dla wody oraz oleju była równa 0,004 m, wewnętrzna średnica otworu wlotowego powietrza wynosiła 0,0025 m, a cylindryczny otwór wylotowy miał średnicę 0,0025 m. Rozpylacze różniły się tylko kształtem wkładki zawirowującej. Ciecze były podawane króćcami umiejscowionymi w części cylindrycznej, stycznie w stosunku do osi rozpylacza, natomiast gaz podawano króćcem umiejscowionym osiowo w części stożkowej.

Zaproponowano trzy konstrukcje wypełnień (z wypustkami (Rys. 1a), w postaci dwóch podwójnych układów składających się z trzech skrzyżowanych prętów (Rys. 1b), w postaci perforowanej spirali (Rys. 1c). Oprócz rozpylaczy z wkładkami zawirowującymi, badaniom poddano także rozpylacze nieposiadające wypełnienia. Badania przeprowadzono dla różnych objętościowych natężeń przepływu wody wodociągowej \dot{V}_w , o temperaturze 20°C w zakresie od $2,78 \cdot 10^{-6}$ [m³/s] do $2,78 \cdot 10^{-5}$ [m³/s], dla objętościowego natężenia przepływu oleju z emulgatorem \dot{V}_o w zakresie od $8,33 \cdot 10^{-7}$ [m³/s] do $1,11 \cdot 10^{-6}$ [m³/s], oraz dla objętościowego natężenia przepływu powietrza \dot{V}_g w zakresie od $1,39 \cdot 10^{-4}$ [m³/s] do $5,56 \cdot 10^{-4}$ [m³/s]. Zastosowanym olejem był Olej Kujawski o lepkości $\mu_o = 18,0 \cdot 10^{-3}$ [Pa·s] i gęstości $\rho_o = 915$ [kg/m³]. Udział emulgatora (Roksol EMB-2 firmy PCC Exol S.A. z Brzegu Dolnego) wynosił 2%.



Rys. 1. Modele 3D części górnej cylindrycznej posiadające:
a) wypełnienie nr 1, b) wypełnienie nr 2,
c) wypełnienie nr 3.



Rys. 2. Obrazy Mikroskopowe emulsji dla $\dot{V}_o = 1,11 \cdot 10^{-6}$ [m³/s]
oraz $\dot{V}_g = 1,39 \cdot 10^{-4}$ [m³/s] przy:
a) $\dot{V}_w = 5,56 \cdot 10^{-6}$ [m³/s], b) $\dot{V}_w = 1,11 \cdot 10^{-5}$ [m³/s].

WYNIKI BADAŃ

Dokonano analizy mikroskopowej emulsji w celu zbadania wpływu natężeń przepływu poszczególnych faz oraz konstrukcji wypełnień na proces tworzenia i rozpylania emulsji. Analiza obrazów mikroskopowych emulsji wykazała, że w przypadku rozpylacza z wypełnieniem nr 2 osiągnięto najmniejsze średnice kropelek emulsji (oleju w wodzie) przy stosunkowo niskich natężeniach przepływu wody i oleju (Rys. 2 a, b). Natomiast wypełnienie nr 3 najlepiej sprawdziło się przy wyższych natężeniach przepływu wody, a przy niższych natężeniach dało niejednoznaczne wyniki. Zauważono również, że wzrost natężenia przepływu wody skutkowało powstaniem mniejszych kropelek emulsji, co wynikało z redukcji udziału oleju w emulsji. Wpływ wkładek zawirowujących na proces rozpylania emulsji okazał się nieznaczny w porównaniu z pustym rozpylaczem.

PODSUMOWANIE

W przepływie trójfazowym, przy niższych natężeniach przepływu wody, rozpylacze z wypełnieniem charakteryzują się większym kątem rozpylania w porównaniu z pustym rozpylaczem. Jednakże, przy wyższych natężeniach przepływu cieczy, obserwuje się odwrotną tendencję. Wzrost natężenia przepływu oleju skutkuje zwiększeniem maksymalnych wartości kąta.