

Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego / pod redakcją Piotra P. Lewickiego ; [autorzy: Piotr P. Lewicki, Andrzej Lenart, Roman Kowalczyk, Zbigniew Pałacha]. – wyd. 4 - 1 dodr. (PWN). – Warszawa, 2017

Spis treści

Przedmowa do wydania trzeciego	11
CZĘŚĆ I. WPROWADZENIE	13
1. Procesy podstawowe w technologii żywności	14
1.1. Pojęcie procesu podstawowego	14
1.2. Przenoszenie pędu, energii i masy	16
1.3. Bilansowanie procesów	17
1.4. Powiększanie skali procesu	23
1.5. Teoria podobieństwa	24
1.6. Równania kryterialne	25
CZĘŚĆ II. PROCESY MECHANICZNE	31
2. Rozdrabnianie ciał stałych	32
2.1. Wprowadzenie	32
2.2. Właściwości reologiczne ciał stałych	33
2.3. Teorie rozdrabniania	35
2.4. Maszyny i urządzenia rozdrabniające	38
2.4.1. Maszyny zgniatające	38
2.4.2. Maszyny szarpiące	40
2.4.3. Maszyny udarowe	42
2.4.4. Łamacze	44
2.4.5. Maszyny ścinające	44
2.4.6. Maszyny tnące	46
2.5. Kryteria doboru maszyn rozdrabniających	49
3. Przesiewanie i sortowanie	51
3.1. Proces przesiewania	51
3.1.1. Mechanizm i sprawność przesiewania	52
3.2. Maszyny przesiewające	55
3.3. Sortowniki	57
4. Przepływ płynów	61
4.1. Właściwości reologiczne cieczy	61
4.2. Dynamika płynów	64

4.3. Opory przepływu cieczy niutonowskich	69
4.4. Szczególne przypadki przepływu	73
4.5. Przepływ cieczy nieniuonowskich	78
5. Formowanie i ekstrudowanie	83
5.1. Właściwości ciał plastycznych	83
5.2. Nadawanie kształtu	84
5.2.1. Maszyny walcujące (walcarki)	84
5.2.2. Maszyny wykrawające (wykrawarki)	85
5.2.3. Maszyny formujące (formierki)	86
5.2.4. Maszyny wytłaczające (wytłaczarki)	86
5.3. Ekstruzja	90
6. Ruch ciał stałych i cieczy w płynach	93
6.1. Wprowadzenie	93
6.2. Opadanie niezakłócone	94
6.3. Opadanie zakłócone	97
6.4. Ruch kropli cieczy w cieczy	98
6.5. Przepływ gazu przez warstwę cieczy	98
7. Fluidyzacja i transport pneumatyczny	101
7.1. Charakterystyka procesów	101
7.2. Dynamika warstwy fluidalnej	101
7.3. Dynamika przepływu współprądowego gazu z fazą stałą	107
7.4. Urządzenia do fluidyzacji i transportu pneumatycznego	110
8. Mechaniczne rozdzielanie układów niejednorodnych	113
8.1. Wyciskanie cieczy	113
8.1.1. Ogólna charakterystyka procesu	113
8.1.2. Prasy do wyciskania cieczy	115
8.2. Filtracja	119
8.2.1. Wprowadzenie	119
8.2.2. Warstwy filtrujące	120
8.2.3. Warstwa osadu	121
8.2.4. Pomoce filtracyjne	122
8.2.5. Teoria procesu filtracji	123
8.2.6. Filtracja pod stałym ciśnieniem	126
8.2.7. Filtracja ze stałą szybkością	126
8.2.8. Przemywanie osadu	127
8.2.9. Filtry	127
8.3. Grawitacyjne rozdzielanie zawiesin	133
8.3.1. Stopień rozdziału	133
8.3.2. Odstojniki	134
8.3.3. Klasyfikatory	136
8.4. Rozdzielanie układów niejednorodnych w polu siły odśrodkowej	138

8.4.1. Cyklony	139
8.4.2. Wirówki	140
9. Rozdrabnianie cieczy	151
9.1. Teorie rozdrabniania	151
9.2. Homogenizacja	156
9.3. Rozpylanie cieczy	159
10. Mieszanie i aglomeracja	163
10.1. Charakterystyka procesu mieszania	163
10.2. Urządzenia do mieszania	163
10.2.1. Mieszalniki	164
10.2.2. Mieszarki	171
10.2.3. Zagniatarki	176
10.3. Moc mieszania	178
10.4. Intensywność mieszania	182
10.5. Charakterystyka procesu aglomeracji	184
10.6. Urządzenia do aglomeracji	185
CZĘŚĆ III. PRZENOSZENIE CIEPŁA	189
11. Ruch ciepła	190
11.1. Ogólna charakterystyka	190
11.2. Ruch ciepła ustalony	191
11.2.1. Przewodzenie ciepła	191
11.2.2. Konwekcja ciepła	194
11.2.3. Ruch ciepła przez promieniowanie	216
11.2.4. Złożona wymiana ciepła	219
11.3. Ruch ciepła nieustalony	227
11.3.1. Nieustalone przewodzenie ciepła	227
11.3.2. Przenikanie ciepła w ruchu nieustalonym	235
12. Ogrzewanie i chłodzenie	240
12.1. Ogólna charakterystyka procesów cieplnych	240
12.2. Właściwości cieplne produktów spożywczych	242
12.2.1. Przewodność cieplna właściwa	242
12.2.2. Ciepło właściwe	244
12.2.3. Współczynnik przewodzenia temperatury	244
12.3. Bezprzeponowa wymiana ciepła	245
12.3.1. Blanszowniki	245
12.3.2. Rozparzacze	246
12.3.3. Pasteryzatory tunelowe	248
12.3.4. Sterylizatory i autoklawy	249
12.3.5. Skraplacze	253
12.3.6. Piece piekarskie	255

12.4. Przeponowa wymiana ciepła	257
12.4.1. Wymienniki ciepła z płaszczem grzejnym	257
12.4.2. Wymienniki płaszczowo-rurowe	260
12.4.3. Wymienniki ciepła płytowe	264
12.4.4. Wymienniki z węzownicą	267
12.4.5. Wymienniki typu JAD	268
12.4.6. Wymienniki ciepła z rurami żebrowanymi	269
12.5. Niekonwencjonalne metody przenoszenia ciepła - termowody	271
12.6. Podstawy obliczania wymienników ciepła	272
12.6.1. Strumienie masowe	272
12.6.2. Powierzchnia wymiany ciepła	272
12.6.3. Zastępcza różnica temperatury	272
12.6.4. Rozwiązania procesowe	275
12.7. Podstawy eksploatacji wymienników ciepła	277
12.7.1. Zapewnienie dobrych warunków wymiany ciepła	277
12.7.2. Optymalne warunki pracy	279
13. Odparowywanie	280
13.1. Charakterystyka procesu	280
13.1.1. Roztwory i ich właściwości	280
13.1.2. Selektywność procesu odparowywania	283
13.2. Wyparki	285
13.2.1. Komora grzejna	285
13.2.2. Komora oparów	298
13.2.3. Skraplacz	299
13.3. Wyparki jednodziałowe	300
13.4. Wyparki wielodziałowe	301
13.4.1. Wyparki dwudziałowe	302
13.4.2. Wyparki trójdziałowe	303
13.4.3. Wyparki czterodziałowe	305
13.4.4. Wyparki o większej liczbie działów	309
13.5. Sprężanie oparów	309
13.6. Bilans procesu odparowywania	313
13.6.1. Bilans masy	313
13.6.2. Bilans ciepła w wyparce jednodziałowej	313
13.6.3. Bilans ciepła w wyparce wielodziałowej	315
13.7. Warunki wymiany ciepła w wyparkach	318
14. Zamrażanie żywności	320
14.1. Wprowadzenie	320
14.1.1. Właściwości wody i lodu	320
14.1.2. Krzywe mrożenia	322
14.2. Charakterystyka procesu zamrażania produktów spożywczych	325
14.3. Czas zamrażania	328
14.4. Bilans cieplny procesu zamrażania	332

14.5. Urządzenia zamrażalnicze	333
14.5.1. Podział urządzeń zamrażalniczych	333
14.5.2. Zamrażarki konwekcyjne	333
14.5.3. Zamrażarki kontaktowe	341
14.5.4. Zamrażarki immersyjne	342
CZĘŚĆ IV. PRZENOSZENIE MASY	347
15. Ruch masy	348
15.1. Wprowadzenie	348
15.2. Molekularny ruch masy	349
15.3. Konwekcyjny ruch masy	350
15.4. Przenoszenie masy między fazami	354
15.4.1. Dwie fazy płynne	354
15.4.2. Faza płynna z fazą stałą	355
15.5. Intensyfikacja ruchu masy	358
16. Suszenie	359
16.1. Charakterystyka procesu	359
16.2. Kinetyka procesu suszenia	363
16.3. Ruch ciepła i masy	364
16.3.1. Ruch ciepła	364
16.3.2. Przenoszenie masy	365
16.3.3. Intensyfikacja procesu suszenia	368
16.3.4. Czas suszenia	369
16.4. Sposoby suszenia	370
16.5. Suszarki	372
16.5.1. Suszarki konwekcyjne	372
16.5.2. Suszarki kontaktowe	385
16.5.3. Suszarki pracujące pod obniżonym ciśnieniem	387
16.5.4. Suszarki promiennikowe i mikrofalowe	388
16.6. Bilans procesu suszenia	388
16.6.1. Bilans masy w suszarce	388
16.6.2. Bilans ciepła	389
16.6.3. Graficzna interpretacja procesu suszenia	391
17. Ekstrakcja	393
17.1. Ogólna charakterystyka procesu	393
17.2. Ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz	395
17.3. Ekstrakcja w układzie ciało stałe-ciecz	399
17.4. Ekstrakcja w stanie nadkrytycznym	402
17.5. Ekstraktory	406
18. Krystalizacja i rozpuszczanie	411
18.1. Ogólna charakterystyka procesów	411

18.2. Kinetyka krystalizacji	415
18.3. Kinetyka rozpuszczania	417
18.4. Krystalizatory	420
18.5. Urządzenia do rozpuszczania	424
19. Destylacja i rektyfikacja	427
19.1. Destylacja	427
19.1.1. Ogólna charakterystyka procesu	427
19.1.2. Destylacja prosta (różniczkowa)	427
19.2. Rektyfikacja	430
19.2.1. Ogólna charakterystyka procesu	430
19.3.2. Analiza pracy kolumny	433
19.3.3. Wyznaczanie liczby pól kolumny rektyfikacyjnej	437
19.2.4. Wpływ liczby powrotu na pracę kolumny	438
19.2.5. Bilans cieplny i materiałowy kolumny	439
19.3. Instalacje destylacyjne (rektyfikacyjne) kolumnowe stosowane w przemyśle spożywczym	441
19.3.1. Instalacje kolumnowe o działaniu okresowym	441
19.3.2. Instalacje kolumnowe o działaniu ciągłym	442
19.3.3. Instalacje do odzyskiwania aromatów z soku owocowego	446
19.3.4. Zabudowa kolumny	447
20. Procesy membranowe	449
20.1. Wprowadzenie	449
20.2. Charakterystyka membran półprzepuszczalnych	453
20.3. Moduły membranowe	454
20.4. Mikrofiltracja	456
20.5. Ultrafiltracja	456
20.6. Nanofiltracja	458
20.7. Odwrócona osmoza	459
20.8. Elektrodializa	459
Literatura uzupełniająca	461
Skorowidz	463