

Praca dyplomowa inżynierska

Wykorzystanie metody optycznej do określania wydajności mieszania w reaktorze z mieszaniem typu *wave*



Autor: Mateusz Sączek

Nr albumu: 312333

Promotor: dr hab. inż. Maciej Pilarek, prof. uczelni

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Mateusz Bartczak

Rok akademicki: 2024/2025

Wprowadzenie

Bioreaktory *single-use* z mieszaniem typu *wave* znajdują szerokie zastosowanie w biotechnologii i biofarmacji, coraz częściej zastępując bioreaktory wielorazowego użytku ze stali nierdzewnej. Mieszanie typu *wave*, stosowane w tych urządzeniach, gwarantuje efektywny transport masy przy niskich naprężeniach ścinających. Znajomość wartości czasu mieszania w bioreaktorach *single-use* z mieszaniem *wave* pozwala szacować intensywność procesów przenoszenia masy. Ważną metodą pomiaru tego parametru procesowego jest metoda optyczna ze względu na nieinwazyjność i możliwość szczegółowej obserwacji struktury przepływu cieczy wewnątrz bioreaktora za pomocą łatwo dostępnych oraz niedrogich narzędzi i odczynników.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było wyznaczenie ilościowej charakterystyki czasu mieszania w polimerowym zbiorniku Cellbag™ 10 L bioreaktora ReadyToProcess WAVE™ 25 przy różnych wartościach parametrów procesowych: kąta α i częstotliwości ω wychyleń platformy bioreaktora oraz objętości V fazy ciekłej w zbiorniku. Zakres pracy obejmował:

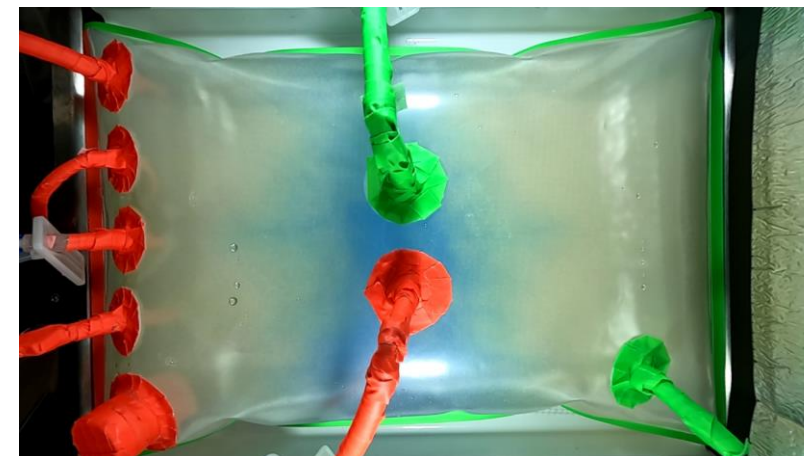
- przegląd literatury dotyczącej zastosowań metody optycznej w metrologii bioreaktorów;
- zastosowanie metody optycznej do pomiaru czasu mieszania w badanym zbiorniku;
- wykorzystanie autorskiego algorytmu analizy obrazu do obróbki materiału filmowego;
- analizę statystyczną uzyskanych danych doświadczalnych w celu określenia wpływu parametrów procesowych na czas mieszania w zbiorniku;
- dyskusję wyników obejmującą porównanie z danymi literaturowymi.

Część literaturowa

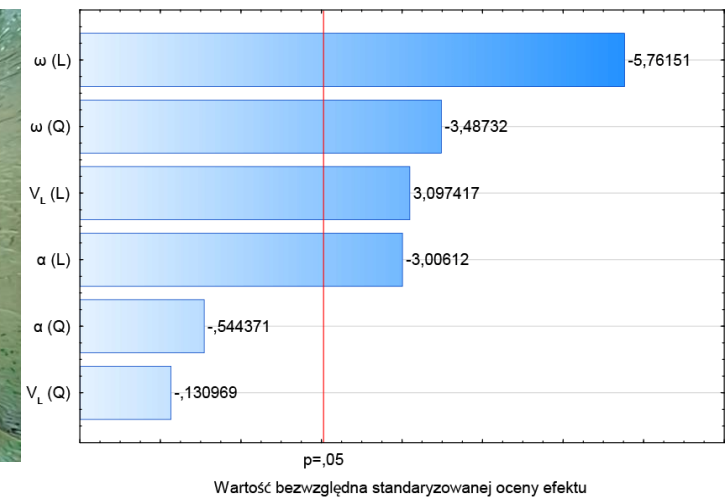
W części literaturowej przedstawiono podział bioreaktorów *single-use* według ich charakterystyk technicznych: kształtu i objętości zbiornika hodowlanego, oprzyrządowania oraz zastosowanego mechanizmu mieszania. Opisano zasady ich działania oraz zastosowania, wyróżniając przy tym aparaty z mieszaniem typu *wave*. Następnie zaprezentowano aplikacyjność metody optycznej wspomaganej komputerowo analizą obrazu w badaniach czasu mieszania w bioreaktorach oraz potencjalne przyszłe kierunki jej wykorzystania w nowoczesnej analizie przebiegu bioprocessów.

Część doświadczalna

Wartości czasu mieszania w zbiorniku bioreaktora określano przy zastosowaniu metody optycznej wspomaganej komputerową analizą obrazu (Rysunek 1). Doświadczenia zaplanowano zgodnie z metodologią statystycznego planowania eksperymentu, bazując na planie Boxa-Behnkena. Uzyskane wyniki przeanalizowano oraz porównano z dostępnymi danymi literaturowymi.



Rys.1. Przykładowa klatka z nagrania z widocznym naczyniem jednorazowego użytku.



Rys. 2. Wartości bezwzględne standaryzowanej oceny efektów dla badanych parametrów mieszania typu *wave*.

Wykazano, że największy wpływ na wartości czasu mieszania ze wszystkich trzech zbadanych parametrów operacyjnych ma częstotliwość wychyleń platformy bioreaktora ω ze względu na najwyższe wartości efektu liniowego L i kwadratowego Q (Rysunek 2). Statystycznie istotne były także efekty liniowe L objętości mieszaniny w naczyniu hodowlanym V oraz kąta wychyleń α , gdyż ich wartości bezwzględne wykraczają poza wybrany przedział ufności, $p = 0,05$.

Wnioski

Na podstawie analizy otrzymanych wyników sformułowano następujące wnioski:

- średnie wartości czasu mieszania osiągnęte w badanym układzie wynoszą od 2,22 s do 2223 sekund.
- wszystkie badane parametry operacyjne: kąt α i częstotliwość ω wychyleń platformy oraz objętość fazy ciekłej V w naczyniu hodowlanym istotnie wpływają na czas mieszania w badanym układzie, z czego największy był wpływ częstotliwości ω ;
- zastosowana metoda optyczna okazała się bardziej precyzyjna w porównaniu z metodą sensorową, co wynika m.in. z nieinwazyjności metody optycznej.