

Spis treści

Streszczenie	7
Wykaz stosowanych oznaczeń	9
1. Wprowadzenie	15
2. Cele i obszary analizy mieszania nieustalonego	19
3. Podstawy teoretyczne mieszania nieustalonego	22
3.1. Podstawowe równania	22
3.2. Mieszanie nieustalone układów jednorodnych	28
3.2.1. Hydrodynamika mieszania nieustalonego	29
3.2.2. Moc mieszania nieustalonego	37
3.2.3. Czas mieszania	41
3.3. Mieszanie nieustalone płynów lepkich	43
3.3.1. Czas mieszania	43
3.3.2. Moc mieszania	53
3.4. Mieszanie nieustalone układów dwufazowych gaz–ciecz	55
3.4.1. Moc mieszania	56
3.4.2. Stopień zatrzymania gazu	58
3.4.3. Objętościowy współczynnik wnikania masy $k_L a$	60
3.4.4. Czas mieszania	64
3.5. Podsumowanie	66
4. Część eksperymentalna	69
4.1. Stanowisko badawcze	69
4.2. Mieszadła	72
4.3. Stosowane rodzaje ruchu nieustalonego	74
4.4. Zastosowane odczynniki	77
4.5. Metodyka pomiarów	78
4.5.1. Analiza częstotliwości oscylacji f	78
4.5.2. Analiza Fouriera	79
4.5.3. Pomiar momentu obrotowego	80
4.5.4. Pomiar siły osiowej	80
4.5.5. Pomiar objętościowego współczynnika wnikania masy $k_L a$	80
4.5.6. Analiza obszarów IMR	82
5. Wyniki badań eksperymentalnych	83
5.1. Mieszanie nieustalone układów jednorodnych	83
5.1.1. Zakresy dominacji sił oporu i bezwładności	83
5.1.2. Wpływ mieszania nieustalonego na współczynniki oporu C_D i bezwładności C_I	90
5.1.2.1. Mieszanie nieustalone FR1	90
5.1.2.2. Mieszanie nieustalone FR2	95
5.1.2.3. Mieszanie nieustalone FR3	98
5.1.2.4. Mieszanie nieustalone F1	101
5.1.2.5. Wpływ typu mieszania nieustalonego	106
5.1.3. Wpływ mieszania nieustalonego na moc mieszania	108
5.1.4. Wpływ mieszania nieustalonego na siłę osiową	119
5.2. Mieszanie nieustalone układów dwufazowych gaz–ciecz	126
5.2.1. Względny współczynnik oporu C_{Dg}/C_{D0}	127

5.2.2. Moc mieszania układów gaz–ciecz	134
5.2.3. Stopień zatrzymania gazu	139
5.2.4. Objętościowy współczynnik wnikania masy	147
5.2.4.1. Objętościowy współczynnik wnikania masy dla turbiny Rushtona	155
5.3. Mieszanie płynów w zakresie przejściowym i laminarnym	157
5.3.1. Mieszanie nieustalone płynów z granicą płynięcia	157
5.3.1.1. Badania reologiczne w przepływie ustalonym	158
5.3.1.2. Badania reologiczne w przepływie nieustalonym	160
5.3.1.3. Zapotrzebowanie na moc mieszania nieustalonego	171
5.3.1.4. Kawerny	181
5.3.2. Mieszanie nieustalone płynów newtonowskich	196
5.3.2.1. Współczynniki oporu C_D	196
5.3.2.2. Moc mieszania nieustalonego	203
5.3.2.3. Obszary IMR	204
5.4. Podsumowanie	212
Bibliografia	217
Abstract	229