

STRESZCZENIE POPULARNONAUKOWE

Proces mechanicznego mieszania cieczy jest stosowany w wielu gałęziach przemysłu przetwórczego. Ma on na celu zapewnienie określonego poziomu jednorodności wytwarzanego produktu, dlatego też jest czynnikiem wpływającym na jego finalną jakość. W praktyce wiele produktów użytku codziennego, w tym żywność, kosmetyki, leki czy chemikalia, charakteryzowanych jest przez złożone właściwości reologiczne, które utrudniają efektywne mieszanie wskazanych produktów w całym mieszalniku. Produkty takie należą do grupy płynów nienewtonowskich.

Jedną z przyczyn niewystarczającego poziomu wymieszania cieczy nienewtonowskich w całej objętości jest ich duża lepkość. Ta właściwość reologiczna określa opór, jaki płyn stawia działającym siłom wymuszającym przepływ. Dodatkowo, w przypadku cieczy o złożonych właściwościach reologicznych lepkość nie ma wartości stałej, lecz zmienia się pod wpływem zewnętrznie przyłożonej siły. Ta zmieniająca się lepkość powoduje, że podczas mechanicznego mieszania cieczy nienewtonowskich w pobliżu mieszadła generowana jest strefa intensywnego mieszania, charakteryzująca się dużymi prędkościami cieczy. Poza tą strefą występują także obszary o bardzo słabym mieszaniu, w których prędkość cieczy jest bliska zeru. Strefy słabego mieszania uniemożliwiają osiągnięcie wymaganego stopnia jednorodności mieszanej cieczy, a tym samym obniżają jakość produktu finalnego. Z tego względu konieczne jest zapewnienie takich warunków pracy mieszalnika, aby strefy objęte słabym mieszaniem cieczy były jak najmniejsze.

Stan opublikowanych dotychczas badań dotyczących formowania się stref intensywnego mieszania cieczy wskazuje, że aktualny opis ich generowania oparty jest głównie na silnie uproszczonej analizie materiału eksperymentalnego. Opis ten jest częściowo wsparty przez wyniki badań numerycznych z użyciem niepełnej charakterystyki reologicznej badanych cieczy. Prezentowane w literaturze wyniki umożliwiają z pewnym przybliżeniem obliczenie rozmiarów stref intensywnego mieszania cieczy, ale nie objaśniają mechanizmu ich powstawania. W przedstawionym projekcie podjęto się zbadania i wyjaśnienia za pomocą praw fizyki sposobu tworzenia stref intensywnego i słabego przepływu cieczy w mechanicznych mieszalnikach. Podjęte badania mają na celu opracowanie skutecznych sposobów projektowania oraz wskazówek użytkowania mieszalników cieczy o złożonych właściwościach reologicznych, dzięki którym możliwe będzie zminimalizowanie rozmiarów stref słabego wymieszania. Zastosowanie opracowanych sposobów powinno zapewnić wymaganą jednorodność produktu finalnego w całej mieszanej objętości, a nie tylko jej części, co ostatecznie przełoży się na jego wysoką jakość.

W ramach realizacji badań zaplanowanych w niniejszym projekcie przeprowadzone zostaną szerokie badania eksperymentalne i numeryczne, które posłużą do weryfikacji dwóch nowatorskich tez badawczych, związanych z tworzeniem stref intensywnego mieszania cieczy. Przyjęta metodyka prowadzenia badań eksperymentalnych i numerycznych w mieszalnikach jest dobrana według aktualnie najlepszych wzorców opisanych w literaturze światowej. Nowatorskie sposoby analizy uzyskanych wyników ulepszają analizę kształtowania się stref intensywnego mieszania oraz poszerzą aktualny stan wiedzy w zakresie mechanicznego mieszania cieczy o złożonych parametrach reologicznych.