

Spis treści

Przedmowa	7
Spis wybranych symboli	8
1. Wiadomości wstępne	11
1.1. Przeliczanie jednostek – Międzynarodowy Układ Jednostek (układ SI)	11
1.2. Podstawowe terminy i wielkości	13
1.3. Podobieństwo procesów	15
2. Podstawy bilansowania	20
2.1. Sporządzanie bilansu masy i energii	21
2.2. Bilans masy i energii na wykresach entalpowych. Reguła dźwigni	24
3. Mechanika płynów jednorodnych	32
3.1. Równanie ciągłości i równanie Bernoulliego dla płynów idealnych	33
3.2. Przepływ płynów lepkich	33
3.3. Uogólniona postać równania Bernoulliego	35
3.4. Mieszanie cieczy jednorodnych	37
4. Przepływy w układach niejednorodnych	63
4.1. Opory ruchu cząstki stałej zanurzonej w płynie	63
4.2. Prędkość swobodnego opadania cząstki w płynie w zależności od rodzaju ruchu	65
4.3. Rozdzielanie układów niejednorodnych	67
4.3.1. Rozdzielanie aerozoli – odpylanie gazów	67
4.3.2. Rozdzielanie zawiesin – filtracja	70
4.4. Przepływ płynu przez złożę porowate nieruchome	73
5. Procesy wymiany ciepła	85
5.1. Przewodzenie ciepła	85
5.2. Promieniowanie	90
5.3. Konwekcja cieplna (wnikanie ciepła)	90
5.3.1. Konwekcja wymuszona	92
5.3.2. Konwekcja swobodna	93
5.4. Przenikanie ciepła	93
5.5. Wymienniki ciepła	96
6. Procesy wymiany masy	106
6.1. Absorpcja	106
6.1.1. Równowaga absorpcyjna	108
6.1.2. Bilans procesu	109
6.1.3. Wyznaczanie liczby pól teoretycznych	111
6.2. Ekstrakcja	112

6.2.1. Ekstrakcja jednostopniowa	114
6.2.2. Ekstrakcja wielostopniowa	116
7. Wybrane procesy związane z przemianą fazową	124
7.1. Zateżnienie roztworów przez odparowanie rozpuszczalnika	124
7.2. Destylacja i rektyfikacja	127
7.2.1. Destylacja równowagowa dwuskładnikowa	130
7.2.2. Destylacja różniczkowa	131
7.2.3. Rektyfikacja dwuskładnikowa	134
7.3. Krystalizacja masowa z roztworu	142
7.4. Suszarnictwo	145
7.4.1. Psychrometria	145
7.4.2. Równowaga suszarnicza	149
8. Procesy z przemianą chemiczną	160
8.1. Stechiometria reakcji chemicznej	162
8.2. Reaktory idealne	165
8.2.1. Reaktor przepływowy z idealnym mieszanym	165
8.2.2. Idealny reaktor okresowy	168
8.2.3. Reaktor rurowy z przepływem tłokowym	171
9. Specjalne metody rozdzielania	181
9.1. Metody membranowe	181
9.2. Adsorpcja, wymiana jonowa, chromatografia	187
9.3. Wybrane metody rozdzielania w bioinżynierii	190
Polecana literatura dodatkowa	195
Sprawdź swoją wiedzę	196
Odpowiedzi do pytań	213