

SPIS TREŚCI

	Str.
Od Autorów	13
Wstęp (W. N. Stabnikow)	15
1. Zakres przedmiotu „Procesy i aparaty”	16
2. Miejsce przedmiotu „Procesy i aparaty” w programie nauczania	18
3. Powstanie i rozwój przedmiotu	18
4. Ogólne prawa technologii chemicznej	19
a. Równanie bilansu materiałowego i bilansu energetycznego	19
b. Układy zrównoważone i niezrównoważone	20
c. Ogólne wyrażenie prędkości procesów	21
Literatura	22
CZĘŚĆ PIERWSZA. WIADOMOŚCI OGÓLNE	23
Rozdział I. Metoda podobieństwa jako podstawa badania, modelowania i obliczania procesów i aparatów przemysłu spożywczego (W. D. Popow)	23
1. Ogólne wiadomości o metodach badawczych	23
2. Podstawowe wiadomości o podobieństwie procesów technologicznych	29
3. Podstawowe metody teorii podobieństwa	31
a. Pierwsze prawo podobieństwa	31
b. Sposoby otrzymywania kryteriów podobieństwa z równań wyjściowych	34
c. Metoda analizy wymiarowania	36
d. Twierdzenie o ilości kryteriów podobieństwa	38
e. Drugie prawo podobieństwa	38
f. Trzecie prawo podobieństwa	40
4. Zasady i środki modelowania procesów i aparatów	42
5. Niektóre ważniejsze kryteria podobieństwa stosowane w obliczeniach aparatury przemysłu spożywczego	47
6. Zasady stosowania równań kryterialnych	49
Literatura	50
Rozdział II. Główne właściwości techniczne ciał poddawanych procesom (F. A. Riedko)	51
1. Wiadomości ogólne	51
2. Skład roztworów i układy niejednorodne	53
3. Jednostki pomiaru właściwości fizyko-technicznych materiałów	55
4. Podstawowe właściwości fizyko-techniczne substancji	57
Literatura	64
Rozdział III. Podstawy budowy aparatów (W. N. Stabnikow)	66
1. Wymagania stawiane aparatom	66
a. Wymagania eksploatacyjne. Przydatność ruchowa aparatu	66
b. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy	67
c. Wymagania konstrukcyjne	68
d. Wymagania ekonomiczne	68
2. Materiały konstrukcyjne i ich dobór	69
a. Odporność na działanie chemiczne	69
b. Metale w przemyśle spożywczym	70
c. Materiały niemetaliczne	73
d. Zabezpieczenia metali powłokami antykorozyjnymi	74

e. Zabezpieczenia elektrochemiczne materiałów	75
f. Ogólne wskazówki wyboru materiałów przy projektowaniu aparatów przemysłu spożywczego	76
Literatura	76
CZĘŚĆ DRUGA. PROCESY MECHANICZNE I HYDRAULICZNE	77
Rozdział IV. Rozdrabnianie (W. N. Stabnikow)	77
1. Klasyfikacja sposobów rozdrabniania	77
2. Teoria rozdrabniania	78
3. Ogólne wymagania stawiane maszynom rozdrabniającym	82
4. Budowa i działanie głównych typów maszyn rozdrabniających	82
a. Łamacz szczękowy	84
b. Gniotowniki walcowe	86
c. Młyny młotowe	88
d. Młyny tarczowe	89
e. Młyny kulowe	90
5. Krajalnice	91
Literatura	93
Rozdział V. Sortowanie (klasyfikacja) (W. N. Stabnikow)	94
1. Rozdział cząstek według wymiarów i kształtu (przesiewanie)	94
a. Sita	94
b. Analiza sitowa	97
c. Współczynnik sprawności sit	98
d. Klasyfikacja maszyn przesiewających	98
e. Elementy teorii maszyn do przesiewania	99
Sita płaskie	99
Maszyny z sitami obrotowymi	101
f. Tryjery	102
2. Rozdział cząstek według prędkości osadzania się	103
3. Separacja magnetyczna	103
a. Separatory z magnesami stałymi	104
b. Separatory elektromagnetyczne	105
4. Inne metody separacji	105
Literatura	106
Rozdział VI. Prasowanie, tłoczenie i wyciskanie (W. N. Stabnikow)	107
1. Elementy obróbki plastycznej produktów spożywczych	107
a. Wyciskanie cieczy	107
b. Formowanie materiałów plastycznych	109
c. Prasowanie (brykietowanie)	110
2. Prasy	112
a. Prasy do oddzielania cieczy	114
b. Prasy do formowania mas plastycznych	118
Prasy formujące	118
Walkownice	120
Maszyny wykrawające	120
c. Maszyny brykietujące (prasujące)	121
Literatura	121
Rozdział VII. Mieszanie (W. N. Stabnikow)	122
1. Mieszanie cieczy	122
a. Mieszanie mechaniczne	122
Zapotrzebowanie energii przy mieszaniu mechanicznym	125
b. Mieszalniki strumieniowe	129
c. Mieszanie pneumatyczne	129
d. Ocena skuteczności mieszania	130
2. Mieszanie ciał sypkich	131
3. Mieszanie ciał plastycznych	133
Literatura	134
Rozdział VIII. Teoria rozdzielania układów niejednorodnych (F. A. Riedko)	135
1. Procesy, w wyniku których tworzą się układy niejednorodne	135
a. Procesy mechaniczne	135

e. Zabezpieczenia elektrochemiczne materiałów	75
f. Ogólne wskazówki wyboru materiałów przy projektowaniu aparatów przemysłu spożywczego	76
Literatura	76

CZĘŚĆ DRUGA. PROCESY MECHANICZNE I HYDRAULICZNE 77

Rozdział IV. Rozdrabnianie (W. N. Stabnikow)	77
1. Klasyfikacja sposobów rozdrabniania	77
2. Teoria rozdrabniania	78
3. Ogólne wymagania stawiane maszynom rozdrabniającym	82
4. Budowa i działanie głównych typów maszyn rozdrabniających	82
a. Łamacz szczękowy	84
b. Gniotowniki walcowe	86
c. Młyny młotowe	88
d. Młyny tarczowe	89
e. Młyny kulowe	90
5. Krajalnice	91
Literatura	93

Rozdział V. Sortowanie (klasyfikacja) (W. N. Stabnikow)	94
1. Rozdział cząstek według wymiarów i kształtu (przesiewanie)	94
a. Sita	94
b. Analiza sitowa	97
c. Współczynnik sprawności sit	98
d. Klasyfikacja maszyn przesiewających	98
e. Elementy teorii maszyn do przesiewania	99
Sita płaskie	99
Maszyny z sitami obrotowymi	101
f. Tryjery	102
2. Rozdział cząstek według prędkości osadzania się	103
3. Separacja magnetyczna	103
a. Separatory z magnesami stałymi	104
b. Separatory elektromagnetyczne	105
4. Inne metody separacji	105
Literatura	106

Rozdział VI. Prasowanie, tłoczenie i wyciskanie (W. N. Stabnikow)	107
1. Elementy obróbki plastycznej produktów spożywczych	107
a. Wyciskanie cieczy	107
b. Formowanie materiałów plastycznych	109
c. Prasowanie (brykietowanie)	110
2. Prasy	112
a. Prasy do oddzielania cieczy	114
b. Prasy do formowania mas plastycznych	118
Prasy formujące	118
Walcownice	120
Maszyny wykrawające	120
c. Maszyny brykietujące (prasujące)	121
Literatura	121

Rozdział VII. Mieszanie (W. N. Stabnikow)	122
1. Mieszanie cieczy	122
a. Mieszanie mechaniczne	122
Zapotrzebowanie energii przy mieszaniu mechanicznym	125
b. Mieszalniki strumieniowe	129
c. Mieszanie pneumatyczne	129
d. Ocena skuteczności mieszania	130
2. Mieszanie ciał sypkich	131
3. Mieszanie ciał plastycznych	133
Literatura	134

Rozdział VIII. Teoria rozdzielania układów niejednorodnych (F. A. Riedko)	135
1. Procesy, w wyniku których tworzą się układy niejednorodne	135
a. Procesy mechaniczne	135

b. Procesy cieplne	135
c. Procesy chemiczne	137
d. Procesy dyfuzyjne	137
e. Procesy biologiczne	137
2. Klasyfikacja układów niejednorodnych	137
3. Klasyfikacja sposobów rozdzielania	138
4. Bilanse materiałowe procesów rozdzielania	140
5. Efekt rozdzielania	143
Filtrowanie	146
1. Pojęcia podstawowe. Klasyfikacja procesów filtracyjnych	146
2. Wartość chwilowa prędkości filtrowania	148
a. Prędkość filtrowania jako funkcja wymiarów poprzecznych kanalików kapilarnych filtru	149
b. Prędkość filtrowania jako funkcja wymiarów cząstek	149
c. Prędkość filtrowania jako funkcja porowatości filtru	150
3. Strukturalny opór filtrowania	151
a. Osady nieściśliwe	151
b. Osady ściśliwe	152
Ściślność jako funkcja spadku ciśnienia	152
Ściślność jako funkcja modułu sprężystości przesączu	153
4. Uogólniony wzór dla wyznaczania prędkości filtrowania	154
a. Rodzaje oporów przy filtrowaniu	154
b. Filtrowanie przez filtr wielowarstwowy	156
5. Filtrowanie przy stałym spadku ciśnienia ($\Delta p = \text{const}$)	157
a. Filtrowanie z tworzeniem osadu	157
b. Filtrowanie z zatkaniami por	160
6. Filtrowanie przy stałej prędkości ($w = \text{const}$)	162
7. Przegrody filtrujące	163
8. Przemysywanie osadów	164
Podstawowe prawa procesu osadzania	166
1. Równania kryterialne. Prędkość osadzania	166
2. Wpływ koncentracji zawiesiny na proces osadzania	176
3. Wyznaczanie prędkości osadzania	176
4. Krótka analiza otrzymanych wyników	177
Literatura	180
Rozdział IX. Urządzenia i aparaty do rozdzielania układów niejednorodnych (F. A. Riedko)	181
1. Klasyfikacja	181
2. Ogólne zasady obliczania urządzeń i aparatów do rozdzielania układów niejednorodnych	183
Aparaty filtrujące	184
1. Filtry o nieruchomej powierzchni filtrowania	184
a. Filtr płaskowy	184
b. Stągiew filtrująca	185
c. Filtr patronowy	185
d. Filtry arkuszowe i workowe	186
e. Prasy filtrujące	187
f. Komorowe prasy filtrujące	189
2. Filtry o ruchomej powierzchni filtrowania (o działaniu ciągłym)	190
a. Bębnowy filtr próżniowy	190
b. Filtry taśmowe	191
c. Filtr tarczowy	192
Odstojniki	192
1. Odstojniki o działaniu okresowym	192
2. Odstojniki o działaniu pociągłym	193
3. Odstojniki o działaniu ciągłym	195
a. Odstojnik wielopozłomowy ze zgarniaczami	195
b. Wielopozłomowy odstojnik stożkowy	197
Elektroosadniki	199
1. Zasada działania	199
2. Konstrukcja osadników elektrycznych	201
3. Obliczanie elektroosadników	202
Cyklony	202
1. Zasada działania	202
2. Aerocyklony	204

3. Hydrocyklony	210
Wirówki	214
1. Zasada działania. Klasyfikacja	214
2. Wirówki filtrujące	216
3. Wirówki sedymentacyjne	220
4. Wirówki talerzowe	220
5. Wyznaczanie mocy wirówek	226
Zapotrzebowanie mocy w poszczególnych cyklach pracy wirówki	226
a. Moc rozruchu wirówki	226
b. Zapotrzebowanie mocy na pokonanie sił tarcia	227
c. Zapotrzebowanie mocy do transportu osadu do otworów wyladowczych sedymentacyjnej wirówki ślimakowej	230
d. Zapotrzebowanie mocy do usuwania produktów rozdziału z bębna	231
e. Moc potrzebna do rozdzielania w różnych typach wirówek	231
6. Pionowe wirówki o działaniu okresowym	231
7. Wirówki ślimakowe o działaniu ciągłym	232
Literatura	232

Rozdział X. Hydrodynamika procesów wzajemnego oddziaływania gazu (pary) i cieczy (W. N. Stabnikow)	233
1. Spływanie ciekłych błon	233
a. Mechanizm procesu	233
b. Podstawowe równania spływania cienkich błon	235
2. Przepływ cieczy i gazu przez wypełniacz	236
a. Rodzaje wypełniaczy i ich charakterystyka	236
b. Mechanizm procesu	237
c. Opór hydrauliczny wypełniacza	240
3. Rozpylanie cieczy	241
4. Bełkotkowanie	244
a. Mechanizm procesu	244
b. Unoszenie rozprysków w aparatach bełkotkujących	246
c. Straty ciśnienia w aparatach bełkotkujących	246
Bełkotki siatkowe	247
Bełkotki kołpakowe	247
5. Warstwa fluidyzacyjna	248
Literatura	250

CZĘŚĆ TRZECIA. PROCESY CIEPLNE 251

Rozdział XI. Wymiana ciepła w aparatach przemysłu spożywczego (W. D. Popow)	251
1. Przeznaczenie i klasyfikacja wymienników ciepła	251
2. Ogólne równania wymiany ciepła	254
a. Strumień ciepła i opór cieplny	254
b. Ilość wymienianego ciepła	260
c. Bilanse cieplne i rozchód substancji roboczych	265
3. Obliczanie współczynników oddawania i wymiany ciepła	267
a. Obliczanie współczynników oddawania ciepła	267
Oddawanie ciepła bez zmiany stanu skupienia substancji w ruchu swobodnym	270
Oddawanie ciepła bez zmiany stanu skupienia substancji przy ruchu wymuszonym	271
W rurach i kanałach	271
W przypadku poprzecznego (zewnętrznego) omywania rur	272
Wymiana ciepła przy zmianie stanu skupienia substancji	272
Przy skraplaniu pary grzejnej	272
Przy wrzeniu cieczy i roztworów	273
b. Obliczanie współczynników wymiany ciepła	274
Wpływ stosunku α_1 i α_2	276
Wpływ oporu cieplnego ścianki	276
Wpływ warstwy kamienia kotłowego	277
Literatura	277

Rozdział XII. Ogrzewanie i ochładzanie produktów przemysłu spożywczego (W. D. Popow)	279
1. Wymienniki ciepła	279

a. Wymienniki ciepła płaszczowe	279
b. Wymienniki ciepła płaszczowo-rurowe	279
c. Wymienniki ciepła elementarne	285
d. Wymienniki ciepła zanurzone	286
e. Wymienniki ciepła zraszające	286
f. Wymienniki ciepła z płaskimi powierzchniami ogrzewania	287
2. Wymiana ciepła w podgrzewaczach i ochładzaczach	288
3. Dobór konstrukcji wymienników ciepła i zwiększenie intensywności wymiany ciepła	289
4. Obliczenie cieplne powierzchniowych wymienników ciepła	291
a. Założenia	291
b. Temperaturowe warunki ogrzewania	291
c. Parametry fizyczne ogrzewanego roztworu	292
d. Obciążenie cieplne i zużycie pary	292
e. Obliczenie oporu cieplnego i współczynnika wymiany ciepła	292
f. Wyznaczanie powierzchni ogrzewania	294
5. Elementy obliczeń konstrukcyjnych wymiennika ciepła	294
a. Obliczenie przepływowej części przeszerzeni rurowej	295
b. Rozmieszczenie rur na tarczy mocującej	295
c. Wyznaczenie wewnętrznej średnicy korpusu aparatu	296
d. Wyznaczenie średnic wlotów do umieszczenia króćców	297
6. Hydrauliczne obliczenia wymiennika ciepła	297
7. Optymalna powierzchnia ogrzewania wymienników ciepła	299
8. Zasady obliczeń sprawdzających	300
Literatura	301
Rozdział XIII. Odparowywanie (W. D. Popow)	302
1. Proces odparowywania	302
a. Wiadomości ogólne	302
b. Zmiana własności roztworu przy zagęszczaniu	303
c. Sposoby odparowywania	305
d. Główne parametry charakteryzujące pracę wyparki	308
2. Podstawy teorii procesu wyparnego	310
a. Rozwój teorii odparowywania	310
b. Bilans materiałowy odparowywania	312
c. Bilans cieplny odparowywania	315
Odparowywanie w pojedynczym aparacie wyparnym	315
Odparowywanie w wyparce wielodziałowej	317
d. Analiza pracy wyparki wielodziałowej	319
Podstawowe równania obciążenia działów	319
Analiza równań obciążenia działów	321
e. Wymiana ciepła w aparatach wyparnych	323
f. Praca wyparki w warunkach tworzenia się warstwy nawaru	327
Praca wyparki przy $u = \text{const}$ (rys. XIII-9a)	328
Praca wyparki przy $\Delta t = \text{const}$ (rys. XIII-9b)	330
Praca wyparki w złożonym stanie roboczym	330
3. Obliczenie cieplne urządzeń i aparatów wyparnych	331
a. Zasada obliczeń urządzeń wyparnych	331
b. Obliczenie wyparki jednodziałowej	332
Obliczenie projektowe	332
Obliczenie sprawdzające	334
c. Obliczenie wyparki wielodziałowej	336
Zakres obliczeń	336
Kolejność obliczenia projektowego	336
Obliczenie obciążenia działów	337
Sposób Klassena	337
Sposób G. N. Kostienko z poprawką dla ostatniego działu	338
Rozdział spadku temperatury	339
4. Cechy charakterystyczne pracy i obliczeń wyparek o działaniu okresowym	340
5. Schematy konstrukcyjne i wybór aparatów wyparnych	344
a. Schematy konstrukcyjne aparatów	344
b. Wybór aparatów wyparnych	348
Literatura	349
Rozdział XIV. Skrapianie (W. D. Popow)	350
1. Wiadomości ogólne	350
2. Skrapiacze powierzchniowe	350

a. Konstrukcja skraplaczy	350
b. Skraplanie w skraplaczach powierzchniowych i ich obliczenia	
3. Skraplacze mieszające	355
a. Konstrukcja skraplaczy	355
b. Obliczenie skraplacza barometrycznego	357
Literatura	359

CZĘŚĆ CZWARTA. PROCESY WYMIANY MASY 361

Rozdział XV. Podstawowe prawa dyfuzji (W. M. Łysiański)	363
1. Dyfuzja	363
2. Oddawanie masy	366
3. Wymiana masy	368
4. Równanie różniczkowe dyfuzji	369
5. Kryteria podobieństwa procesów wymiany masy	370
6. Termodyfuzja	371
Literatura	373

Rozdział XVI. Procesy sorpcyjne (W. N. Stabnikow) 374

1. Wiadomości podstawowe	374
2. Proces absorpcji	374
a. Bilans materiałowy absorpcji	374
b. Linia robocza procesu absorpcji	375
c. Siła motoryczna procesu absorpcji	376
d. Podstawowe równanie procesu absorpcji	377
e. Wyznaczenie współczynników absorpcji	379
3. Konstrukcja absorberów	380
a. Absorbery z wypełniaczami	381
b. Wyznaczenie głównych wymiarów absorberów	382
c. Absorbery półkowe	385
4. Proces adsorpcji	385
a. Bilans materiałowy adsorpcji	386
b. Siła motoryczna adsorpcji	386
c. Typy adsorberów	388
5. Aparaty do adsorpcji	389
6. Regeneracja ciał pochłaniających	391
Literatura	392

Rozdział XVII. Osuszanie i nawilżanie gazów (W. D. Popow) 393

1. Parametry wilgotnego powietrza	393
2. Wykres stanu wilgotnego powietrza	395
3. Przedstawienie na wykresie podstawowych procesów zmian stanu powietrza	399
a. Zasady ogólne	399
b. Mieszanie różnych ilości powietrza	400
c. Ochładzanie i suszenie powietrza wilgotnego	401
4. Wymiana ciepła między wodą a wilgotnym powietrzem	402
5. Proces wymiany ciepła i masy między powietrzem a wodą w wymiennikach mieszających	404
Literatura	407

Rozdział XVIII. Suszenie (W. N. Stabnikow) 408

1. Sposoby odwadniania	408
2. Charakterystyka suszenia	408
3. Znaczenie procesu suszenia w przemyśle spożywczym	409
4. Materiały wilgotne	409
a. Rodzaje materiałów wilgotnych	409
b. Rodzaje powiązań wilgoci z materiałem	410
c. Koncentracja wilgoci	411
d. Wilgotność równowagowa	411
5. Kinetyka suszenia	412
a. Przewodzenie wilgoci i przewodzenie ciepła	412
b. Krzywe suszenia i krzywe prędkości suszenia	413
c. Równania prędkości suszenia	416
Pierwszy okres suszenia	416
Drugi okres suszenia	417
d. Osiadanie i skręcanie się produktów	418

6.	Podstawy obliczania suszarek	419
a.	Teoretyczny proces suszenia	419
b.	Bilans materiałowy i ciepły suszarki rzeczywistej	420
c.	Rzeczywisty proces suszenia na wykresie w układzie $I-x$	423
d.	Obliczenie suszarek	425
7.	Odmiany procesu suszenia	426
a.	Suszarka z podgrzewaniem powietrza w komorze suszarniczej	426
b.	Suszarka z pośrednim podgrzewaczem powietrza	427
c.	Suszarka z wykorzystaniem zużytego powietrza	427
8.	Współczynnik sprawności suszarki	428
9.	Budowa suszarek	429
a.	Klasyfikacja suszarek	429
b.	Suszarki bębnowe	430
c.	Suszarki tunelowe	431
d.	Suszarki taśmowe	432
e.	Suszarki szybowe	433
f.	Suszarki pneumatyczne	434
g.	Suszarki kontaktowe	435
h.	Próżniowe suszarki kontaktowe	435
10.	Podstawowe sposoby suszenia	436
a.	Suszenie w wysokiej próżni	437
b.	Suszenie promieniami podczerwonymi	438
c.	Suszenie w polu prądów wysokiej częstotliwości	439
d.	Suszenie w warstwie fluidalnej i w stanie zawieszenia	440
	Literatura	442
	Rozdział XIX. Krystalizacja (W. D. Popow)	443
1.	Pojęcia ogólne	443
2.	Podstawowe wiadomości o teorii krystalizacji	445
a.	Tworzenie zarodków kryształów	445
b.	Prędkość wzrastania kryształów	446
c.	Kinetyka krystalizacji	448
3.	Budowa aparatów do krystalizacji	452
a.	Aparaty próżniowe	452
b.	Krystalizatory mieszadłowe	453
4.	Podstawy obliczeń aparatury do krystalizacji	454
a.	Bilans materiałowy	454
b.	Bilans ciepły	456
	Literatura	458
	Rozdział XX. Destylacja (W. N. Stabnikow)	459
1.	Zarys podstaw teorii destylacji	459
a.	Klasyfikacja mieszanin dwuskładnikowych	459
b.	Podstawowe prawa destylacji	461
c.	Krzywe równowagi	461
d.	Prawo M. S. Wriewskiego	462
e.	Wykres temperatur i wykres ciepły	465
f.	Pojęcie deflegmacji	466
g.	Klasyfikacja procesów destylacji	466
2.	Destylacja prosta	467
a.	Proces destylacji	467
b.	Destylacja prosta w próżni, destylacja z parą wodną	470
3.	Odparowanie jednokrotne	472
4.	Destylacja złożona	473
a.	Aparaty wielokubowe	473
b.	Aparaty kolumnowe	475
c.	Procesy przebiegające na półkach	476
d.	Wyznaczenie ilości pól kolumny rektyfikacyjnej	477
	Kolumna wzmacniająca	477
	Kolumna odpędowa	479
5.	Analiza pracy aparatów rektyfikacyjnych	483
a.	Minimum flegmy	483
b.	Wpływ temperatury mieszaniny zasilającej na przebieg rektyfikacji	485
6.	Praca aparatów rektyfikacyjnych o działaniu okresowym	485
7.	Materiałowy i ciepły bilans aparatów rektyfikacyjnych	488
a.	Bilans materiałowy	488

b. Bilans ciepły	488
8. Konstrukcja aparatów rektyfikacyjnych	490
a. Kolumny rektyfikacyjne z półkami	490
b. Kolumny z wypełnieniem	494
c. Kolumny błonkowe	495
d. Aparaty rotacyjne	496
9. Zasadnicze schematy rektyfikacji mieszanin wieloskładnikowych	497
10. Aparaty rektyfikacyjne o wielokrotnym wykorzystaniu ciepła pary wtórnej	499
11. Destylacja molekularna	501
Literatura	502
Rozdział XXI. Ekstrakcja (W. M. Łysianski)	503
1. Ogólne pojęcia o procesie ekstrakcji	503
2. Ekstrakcja w układzie ciało stałe-ciecz	503
a. Podstawowe zależności procesu	503
b. Okresowy zamknięty proces ekstrakcji	505
c. Przeciwprądowy proces ekstrakcji	505
d. Proces ekstrakcji w warstwie	507
3. Ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz	508
a. Zasada procesu	508
b. Właściwości wykresów trójkątnych	510
c. Krzywa równowagi faz na wykresie trójkątnym	512
d. Sposoby ekstrakowania	513
e. Ekstrakcja jednostopniowa	515
f. Ekstrakcja wielostopniowa w przeciuprądzie	515
4. Konstrukcje ekstraktorów	521
Literatura	527