



Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń	9
1. Wprowadzenie do dyfuzyjnego ruchu masy	13
2. Współczynnik dyfuzji. Dyfuzja ustalona	17
2.1. Średnia molowa i masowa prędkość płynu	17
2.2. Dyfuzja ustalona. Prawo Ficka	19
2.3. Szczególne przypadki dyfuzji ustalonej	21
2.3.1. Dyfuzja równomolowa, przeciwkierunkowa	21
2.3.2. Dyfuzja przeciwkierunkowa, nierównomolowa	23
2.3.3. Dyfuzja składnika A przez składnik inerty B	24
2.4. Współczynniki dyfuzji	26
2.4.1. Współczynniki dyfuzji w fazie gazowej	26
2.4.2. Współczynniki dyfuzji w fazie ciekłej	32
2.4.3. Współczynnik dyfuzji w ciałach porowatych	35
3. Różniczkowy bilans masy	39
3.1. Różniczkowy bilans masy dla układu dwuskładnikowego	39
3.2. Rozwiązania różniczkowego bilansu masy	43
3.2.1. Nieustalona dyfuzja w fazie gazowej	43
3.2.2. Wnikanie masy podczas spływu cieczy po ścianie pionowej ruchem laminarnym	47

3.2.3. Szybkość rozpuszczania ciała stałego podczas laminarnego spływu cieczy	50
3.2.4. Wnikanie masy od płyty płaskiej przy stabilizującym się rozkładzie prędkości . .	52
3.2.5. Dyfuzja nieustalona do wnętrza kuli (pęcherzyka).	54
3.2.6. Jednokierunkowa dyfuzja z chwilowego źródła masy	55
4. Ruch masy przy turbulentnym przepływie płynów	59
4.1. Wprowadzenie	59
4.2. Różniczkowy bilans masy w ruchu turbulentnym	59
4.3. Modele procesu wnikania masy. Współczynnik wnikania masy	63
4.4. Kryteria podobieństwa w procesach wnikania masy	70
4.5. Współczynnik przenikania masy	71
5. Procesy i operacje wymiany masy	77
6. Absorpcja fizyczna gazów	85
6.1. Wprowadzenie	85
6.2. Krótka charakterystyka podstawowych aparatów absorpcyjnych	87
6.3. Równowaga absorpcyjna. Rozpuszczalność gazu w cieczy jednoskładnikowej.	96
6.4. Bilanse masy aparatów	102
6.4.1. Bilanse masy absorberów przeciwpądowych	102
6.4.2. Bilanse masy absorberów współpądowych	107
6.4.3. Bilans masy dla różniczkowej objętości kolumny z przeciwpądowym przepływem faz.	109
6.4.4. Różniczkowy bilans masy dla współpądowej kolumny absorpcyjnej	118
6.4.5. Bilans masy dla aparatów barbotażowych	120
6.4.6. Bilanse masy dla przypadku idealnego wymieszania obu faz.	123
6.5. Kolumny półkowe.	124
6.5.1. Bilans masy dla całej kolumny	124
6.5.2. Półka teoretyczna.	127
6.5.3. Sprawność kolumny	130
6.5.4. Sprawność półki Murphree'go.	132
6.5.5. Sprawność lokalna półki	133
6.6. Bilanse masy w procesach absorpcji czystych gazów	136
6.7. Efekty cieplne w absorpcji.	137
6.8. Desorpcja (odpędzanie) gazów	138

7. Nawilżanie gazów, wykraplanie par	141
7.1. Wprowadzenie	141
7.2. Parametry powietrza wilgotnego	141
7.3. Proste operacje kontaktu powietrze-woda	146
7.4. Przypadek ogólny operacji woda-powietrze	153
8. Destylacja i rektyfikacja	161
8.1. Wprowadzenie	161
8.2. Równowaga destylacyjna	163
8.2.1. Równowaga fazowa dla mieszanin o nieograniczonej rozpuszczalności	163
8.2.2. Równowaga ciecz-para dla roztworów o ograniczonej rozpuszczalności i dla cieczy praktycznie nierozpuszczających się	171
8.3. Destylacja	173
8.4. Rektyfikacja ciągła	178
8.4.1. Wprowadzenie	178
8.4.2. Bilans masy i ciepła jednostki rektyfikacyjnej	180
8.4.3. Bilanse molowe dla górnej i dolnej części kolumny rektyfikacyjnej	181
8.4.4. Stan cieplny surówki	184
8.4.5. Bilans materiałowy półki teoretycznej. Obliczenia kolumn półkowych	186
8.5. Rektyfikacja w kolumnach wypełnionych	192
8.6. Rektyfikacja okresowa	193
8.7. Podsumowanie	194
8.7.1. Rektyfikacja mieszanin wieloskładnikowych	195
8.7.2. Destylacja ekstrakcyjna	196
8.7.3. Destylacja azeotropowa	198
9. Adsorpcja	201
9.1. Wprowadzenie	201
9.2. Równowaga adsorpcyjna	205
9.3. Kinetyka procesu adsorpcji	213
9.4. Bilansowanie adsorberów	217
9.4.1. Adsorber okresowy	217
9.4.2. Adsorber półprzepływowy (półokresowy)	220
9.4.3. Adsorber przepływowy z przeciwnieprądowym przepływem faz	223

9.5. Procesy desorpcji	225
10. Suszenie	227
10.1. Wprowadzenie	227
10.2. Charakterystyka suszarek	228
10.3. Równowaga suszarnicza	231
10.4. Mechanizm i kinetyka procesu suszenia	235
10.5. Bilans masowy suszarek	243
11. Procesy membranowe	249
11.1. Wstęp – podstawowe pojęcia	249
11.2. Klasyfikacja procesów membranowych	252
11.3. Charakterystyka ciśnieniowych procesów membranowych	258
11.3.1. Mikro- i ultrafiltracja	259
11.3.2. Odwrócona osmoza (RO)	263
11.3.3. Nanofiltracja (NF)	266
11.4. Dyfuzyjne procesy membranowe	266
11.4.1. Dializa	266
11.4.2. Perwaporacja	268
11.5. Inne procesy membranowe – destylacja membranowa	269
Zakończenie	271
Literatura	275