

Spis treści

Przedmowa	9
Oznaczenia i wymiary ważniejszych wielkości stosowanych w tekście	12
Wstęp	15
a. Ogólne zasady obliczeń bilansowych	15
b. Bilans masy	17
c. Bilans energii	21
d. Informacje o literaturze uzupełniającej	24
I. Procesy mechaniczne	25
A. Metody kontaktu faz	25
Wprowadzenie	25
1. Rozdrabnianie fazy stałej i ciekłej	26
a. Rozdrabnianie fazy stałej	26
b. Charakterystyka procesu	27
c. Energia rozdrabniania i rozkład rozmiarów cząstek	28
d. Rozdrabnianie cieczy (atomizacja)	31
e. Rozkłady rozmiarów kropeł	34
f. Informacje o literaturze uzupełniającej	36
2. Aglomeracja	37
a. Uwagi ogólne	37
b. Mechanizm wiązania (sklejania) cząstek	38
c. Metody ciśnieniowe	40
d. Koagulacja	41
e. Koalescencja	43
f. Informacje o literaturze uzupełniającej	45
3. Przepływy płynów przez rozdrobnioną fazę stałą	45
a. Uwagi ogólne	45
b. Przepływy jednofazowe – fluidyzacja, transport pneumatyczny	45
c. Przepływy wielofazowe	56

d. Fluidyzacja trójfazowa	59
e. Informacje o literaturze uzupełniającej	61
4. Przepływy dwufazowe ciecz-gaz i ciecz-ciecz	61
a. Uwagi ogólne	61
b. Tworzenie pojedynczych pęcherzy	62
c. Pęcherze parowe	66
d. Półka barbotażowa	67
e. Przepływ dwufazowy ciecz-gaz (para) w rurze	68
f. Spływająca warstwa cieczy	70
g. Układ dwufazowy ciecz-ciecz	71
h. Informacje o literaturze uzupełniającej	73
5. Mieszanie faz	74
a. Uwagi ogólne	74
b. Mieszanie ciał stałych	75
c. Mechanizmy mieszania	76
d. Układy, w których jedną z faz ciągłych jest gaz lub ciecz	78
e. Wytwarzanie układów wielofazowych	79
f. Moc mieszania cieczy w zbiornikach	81
g. Mieszalniki statyczne	83
h. Informacje o literaturze uzupełniającej	84
B. Metody rozdzielania faz	84
Wprowadzenie	84
6. Metody klasyfikacji rozdrobnionej fazy stałej	85
a. Uwagi ogólne	85
b. Przesiewanie	86
c. Metody grawitacyjne	88
d. Swobodne opadanie brył	88
e. Klasyfikacja we wznoszącym się strumieniu cieczy	91
f. Rozdzielanie w spływającej warstwie cieczy	92
g. Flotacja mineralna	93
h. Klasyfikacja w polu siły odśrodkowej	95
i. Klasyfikacja w polu elektrycznym i magnetycznym	97
j. Informacje o literaturze uzupełniającej	99
7. Sedymentacja	100
a. Uwagi ogólne	100
b. Opadanie zakłócone	100
c. Osadniki ciągłe	103
d. Informacje o literaturze uzupełniającej	106
8. Filtracja	106
a. Uwagi ogólne	106
b. Filtracja z tworzeniem osadów ściśliwych i nieściśliwych	107
c. Filtracja pod stałym ciśnieniem	108
d. Filtracja dwustopniowa	111
e. Filtracja z substancją pomocniczą	116
f. Filtracja wgłębna	117
g. Filtracja dynamiczna	119
h. Informacje o literaturze uzupełniającej	121
9. Odpylanie gazów	121
a. Uwagi ogólne	121
b. Filtracja aerozoli	122
c. Komory osadcze	126
d. Cyklon	127
e. Elektrofiltry	129
f. Odpylanie mokre	130
g. Informacje o literaturze uzupełniającej	132

A. Procesy cieplne	133
Wprowadzenie	133
1. Odparowanie	134
a. Uwagi ogólne	134
b. Odparowalniki	134
c. Inne sposoby zatężania	138
d. Informacje o literaturze uzupełniającej	141
B. Procesy wymiany masy	142
Wprowadzenie	142
2. Absorpcja	145
a. Uwagi ogólne	145
b. Równowaga absorpcyjna	146
c. Sposób realizacji procesu	147
d. Charakterystyka różnych metod kontaktowania faz	148
e. Aparaty półkowe	150
f. Kolumny z wypełnieniem	155
g. Wpływ ciśnienia i temperatury na proces	161
h. Desorpcja	162
i. Informacje o literaturze uzupełniającej	164
3. Adsorpcja	164
a. Uwagi ogólne	164
b. Szybkość adsorpcji	166
c. Sposoby realizacji procesu	167
d. Metody regeneracji	169
e. Stosowane adsorbenty	169
f. Czynniki wpływające na adsorpcję	170
g. Zastosowanie adsorpcji	170
h. Informacje o literaturze uzupełniającej	170
4. Ekstrakcja	171
a. Uwagi ogólne	171
b. Ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz	171
c. Ekstrakcja w układzie ciało stałe-ciecz	184
d. Ekstrakcja za pomocą gazów w stanie nadkrytycznym	187
e. Informacje o literaturze uzupełniającej	191
C. Procesy wymiany masy połączone z przemianą fazową i wymianą ciepła	191
Wprowadzenie	191
5. Krystalizacja	192
a. Uwagi ogólne	192
b. Równowaga krystalizacyjna	193
c. Kinetyka i mechanizmy krystalizacji	196
d. Metody krystalizacyjne	199
e. Sublimacja	200
f. Informacje o literaturze uzupełniającej	202
6. Destylacja	202
a. Uwagi ogólne	202
b. Równowaga destylacyjna	202
c. Destylacja równowagowa	205
d. Destylacja różniczkowa	206

e. Rektyfikacja	208
f. Destylacja w układzie o ograniczonej mieszalności składników	218
g. Destylacja cząsteczkowa	222
h. Informacje o literaturze uzupełniającej	225
7. Suszenie i nawilżanie gazów	226
a. Uwagi ogólne	226
b. Równowaga fazowa i podstawowe definicje	226
c. Nawilżanie powietrza	227
d. Suszenie gazu	230
e. Psychrometria	231
f. Chłodzenie wody	232
g. Informacje o literaturze uzupełniającej	234
8. Suszenie ciał stałych	235
a. Uwagi ogólne	235
b. Równowaga suszarnicza	235
c. Mechanizm procesu suszenia	237
d. Obliczanie suszarek konwekcyjnych	240
e. Suszenie kontaktowe	243
f. Suszenie radiacyjne	245
g. Suszenie dielektryczne	246
h. Suszenie ekstrakcyjne	248
i. Liofilizacja	250
j. Informacje o literaturze uzupełniającej	253

III. Procesy chemiczne

255

1. Procesy chemiczne zachodzące w reaktorach	255
a. Uwagi ogólne	255
b. Klasyfikacja reaktorów chemicznych	257
c. Elementy teorii reaktorów chemicznych	259
d. Reaktor zbiornikowy z idealnym mieszaniami	263
e. Kaskada reaktorów zbiornikowych	264
f. Inne typy reaktorów opisywane na podstawie bilansu składnika	267
g. Klasyfikacja i charakterystyka reaktorów oparta na bilansie cieplnym	267
h. Informacje o literaturze uzupełniającej	276
2. Procesy katalityczne	277
a. Uwagi ogólne	277
b. Mechanizm katalizy heterogenicznej	278
c. Katalizatory stałe i ich własności	286
d. Makrokinetyka katalizy heterogenicznej	293
e. Kataliza homofazowa	297
f. Ważniejsze przemysłowe procesy katalityczne	300
g. Informacje o literaturze uzupełniającej	301
3. Procesy elektrochemiczne	302
a. Uwagi ogólne	302
b. Elementy teorii	303
c. Reaktory elektrolityczne (elektrolizery)	313
d. Procesy elektrolityczne	316
e. Procesy elektrotermiczne	317
f. Procesy elektrochemiczne zachodzące w gazach	321
g. Informacje o literaturze uzupełniającej	321
4. Procesy fotochemiczne	322
a. Uwagi ogólne	322

b. Podstawy fizykochemiczne procesów	322
c. Ważniejsze procesy fotochemiczne	328
d. Fotoreaktory	330
e. Procesy fotochemiczne a technika laserowa	331
f. Informacje o literaturze uzupełniającej	338
5. Chemiczne procesy radiacyjne	339
a. Uwagi ogólne	339
b. Mechanizm oddziaływania promieniowania jonizującego z materią	342
c. Źródła promieniowania i reaktory radiacyjne	350
d. Zastosowanie promieniowania jonizującego w procesach chemicznych	355
e. Efekty biochemiczne	363
f. Stosowanie promieniowania jonizującego dla ochrony środowiska	364
g. Wieloprosowe instalacje radiacyjne	365
h. Informacje o literaturze uzupełniającej	366
6. Procesy chemiczne realizowane za pomocą plazmy	367
a. Uwagi ogólne	367
b. Własności plazmy	367
c. Metody generowania plazmy	369
d. Elementy plazmochemii	373
e. Procesy plazmochemiczne	375
f. Informacje o literaturze uzupełniającej	382
7. Procesy biochemiczne	383
a. Uwagi ogólne	383
b. Podstawowe wiadomości o drobnoustrojach	385
c. Enzymy	396
d. Procesy ciągłe	401
e. Niektóre operacje swoiste	406
f. Reaktory biochemiczne	413
g. Przemysłowe zastosowania procesów biochemicznych	414
h. Informacje o literaturze uzupełniającej	418

IV. Ochrona środowiska naturalnego

419

1. Charakterystyka problemu	419
a. Uwagi ogólne	419
b. Wpływ działalności cywilizacyjnej na atmosferę	421
c. Wpływ działalności cywilizacyjnej na hydrosferę	424
d. Wpływ działalności cywilizacyjnej na litosferę	428
e. Inne rodzaje zagrożeń	430
f. Techniczne środki ochrony środowiska naturalnego	431
g. Homeostaza i niektóre jej mechanizmy	432
h. Informacje o literaturze uzupełniającej	435
2. Techniczne środki ochrony atmosfery	435
a. Ogólne wiadomości o zanieczyszczeniach atmosfery	435
b. Zmniejszanie emisji pyłów i mgieł	440
c. Zmniejszanie emisji zanieczyszczeń gazowych	442
d. Zmniejszanie emisji związków siarki	443
e. Odsiarczanie paliw	444
f. Odsiarczanie gazów spalinowych	447
g. Informacje o literaturze uzupełniającej	448
3. Techniczne środki unieszkodliwiania ścieków przemysłowych	449
a. Uwagi ogólne	449
b. Podstawowe wskaźniki jakości ścieków	449

c. Metody unieszkodliwiania ciekłych odpadów przemysłowych	451
d. Postępowanie z niektórymi szczególnymi ściekami	457
c. Informacje o literaturze uzupełniającej	461
4. Techniczne środki unieszkodliwiania odpadów stałych	462
a. Uwagi ogólne	462
b. Charakterystyka odpadów stałych	462
c. Postępowanie z odpadami stałymi	463
d. Informacje o literaturze uzupełniającej	469
Skorowidz rzeczowy	470