

MAREK OCHOWIAK
LUBOMIRA BRONIARZ-PRESS

Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, Poznań

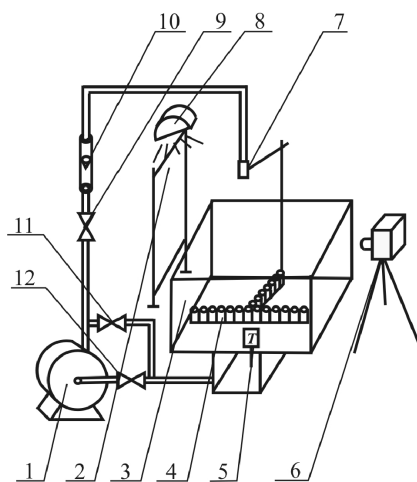
Analiza procesu rozpylania oleju rzepakowego

Wprowadzenie

Rozpylanie olejów jest procesem szeroko rozpowszechnionym w przemyśle spożywczym, cukierniczym i piekarniczym, jak również w medycynie oraz w życiu codziennym. Oleje wykorzystuje się m.in. do oddzielania wytworzonych produktów od form i blach. Pełnią funkcję środka obróbki powierzchniowej produktów o dużej lepkości, takich jak: lukrecje, cukierki, słodycze, galaretki. W badaniach rozpylaczy jakość rozpylania cieczy określa się za pomocą parametrów makro- i mikroskopowych. Do parametrów makroskopowych zaliczamy m.in.: natężenie przepływu cieczy, nierównomierność rozkładu objętościowego cieczy i kąt rozpylenia. Parametry mikroskopowe dotyczą struktury przestrzennej strugi, widma kropli i warunków ruchu kropli. Należą do nich m.in.: średnie średnice kropli oraz rozkład średnic powstających kropel. Metodyka pomiarów została opisana szeroko w pracach [1–5]. Decydujący wpływ na jakość rozpylenia cieczy mają czynniki technologiczne, tj.: właściwości fizyczne rozpylanej cieczy, ciśnienie cieczy, dobór typu i odmiany rozpylacza, wysokość ustawienia rozpylacza [1, 5–6].

Część eksperymentalna i wyniki pomiarów

Przedmiotem niniejszej pracy była analiza procesu rozpylania rzepakowego oleju spożywczego oraz porównanie parametrów opisujących strugę rozpylanego oleju, takich jak: długość zwartej strugi cieczy oraz wielkość powstających kropel (wyrażona wartością zastępczą, czyli średnią objętościową średnicą kropli d_{30}) z wartościami uzyskanymi podczas rozpylania wody. W badaniach wykorzystano olej *Kujawski* o gęstości $\rho = 915$ [kg/m³], lepkości dynamicznej $\eta = 18$ [mPas] i napięciu powierzchniowym $\sigma = 35,5$ [mN/m], wyprodukowany

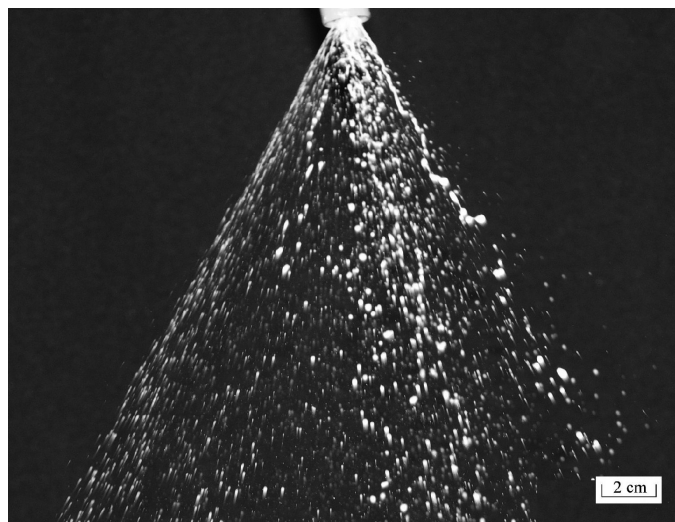


Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – pompa, 2 – ekran (tło), 3 – zbiornik, 4 – zbiorniki pomiarowe, 5 – miernik temperatury, 6 – aparat fotograficzny, 7 – dysza rozpryskowa, 8 – lampa, 9 – zawór, 10 – rotametr cieczowy, 11 – zawór, 12 – zawór

przez Zakłady Tłuszczowe *Kruszwica S.A.* Stanowisko badawcze, przedstawione na rys. 1, wyposażono w dyszę rozpryskową o przekroju pierścieniowym i średnicy zastępczej otworu wylotowego $d_e = 3,6$ mm. Badania przeprowadzono w zakresach zmienności natężenia przepływu cieczy od 0,014 do 0,07 [dm³/s]. Analizę procesu rozpylania wykonano metodą mikrofotografii cyfrowej z wykorzystaniem aparatu *Konica-Minolta Dimage A-200* o czasie naświetlania 1/1000 s z dodatkowym źródłem światła. Zdjęcia o rozdzielczości 3264×2448 pikseli poddano obróbce w programie *Image-Pro Plus (Media Cybernetics LTD.)*.

Przykładowy obraz cyfrowej wizualizacji strugi rozpylanej cieczy przedstawiono na rys. 2. Dla niewielkich natężeń przepływu wpływ cieczy sprowadzał się do wypływu zwartej strumienia cieczy, opisanego w literaturze [3] jako faza skrzywionego ołówka. Z analizy zarejestrowanych obrazów wynika, że długość zwartej strugi cieczy L zależy od natężenia przepływu V_C oraz właściwości rozpylanej cieczy (Rys. 3). Dłuższe strugi w porównaniu z wodą zaobserwowano podczas rozpylania oleju. Na podstawie uzyskanych danych doświadczalnych wyznaczono równanie korelacyjne:

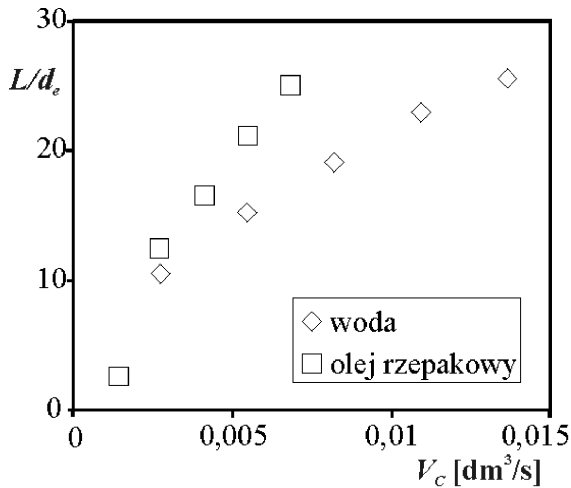
$$\frac{L}{d_e} = C \left(\frac{w d_e \rho}{\eta} \right)^A \quad (1)$$



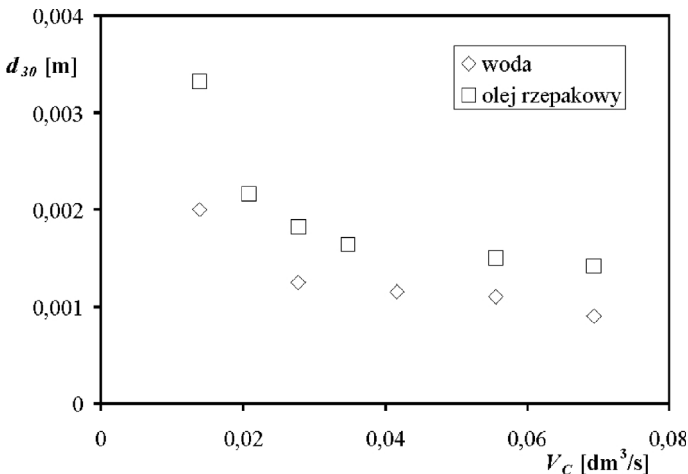
Rys. 2. Przykładowy obraz rozpylania oleju *Kujawskiego* dla natężenia przepływu 0,028 [dm³/s]

Wartości C i A równania korelacyjnego (1) przedstawiono w tabelicy 1. Wykazano dodatkowo, że natężenie przepływu cieczy oraz jej właściwości wpływają również na wartości kąta rozpylenia [7].

Z analizy zarejestrowanych obrazów wynika, że w przebadanym zakresie natężeń przepływu oleju nie powstają praktycznie krople o średnicach mniejszych niż 0,5 mm. Dla więk-



Rys. 3. Zależność długości zwartej strugi od natężenia przepływu cieczy



Rys. 4. Zależność średniej objętościowej średnicy kropli od natężenia przepływu cieczy

szych natężeń przepływu zaobserwowano, że najwięcej tworzy się kropeł o średnicy zbliżonej do 1 mm, natomiast brak było kropeł o średnicy powyżej 5 mm. Dla badanych układów wyznaczono wartość średniej objętościowej średnicy powstających kropeł d_{30} definiowanej równaniem [2]:

$$d_{30} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^m d_{di}^3}{m}} \quad (2)$$

Zależność średniej objętościowej średnicy kropli od natężenia przepływu cieczy przedstawiono na rys. 4. Duża lepkość oleju w porównaniu z wodą generalnie opóźnia rozpad strugi powodując, że ciecz płynie zwartym strumieniem, co związane jest z laminaryzacją przepływu. W efekcie powstają krople o większych średnicach (proporcjonalnie do wzrostu lepkości cieczy). Wzrost natężenia przepływu cieczy powoduje zmniejszenie wartości średniej objętościowej średnicy kropli d_{30} . Średnia średnica kropli spełnia następującą zależność korelacyjną:

$$\frac{d_{30}}{d_c} = C_d \left(\frac{w d_e \rho}{\eta} \right)^{A_d} \quad (3)$$

Wartości C_d i A_d przedstawiono w tabelicy 1.

Tablica 1
Wartości stałych i wykładników w równaniach (1) i (3)

	C	A	C_d	A_d
Woda	0,228	0,56	24,69	-0,45
Olej	0,628	0,76	11,64	-0,49

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej analizy obrazów rozpylanej strugi stwierdzono, że natężenie przepływu oraz właściwości rozpylanej cieczy, w istotny sposób wpływają na zmianę parametrów charakterystycznych procesu rozpylania, takich jak: długość strugi, kąt rozpylania, średnia objętościowa średnica kropli. Uzyskane wyniki mogą być przydatne w praktyce projektowej m.in. systemów rozpylania olejów w przemyśle spożywczym.

LITERATURA

1. A. Gajtkowski: Rozprawa habilitacyjna, Akademia Rolnicza w Poznaniu, 1987.
2. Z. Orzechowski, J. Prywer: Rozpylanie cieczy, Warszawa, WNT, 1991.
3. A.H. Lefebvre: Atomization and Sprays, New York, Hemisphere Publishing Corporation 1989.
4. A. Gajtkowski: Rozprawa doktorska, Akademia Rolnicza w Poznaniu, 1978.
5. M. Ochowiak, L. Broniarz-Press: VDI Fortschr. Ber. 3, nr 883, 183 (2007).
6. L. Broniarz-Press i inni: Inż. Ap. Chem. 46 (38), 13 (2007).
7. L. Broniarz-Press, M. Ochowiak: Proceedings of SSCHE, 144, Tatranske Matliare, Slovak Republic (2007).

Praca wykonana w ramach grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N207 043 31/1786 dla Politechniki Poznańskiej.