

SPIS TREŚCI

Przedmowa	8
1. Wstęp	9
2. Elementy konstrukcyjne aparatów	12
2.1. Wprowadzenie	12
2.2. Typowe elementy konstrukcyjne aparatów chemicznych i procesowych	12
2.3. Rurociągi i armatura	19
3. Materiały konstrukcyjne	26
3.1. Wprowadzenie	26
3.2. Materiały metalowe i ich stopy	27
3.3. Materiały niemetalowe	30
4. Magazynowanie ciał stałych, cieczy i gazów	33
4.1. Wprowadzenie	33
4.2. Magazynowanie ciał stałych	33
4.3. Magazynowanie cieczy	42
4.4. Magazynowanie gazów	47
5. Transport i dozowanie ciał stałych	51
5.1. Wprowadzenie	51
5.2. Dźwignice	51
5.3. Przenośniki	52
5.3.1. Przenośniki cięgnowe	52
5.3.2. Przenośniki bezcięgnowe	56
5.3.3. Przenośniki pneumatyczne	60
5.3.4. Przenośniki hydrauliczne	66
5.4. Podajniki-dozowniki ciał stałych	66
6. Transport cieczy	70
6.1. Wprowadzenie	70
6.2. Zagadnienia podstawowe przepływu płynów	70
6.3. Budowa pomp i ich charakterystyka	74
6.3.1. Pompy wyporowe	75
6.3.2. Pompy wirowe	80
6.4. Pompy strumieniowe	88
6.5. Pompy próżniowe	89
6.6. Dobór pomp	93
7. Sprężanie gazów	94
7.1. Wprowadzenie	94
7.2. Sprężarki wyporowe	96
7.3. Sprężarki wirowe	100
7.4. Dobór sprężarki	102

8. Rozdrabniarki	103
8.1. Wprowadzenie	103
8.2. Kruszarki	108
8.3. Młyny	112
8.4. Dobór metody rozdrabniania	118
9. Klasyfikatory, przesiewacze i separatory	120
9.1. Wprowadzenie	120
9.2. Klasyfikacja pneumatyczna	121
9.3. Klasyfikacja hydrauliczna	123
9.4. Przesiewanie i przesiewacze	126
9.5. Separatory	133
9.6. Dobór metody rozdziału i aparatury	136
10. Mieszanie i mieszalniki	137
10.1. Wprowadzenie	137
10.2. Mieszanie cieczy	142
10.3. Mieszanie ciał stałych	147
10.3.1. Mieszarki, zagniatarki i formowanie plastyczne	149
11. Aparatura do rozdzielania ciekłych układów niejednorodnych	156
11.1. Wprowadzenie	156
11.2. Odstojniki-klarowniki	158
11.3. Filtry	161
11.4. Wirówki	170
11.4.1. Wirówki sedimentacyjne	171
11.4.2. Wirówki filtracyjne	175
11.4.3. Dobór wirówek	178
11.5. Hydrocyklony	178
11.6. Metody specjalne rozdzielania	179
11.7. Dobór filtra	180
12. Odpylacze i odkraplacze gazów	182
12.1. Wprowadzenie	182
12.2. Charakterystyka i siły działające na cząstki aerozolowe	184
12.3. Komory pyłowe i odpylacze inercyjne	186
12.4. Cyklony	188
12.5. Odpylacze filtracyjne	192
12.5.1. Odpylacze filtracyjne w kontroli jakości powietrza	193
12.6. Elektrofiltry	197
12.7. Odpylacze mokre (skrubery)	200
12.8. Odkraplacze i odemglacze	205
12.9. Dobór i projektowanie odpylacza	207
13. Wymienniki ciepła	209
13.1. Wprowadzenie	209
13.2. Zasady wymiany ciepła	209
13.3. Nośniki (przeźniki) ciepła	214
13.4. Rodzaje wymienników ciepła	218
13.4.1. Wymienniki bezprzeponowe	218
13.4.2. Wymienniki przeponowe	221
13.5. Regeneratory ciepła	235
13.6. Rury i pompy ciepła	237
13.7. Dobór i projektowanie wymiennika ciepła	239

14. Wyparki	241
14.1. Wprowadzenie	241
14.2. Wyparki z cyrkulacją naturalną	242
14.3. Wyparki z cyrkulacją wymuszoną	245
14.4. Wyparki cienkowarstwowe	245
14.5. Bilans masowy i cieplny wyparki jednodziałowej	248
14.6. Baterie wyparne	249
14.7. Wyparki płytowe	251
14.8. Wyparki mechaniczne	251
14.9. Dobór wyparki	253
15. Krystalizacja i krystalizatory	255
15.1. Wprowadzenie	255
15.2. Krystalizatory z chłodzeniem	257
15.3. Krystalizatory z odparowaniem rozpuszczalnika	263
15.4. Krystalizatory z reakcją chemiczną i wysalaniem	263
15.5. Rekrystalizatory	264
15.6. Bilans masowy i cieplny krystalizatora	265
15.7. Dobór krystalizatora	267
16. Aparatura procesów destylacji i rektyfikacji	268
16.1. Wprowadzenie	268
16.2. Równowaga układu ciecz-para	268
16.3. Destylacja i aparaty destylacyjne	271
16.4. Rektyfikacja i aparaty rektyfikacyjne	276
16.4.1. Bilans masowy i cieplny oraz liczba pól w kolumnie rektyfikacyjnej	281
16.4.2. Kolumny rektyfikacyjne	284
16.4.3. Wyposażenie wnętrza kolumn	293
16.4.4. Obliczania projektowe kolumn rektyfikacyjnych	295
16.4.5. Dobór elementów kontaktu w kolumnach	298
17. Absorpcja i absorbery	300
17.1. Wprowadzenie	300
17.2. Podstawy fizyczne procesu absorpcji	300
17.3. Aparaty absorpcyjne	303
17.3.1. Absorbery powierzchniowe	304
17.3.2. Absorbery z wypełnieniem	305
17.3.3. Absorbery barbotażowo-półkowe	307
17.3.4. Absorbery natryskowe	311
17.4. Dobór absorbera	314
18. Adsorpcja i wymiana jonowa	318
18.1. Wprowadzenie	318
18.2. Podstawy procesu adsorpcji	318
18.3. Adsorbery	323
18.3.1. Adsorbery z warstwą nieruchomą	323
18.3.2. Adsorbery z warstwą ruchomą	326
18.3.3. Adsorbery fluidyzacyjne	327
18.4. Adsorpcja z cieczy i wymienniki jonowe	329
18.5. Dobór i projektowanie adsorberów	333
19. Aparatura procesów ługowania i ekstrakcji	335
19.1. Wprowadzenie	335
19.2. Podstawy fizyczne procesu	335

19.3.	Proces i aparatura ługowania	337
19.4.	Ekstraktory	341
19.4.1.	Ekstraktory mieszalnikowe	341
19.4.2.	Ekstraktory kolumnowe	342
19.4.3.	Ekstraktory wirówkowe	345
19.5.	Dobór sposobu prowadzenia procesu i aparatury ekstrakcyjnej	346
20.	Suszenie i suszarki	349
20.1.	Wprowadzenie	349
20.2.	Podstawy procesu suszenia	349
20.3.	Klasyfikacja i charakterystyka suszarek	353
20.4.	Suszarki konwekcyjne	354
20.5.	Suszarki przeponowo-kontaktowe	365
20.6.	Suszarki promiennikowe (radiacyjne)	370
20.7.	Suszarki dielektryczne i mikrofalowe	371
20.8.	Suszarki specjalne	372
20.9.	Dobór suszarki	373
21.	Aparatura procesów granulacji	375
21.1.	Wprowadzenie	375
21.2.	Granulatory mieszalnikowe	377
21.3.	Granulatory ciśnieniowe	379
21.4.	Granulatory termiczne	382
21.5.	Granulatory natryskowe i dyspersyjne	383
21.6.	Granulacja w cieczy	388
21.7.	Dobór metody granulacji i granulatora	388
22.	Separacja membranowa	390
22.1.	Wprowadzenie	390
22.2.	Klasyfikacja membran i separacji	391
22.3.	Przebieg procesów membranowych	396
22.4.	Projektowanie procesu	401
23.	Piece	403
23.1.	Wprowadzenie	403
23.2.	Piece komorowe	404
23.3.	Piece tunelowe	405
23.4.	Piece szybowe	406
23.5.	Piece półkowe	406
23.6.	Piece obrotowe	407
23.7.	Piece pyłowe	408
23.8.	Piece fluidalne	409
23.9.	Piece rurowe	411
23.10.	Piece elektryczne	414
23.11.	Dobór pieca	415
24.	Reaktory chemiczne i biochemiczne	416
24.1.	Wprowadzenie	416
24.2.	Procesy chemiczne, statyka i kinetyka procesowa	416
24.2.1.	Kataliza i katalizatory	418
24.3.	Klasyfikacja i rodzaje reaktorów	422
24.3.1.	Reaktory zbiornikowe z mieszadłem	425
24.3.2.	Reaktory rurowe	427

24.3.3. Reaktory z wypełnieniem (katalityczne)	428
24.3.4. Reaktory fluidalne	429
24.3.5. Reaktory ciśnieniowe (autoklawy)	430
24.4. Reaktory elektrochemiczne (elektrolizery)	433
24.5. Reaktory termiczne (piece)	435
24.6. Reaktory plazmowe	435
24.7. Reaktory fotochemiczne	436
24.8. Reaktory radiacyjne	438
24.9. Reaktory kriogeniczne	439
24.10. Procesy biochemiczne i bioreaktory	440
24.10.1. Dobór bioreaktorów	445
24.10.2. Sterylizacja aparatury bioprosesowej	446
24.10.3. Czyszczenie i mycie aparatury	446
24.11. Dobór reaktora	448
25. Aparatura procesów termodynamicznych	450
25.1. Wprowadzenie	450
25.2. Procesy chłodzenia i aparatura chłodnicza	450
25.3. Dobór urządzenia chłodniczego	455
Literatura uzupełniająca	456