

Aleksandra Golczak  
Politechnika Poznańska  
Wydział Technologii Chemicznej

## Streszczenie rozprawy doktorskiej

### **„Charakterystyka mieszania hydrauliczno-oscylacyjnego z wykorzystaniem metody analizy obrazu”**

Promotor rozprawy doktorskiej: dr hab. inż. Szymon Woziwodzki

Mieszanie mechaniczne jest jedną z najczęściej stosowanych operacji jednostkowych w przemyśle chemicznym. Zazwyczaj prowadzi się je w zbiorniku zaopatrzonego w mieszadło oraz przegrody płaskie. Jednakże stosowanie takiego typu mieszania nie zawsze jest wskazane, szczególnie ze względu na małą objętość mieszanych mediów, wrażliwość mieszanych mediów na naprężenia mechaniczne oraz występujące zagrożenia pożarowe czy wybuchowe w trakcie prowadzenia procesu. W takich przypadkach przemysłowych zastosowanie znajdują mieszalniki statyczne, pneumatyczne oraz ultradźwiękowe. Nowym rozwiązaniem konstrukcyjnym możliwym do stosowania w takich obszarach jest mieszalnik hydrauliczny.

Celem pracy doktorskiej jest analiza mieszania hydrauliczno-oscylacyjnego w mieszalniku, w którym siłą napędową jest naprzemienna zmiana różnicy ciśnień między wewnętrzną i zewnętrzną komorą mieszalnika hydraulicznego.

Badania polegały na opracowaniu i dostosowaniu metody pomiaru stopnia wymieszania w mieszalniku jak również zmian wysokości słupa cieczy w funkcji ciśnienia. W tym celu wykorzystano autorski algorytm pomiarowy, oparty o język programowania Matlab, polegający na analizie zmian barw *RGB* i *HSL* w trakcie mieszania. Opracowana metoda pozwala na analizę procesu mieszania w trybie off-line i stwarza również możliwość pracy w trybie on-line po odpowiednim dostosowaniu, a jej zastosowanie pozwala na znaczne skrócenie czasu analizy obrazu. Metoda pozwala na określenie zmian czasu mieszania w funkcji amplitudy oscylacji i liczby Reynoldsa. Przeanalizowano wpływ parametrów procesowych i amplitudy zmian poziomu cieczy na czas mieszania płynów, hydrodynamikę mieszania oraz jednostkową moc mieszania wymaganą do przeprowadzenia procesu. Mieszanie w komorze zewnętrznej wywiera największy wpływ na czas mieszania w mieszalniku hydraulicznym. Podczas mieszania zaobserwowano występowanie struktur charakterystycznych dla mieszania laminarnego, szczególnie w komorze zewnętrznej. Amplituda zmian poziomu cieczy jest uzależniona od ciśnienia poduszki gazowej oraz stosunku wysokości poziomu cieczy do średnicy komory zewnętrznej, wraz ze wzrostem ciśnienia rośnie amplituda zmiany poziomu cieczy. Wyniki badań wskazują, że im mniejsza różnica ciśnień w komorze wewnętrznej i zewnętrznej, tym szybsze wymieszanie, dlatego zaleca się, żeby ciśnienia  $p_1$  i  $p_2$  były takie same, a wzrost ciśnienia  $p_1$  i  $p_2$  powoduje skrócenie czasu mieszania.

W pracy wyznaczono współczynnik wnikania masy dla mieszalnika hydraulicznego metodą analizy obrazu w celu porównania uzyskanych wartości do wyników dla standardowego mieszalnika mechanicznego. Przeprowadzono również test pracy mieszalnika hydraulicznego ze zmodyfikowanym, profilowanym dnem wykonanym za pomocą technologii wydruku 3D. Uzyskane wartości  $k_L a$  dla mieszalnika hydraulicznego są mniejsze niż dla mieszalników strumieniowych typu airlift oraz mieszalników mechanicznych z nieustalonym ruchem mieszadła. Mieszalniki typu airlift oraz mechaniczne wymagają większej mocy jednostkowej, natomiast czas mieszania jest krótszy niż w mieszalniku hydraulicznym.