
SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE	7
1.1. Procesy	9
1.1.1. Podział procesów	9
1.1.2. Podział procesów jednostkowych	10
1.1.3. Podział operacji jednostkowych fizycznych	10
1.1.4. Inne podziały	11
1.2. Maszyny i urządzenia	11
1.3. Przykłady procesów i urządzeń	13
1.3.1. Procesy w przetwórstwie żywności	13
1.3.2. Urządzenia dla przemysłu żywnościowego	14
2. ROZDRABNIANIE	16
2.1. Rozdrabnianie małe, średnie i duże	16
2.1.1. Siły działające podczas rozdrabniania	17
2.1.2. Stopień rozdrobnienia	18
2.1.3. Rozdrabnianie w obiegu zamkniętym	19
2.1.4. Zapotrzebowanie energii do rozdrabniania ciał stałych	20
2.1.5. Interpretacja pracy wykonanej podczas rozdrabniania	22
2.1.6. Urządzenia i maszyny rozdrabniające	24
2.1.7. Czynniki wpływające na konstrukcje rozdrabniaczy	25
2.1.8. Zasady działania podstawowych typów rozdrabniaczy	26
2.1.9. Kruszkarki płytowe (szczękowe)	26
2.1.10. Kruszkarki stożkowe	29
2.1.11. Gniotowniki walcowe	30
2.1.12. Gniotowniki obiegowe (walcarki obiegowe)	31
2.1.13. Młyny udarowe	33
2.1.14. Młyny kulowe	34
2.1.15. Młyny żarnowe	35
2.1.16. Młyny tarczowe	35
2.1.17. Młyny tarkowe	36
2.1.18. Krajalnice	37
2.1.19. Wilki	40
2.1.20. Kutry	40
2.1.21. Separatory mięsa od kości	42
2.2. Rozdrabnianie bardzo duże ciał wilgotnych	45
2.2.1. Rozdrabnianie układów ciecz-ciecz i ciecz-ciało stałe	45
2.2.2. Zasada działania urządzeń do bardzo dużego rozdrabniania ciał wilgotnych	48
2.2.3. Rozdrabnianie przez intensywne mieszanie	48
2.2.4. Rozdrabnianie przez wykorzystanie sił tnących	49
2.2.5. Rozdrabnianie za pomocą kawitacji	50
2.2.6. Rozdrabnianie przez działanie wysokim ciśnieniem	50
2.3. Rozdrabniania ciał suchych i krystalicznych	51
2.3.1. Młyny udarowe	51
2.3.2. Młyny strumieniowe	52

2.4. Rozpylanie	53
2.4.1. Rozpylanie przez wykorzystanie sił odśrodkowych	53
2.4.2. Rozpylanie przez stosowanie ciśnienia	53
3. SORTOWANIE CIAŁ ZIARNISTYCH	54
3.1. Sortowanie przez stałe otwory sit w jednym przesianiu	56
3.1.1. Przesiewacze stacjonarne	56
3.1.2. Przesiewacze obrotowe cylindryczne	57
3.1.3. Przesiewacze wibracyjne płaskie	58
3.1.4. Przesiewacze i sortowniki z wirującą tarczą	61
3.1.5. Sortowniki wibrujące tarczowe	62
3.2. Sortowanie przez zmienne otwory w jednym przesianiu	63
3.2.1. Sortowniki taśmowe	64
3.2.2. Sortowniki linowe	64
3.2.3. Sortowniki wałkowe (rolkowe)	65
3.2.4. Sortowniki daszkowe	65
3.2.5. Sortowniki kaskadowe	66
3.3. Sortowanie według kształtu	66
3.3.1. Tryjery bębnowe	66
3.3.2. Tryjery tarczowe	67
3.4. Oddzielanie przez zmianę kierunku ruchu	67
3.4.1. Oddzielanie w strumieniu powietrza	68
3.4.2. Sortowanie na przenośnikach	69
3.4.3. Oddzielanie w cyklonach	70
3.5. Sortowanie przez określenie ciężaru	73
3.6. Sortowanie według koloru	74
3.7. Sortowanie za pomocą kamer	75
3.8. Rozdział magnetyczny	75
4. PRASOWANIE	76
4.1. Urządzenia do tłoczenia	77
4.1.1. Przebieg procesu tłoczenia	77
4.1.2. Prasy hydrauliczne	78
4.1.3. Prasy koszowe	78
4.1.4. Prasy pneumatyczne	79
4.1.5. Prasy ślimakowe	80
4.1.6. Prasy walcowe	83
4.2. Urządzenia do formowania	83
4.2.1. Proces formowania	83
4.2.2. Wałkownice walcowe	84
4.2.3. Wałkownice taśmowe	85
4.2.4. Wykrojniki	85
4.2.5. Wałkownice rolkowe	85
4.2.6. Inne urządzenia do formowania	86
4.3. Urządzenia do brykietowania	87
4.3.1. Prasy brykietujące wielotaktowe	87
4.3.2. Prasy granulujące	88
4.3.3. Prasy formujące dwuwalcowe	89
4.3.4. Prasy formujące jednowalcowe	89
4.3.5. Wytłaczarki do wędlin	89
4.3.6. Prasy do teksturowania żywności	90
5. MIESZANIE UKŁADÓW CIECZ-CIECZ I CIECZ-CIAŁO STAŁE	91
5.1. Stopień zmieszania	92

5.2. Intensywność mieszania	93
5.3. Efektywność mieszania	93
5.4. Postacie konstrukcyjne mieszadeł	94
5.4.1. Mieszadła łapowe	94
5.4.2. Mieszadła turbinowe	95
5.4.3. Mieszadła śmigłowe	96
5.4.4. Mieszadła ślimakowe	98
5.4.5. Usytuowanie mieszadeł w zbiornikach	99
5.5. Moc mieszania	100
5.6. Podobieństwo modelowe urządzeń	102
5.6.1. Elementy podobieństwa modelowego dla mieszadła	103
5.7. Zastępcze liczby kryterialne dla mieszania	104
6. MIESZANIE CIAŁ ZIARNISTYCH	106
6.1. Parametry opisujące materiały ziarniste	108
6.1.1. Zastępcza średnica ziarna	108
6.1.2. Porowatość	108
6.1.3. Kształt ziarna	109
6.1.4. Powierzchnia właściwa układu ziarnistego	109
6.1.5. Kąt zsyphu	109
6.2. Model mieszania w bębnie	110
6.3. Stopień zmieszania	110
6.4. Podstawowe konstrukcje mieszalników do ciał ziarnistych	111
6.4.1. Mieszalniki przesypowe z komorą obrotową	111
6.4.2. Mieszalniki z ruchomym mieszadłem	113
6.4.3. Miesiarki	114
6.5. Mieszalniki statyczne	115
6.6. Fluidyzacja	116
6.6.1. Zastosowanie i zalety fluidyzacji	119
6.6.2. Wady fluidyzacji	120
6.6.3. Zaburzenia pracy złoża fluidalnego	120
7. FILTRACJA	122
7.1. Równanie filtracji	123
7.2. Filtracja przez osady nieściśliwe	125
7.2.1. Filtracja pod stałym ciśnieniem	125
7.2.2. Filtracja przy stałej prędkości	126
7.2.3. Filtracja pod stałym ciśnieniem i przy stałej prędkości	127
7.2.4. Filtracja przestrzenna	127
7.3. Filtracja przez osady ściśliwe	128
7.4. Filtracja z blokowaniem przegrod	128
7.5. Zjawiska związane z filtracją	128
7.6. Cykl pracy filtru	129
7.7. Przegrody filtracyjne	130
7.7.1. Przegrody zwarde	130
7.7.2. Luźne warstwy filtracyjne	131
7.8. Urządzenia do filtracji	131
7.8.1. Sita łukowe	132
7.8.2. Sita wibrujące	132
7.8.3. Filtry z luźnym złożem	133
7.8.4. Filtry wielowarstwowe	133
7.8.5. Filtry rurowe	135
7.8.6. Filtry panwowe	136
7.8.7. Filtry taśmowe	137

7.8.8. Filtry bębnowe	138
7.8.9. Filtry tarczowe	140
7.8.10. Prasy filtracyjne	140
7.8.11. Wirówki filtracyjne	142
7.9. Filtracja membranowa	147
7.9.1. Mikrofiltracja	149
7.9.2. Ultrafiltracja	149
7.9.3. Nanofiltracja	149
7.9.4. Odwrócona osmoza	149
8. SEDYMENTACJA	150
8.1. Ruch cząstki w płynie	151
8.1.1. Sedymentacja zawiesin w polu grawitacyjnym	153
8.1.2. Ruch kropli cieczy w cieczy	155
8.1.3. Cząstki równo opadające	156
8.1.4. Inne układy	156
8.1.5. Współczynniki korekcyjne	156
8.2. Przykłady zastosowania sedymentacji	158
8.2.1. Osadnik o działaniu nieciągłym	158
8.2.2. Osadnik o działaniu ciągłym	159
8.2.3. Klasyfikacja hydrauliczna	160
8.2.4. Rozdzielanie na zasadzie eliutacji	160
8.2.5. Osadniki pochylone z przepływem przeciwnym	161
8.2.6. Klasyfikator dwustopniowy	162
8.3. Osadzanie zakłócone	163
8.4. Sedymentacja w polu sił odśrodkowych	165
8.4.1. Współczynnik rozdziału wirówek	166
8.4.2. Prędkość sedymentacji w wirówce	166
8.4.3. Czas rozdzielania w wirówce	167
8.5. Zasada działania wirówek	167
8.5.1. Regulacja wirówek	169
8.5.2. Zwiększanie przepustowości wirówek	169
8.6. Różne typy wirówek	171
8.6.1. Wirówki o pracy nieciągłej	171
8.6.2. Wirówki o pracy ciągłej	172
8.7. Flotacja	177
Literatura	180
Definicje	182