

# Praca dyplomowa inżynierska

## Pomiary rozkładu czasu cyrkulacji elementów cieczy sprężystolepkiej w mieszalniku zbiornikowym z mieszadłem wstęgowym



**Autor: Przybysław Przybył**

Nr albumu: 258366

Promotor: dr hab. inż. Antoni Rozeń

Rok akademicki: 2016/2017

### Wprowadzenie

Współczesny rozwój nowych technologii spowodował ogromny wzrost liczby nowo wytwarzanych płynów wysokolepkich o bardzo złożonych własnościach reologicznych (nienewtonowskich). Ze względu na swoje specyficzne właściwości odgrywają one znaczącą rolę w takich gałęziach przemysłu jak: przemysł spożywczy, przetwórstwo tworzyw sztucznych, przemysł farmaceutyczny czy kosmetyczny. W każdej z tych branż operacja mieszania jest bardzo istotnym elementem procesu produkcyjnego, uważanym często za kluczowy etap w całym procesie.

### Cel i zakres pracy

Celem pracy było wyznaczenie na drodze doświadczalnej rozkładu czasu cyrkulacji oraz czasu przebywania w strumieniu centralnym cieczy lepkosprężystej o wysokiej lepkości w mieszalniku zbiornikowym wyposażonym w mieszadło dwuwstęgowe.

Zakres pracy obejmował:

- przegląd literatury dotyczącej: procesów mieszania, cyrkulacji podczas mieszania płynów w zbiornikach zaopatrzonych w mieszadła helikoidalne, a także opisu własności reologicznych płynów nienewtonowskich, ze szczególnym uwzględnieniem własności lepkosprężystych,
- opracowanie metodyki prowadzenia badań doświadczalnych,
- wykonanie pomiarów czasów cyrkulacji i czasów przebywania elementów cieczy w osiowym strumieniu centralnym oraz wyznaczenie na ich podstawie rozkładów tych wielkości (funkcji gęstości prawdopodobieństwa),
- przeprowadzenie pomiarów reometrycznych badanych cieczy lepkosprężystych w celu określenia ich właściwości reologicznych,
- opracowanie wyników badań doświadczalnych,
- sformułowanie wniosków końcowych.

### Charakterystyka badanych płynów

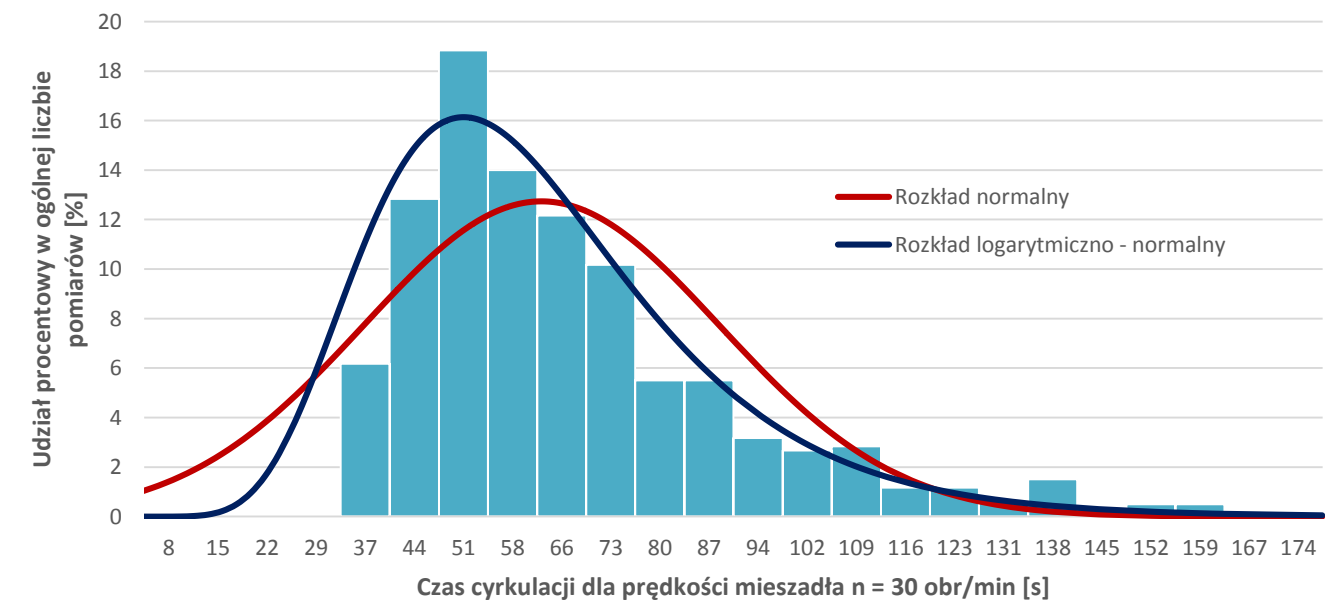
W badaniach eksperymentalnych jako ciecz sprężystolepką użyto wodnych roztworów gumy ksantanowej. Guma ksantanowa to naturalny polisacharyd pochodzenia mikrobiologicznego o ogromnym znaczeniu komercyjnym. Substancja ta często oznaczana jest symbolem E 415. W przemysłowych zastosowaniach pełni funkcje takie jak: środek zagęszczający, poprawiający konsystencję oraz regulujący lepkość.

### Metodyka badawcza i wykonanie pomiarów

Czasy cyrkulacji zostały wyznaczone poprzez ich bezpośredni pomiar przy użyciu wskaźników przepływu, czyli tzw. markerów. Ruch markerów utożsamiany jest z ruchem elementów płynu. W eksperymentach prowadzono badania roztworów gumy ksantanowej w zakresie stężeń 0,1 – 0,3 % wagowych. Pomiary czasów cyrkulacji oraz czasów przebywania w strumieniu centralnym prowadzone były dla dwóch prędkości obrotowych mieszadła – 30 oraz 60 obr/min. Dla każdego rodzaju badań wykonano 600 pomiarów, co pozwoliło na właściwą analizę statystyczną uzyskanych wyników.

### Wyniki badań doświadczalnych

Na podstawie otrzymanych wyników pomiarów podczas eksperymentów wyznaczono rozkłady mierzonych wielkości – rozkład czasu cyrkulacji oraz rozkład czasu przebywania w strumieniu centralnym. Przykładowy histogram pomiarowy czasów cyrkulacji przedstawiono na rysunku 1.



**Rysunek.1.** Histogram pomiarowy czasów cyrkulacji dla prędkości obrotowej mieszadła  $n = 30$  obr/min, stężenie gumy ksantanowej 0,2% wagowych

### Wnioski

Rozkłady czasów cyrkulacji oraz czasów przebywania w strumieniu centralnym można przybliżyć rozkładem logarytmiczno – normalnym. Jednakże na histogramach można dostrzec odchylenia od idealnego przebiegu funkcji rozkładu. Świadczy to o występowaniu więcej niż jednej pętli cyrkulacyjnych. Uzyskane wyniki badań procesu mieszania, w postaci rozkładu czasu cyrkulacji, mogą okazać się bardzo ważne w aspekcie mikrobiologicznej produkcji gumy ksantanowej. Ponadto znajomość rozkładu czasu cyrkulacji podczas mieszania jest niezbędna przy określaniu odpowiednich warunków procesowych, a także podczas przeprowadzania symulacji procesów przemysłowych, w których powstające produkty to płyny sprężystolepkie, o wysokiej lepkości. Wyniki uzyskanych badań doświadczalnych pozwolą w przyszłości na sformułowanie modelu opisującego zachowanie płynów lepkosprężystych w mieszalnikach zbiornikowych oraz weryfikację wyników symulacji numerycznych mieszania w tego typu układach.