

Obsah

1	Základy difusních procesů	
1.1	Úvod.....	7
1.2	Rovnovážný stupeň.....	10
1.2.1	Úvod.....	10
1.2.2	Rovnice popisu rovnovážného stupně.....	12
1.2.3	Vyjádření rovnováhy mezi fázemi.....	13
1.2.4	Výměníky hmoty s více stupni.....	16
1.3	Spojité kontakty fází.....	18
	<i>Kontrolní úlohy</i>	22
2	Extrakce a vyluhování	
2.1	Úvod.....	23
2.2	Systémy s omezeně mísitelnými rozpouštědly.....	27
2.2.1	Úvod.....	27
2.2.2	Jednostupňová extrakce.....	27
2.2.3	Opakovaná extrakce.....	31
2.2.4	Stupňová extrakce při protiproudu.....	32
2.3	Systémy s nemísitelnými rozpouštědly.....	35
2.3.1	Úvod.....	35
2.3.2	Jednostupňová extrakce.....	35
2.3.3	Opakovaná extrakce.....	38
2.3.3.1	Konstantní hodnota rovnovážného poměru, množství extrakčního činidla do každého stupně a účinnosti stupně.....	40
2.3.4	Stupňová extrakce při protiproudu.....	41
2.3.4.1	Konstantní hodnota rovnovážného poměru a účinnosti stupně.....	45
2.3.4.2	Další varianty extrakce při protiproudu.....	48
2.4	Vyluhování.....	49
	<i>Kontrolní úlohy</i>	53
3	Destilace a rektifikace	
3.1	Úvod.....	55
3.2	Ustálená jednostupňová destilace.....	56
3.3	Ustálená stupňová rektifikace.....	63
3.3.1	Úvod.....	63
3.3.2	Základní rovnice popisu stupňové ustálené rektifikace.....	65
3.3.3	Ustálená rektifikace při konstantních tocích fází.....	70
3.3.3.1	Konstantní hodnota relativního rovnovážného poměru.....	73
3.3.3.2	Výpočet v distribučním diagramu.....	75
3.4	Vsádková jednostupňová destilace.....	77
3.4.1	Úvod.....	78
3.4.2	Základní rovnice popisu vsádkové jednostupňové destilace.....	78
3.4.3	Výpočet při konstantní hodnotě relativního rovnovážného poměru.....	81
3.5	Vsádková stupňová rektifikace.....	82
3.5.1	Úvod.....	82
3.5.2	Základní rovnice stupňové vsádkové rektifikace.....	83
3.5.2.1	Konstantní složení destilátu.....	84
3.5.2.2	Konstantní poměr zpětného toku.....	86
3.6	Jiné metody destilace.....	87
3.6.1	Extrakční a azeotropická rektifikace.....	88
3.6.2	Destilace vodní párou.....	89
3.6.3	Molekulární destilace.....	92
3.7	Úspory energie při rektifikaci.....	93
	<i>Kontrolní úlohy</i>	95
4	Kinetika sdílení hmoty	
4.1	Úvod.....	97

4.2	Bilance difundující složky směsi.....	97
4.3	Fyzikální ustálená difuze rovinnou deskou.....	103
4.4	Přestup hmoty.....	105
4.4.1	Koeficienty přestupu hmoty.....	105
4.4.2	Kritéria podobnosti.....	106
4.4.3	Modely přestupu hmoty.....	108
4.5	Prostup hmoty.....	109
4.5.1	Koeficienty prostupu hmoty.....	110
4.5.2	Odpor fází proti transportu hmoty.....	111
	<i>Kontrolní úlohy</i>	113
5	Absorpce	
5.1	Úvod.....	114
5.2	Izotermní absorpce plynu s malou koncentrací rozpustné složky.....	119
5.2.1	Minimální tok rozpouštědla.....	119
5.2.2	Výška absorbéru.....	120
5.2.2.1	Konstantní hodnota rovnovážného poměru.....	122
5.3	Absorpce plynu s velkou koncentrací rozpustné složky.....	126
5.4	Absorpce s chemickou reakcí.....	130
5.5	Axiální míchání (disperse).....	131
	<i>Kontrolní úlohy</i>	131
6	Adsorpce	
6.1	Úvod.....	133
6.2	Fázová rovnováha.....	137
6.3	Adsorpce v nehybné vrstvě adsorbentu.....	139
6.3.1	Koncentrační profil adsorbované složky.....	139
6.3.2	Bilance adsorbované složky a kinetika procesu.....	141
6.4	Adsorpce s mícháním ve stupňovém zařízení.....	146
6.4.1	Adsorpce v jednom rovnovážném stupni.....	146
6.4.2	Opakovaná adsorpce v rovnovážných stupních.....	147
6.4.3	Ustálená adsorpce při protiproudu v rovnovážných stupních.....	148
6.4.4	Neustálená adsorpce ve skutečném stupni.....	148
6.4.5	Ustálená adsorpce ve skutečném stupni.....	150
6.4.6	Semikontinuální adsorpce ve skutečném stupni.....	151
6.5	Výměna iontů.....	152
6.6	Chromatografie.....	154
	<i>Kontrolní úlohy</i>	154
7	Sušení	
7.1	Úvod.....	156
7.2	Vlastnosti vlhkého plynu a materiálu.....	161
7.3	Vsádkové sušení.....	167
7.3.1	Bilance hmotnosti a entalpie.....	167
7.3.2	Kinetika adiabatického sušení s konstantními parametry sušícího plynu.....	168
7.4	Sušení v nepřetržitě pracující sušárně.....	172
7.4.1	Bilance hmotnosti a entalpie.....	172
7.4.2	Kinetika sušení.....	176
	<i>Kontrolní úlohy</i>	178
8	Krystalizace	
8.1	Úvod.....	180
8.2	Typy krystalizátorů.....	180
8.2.1	Jednoduchý vakuový krystalizátor.....	181
8.2.2	Krystalizátor s trubicou usměrňující proudění.....	182
8.3	Bilance hmotnosti a entalpie.....	184
8.4	Fázová rovnováha.....	185
8.5	Krystaly a jejich tvorba.....	186
8.5.1	Tvar krystalů.....	186
8.5.2	Principy krystalizace.....	187

8.5.3	Nukleace.....	189
8.5.4	Růst krystalu.....	191
	<i>Kontrolní úlohy</i>	192
9	Membránové procesy	
9.1	Úvod.....	192
9.2	Membrány a membránové moduly.....	192
9.2.1	Typy používaných membrán.....	192
9.2.2	Typy membránových modulů.....	194
9.3	Druhy membránových procesů.....	195
9.4	Materiálová a entalpická bilance.....	199
9.5	Kinetika membránových procesů.....	201
9.5.1	Úvod.....	201
9.5.2	Dělení plyných směsí membránami.....	301
9.5.3	Reversní osmosa.....	204
9.5.4	Pervaporace.....	207
9.5.5	Aplikace.....	209
	<i>Kontrolní úlohy</i>	209
10	Procesy v chemických reaktorech	
10.1	Úvod.....	210
10.2	Stechiometrické vztahy.....	211
10.2.1	Stechiometrická rovnice.....	211
10.2.2	Rozsah reakce a konverze reaktantu.....	212
10.3	Termodynamické funkce pro chemickou reakci.....	215
10.3.1	Reakční entalpie.....	215
10.3.2	Reakční Gibbsova funkce a reakční rovnovážný poměr.....	218
10.4	Kinetika chemické reakce.....	220
10.5	Popis činnosti chemických reaktorů.....	224
10.5.1	Vsádkový reaktor s mícháním reakční směsi.....	225
10.5.1.1	Bilance látkového množství.....	225
10.5.1.2	Bilance entalpie.....	228
10.5.2	Průtočný reaktor s mícháním reakční směsi.....	228
10.5.2.1	Bilance látkového množství.....	229
10.5.2.2	Bilance entalpie.....	229
10.5.3	Série (kaskáda) průtočných reaktorů s mícháním reakční směsi.....	231
10.5.3.1	Bilance látkového množství.....	231
10.5.3.2	Bilance entalpie.....	233
10.5.4	Trubkový reaktor.....	233
10.5.4.1	Bilance látkového množství.....	234
10.5.4.2	Bilance entalpie.....	236
10.5.4.3	Heterogenní katalytický reaktor.....	237
10.6	Bioreaktor.....	240
	<i>Kontrolní úlohy</i>	241
11	Základní typy výměníků hmoty	
11.1	Úvod.....	242
11.2	Patrová věž.....	242
11.2.1	Typy pater.....	243
11.2.1	Proudění fází patry.....	244
11.2.3	Účinnost pater.....	248
11.3	Věž s výplní.....	251
11.3.1	Typy výplní.....	251
11.3.2	Proudění fází ve výplni.....	255
11.4	Porovnání výměníků hmoty.....	258
11.5	Další typy výměníků hmoty.....	259
11.5.1	Aparát s fluidní vrstvou.....	259
11.5.2	Aparát se zkrápěnou stěnou.....	260
11.5.3	Sprchový aparát.....	261
11.5.4	Aparát využívající odstředivé síly.....	262

11.5.5 Aparát s míchadlem	263
Kontrolní úlohy	265

Přílohy

B1	Extrakce	266
	B1.1 Grafické řešení stupňové extrakce v tříložkové směsi s omezeně mísitelnými rozpouštědly	266
	B1.1.1 Jednostupňová extrakce	266
	B1.1.2 Opakovaná extrakce	268
	B1.1.3 Extrakce při protiproudu	268
	B1.2 Odvození některých vzorců pro extrakci v tříložkových směsích s nemísitelnými rozpouštědly	270
	B1.2.1 Opakovaná extrakce	270
	B1.2.2 Extrakce při protiproudu	271
B2	Stupňová rektifikace	273
	B2.1 Výpočet stupňové rektifikace v entalpickém diagramu	273
	B2.2 Ustálená stupňová rektifikace vodní párou	276
	B2.3 Globální metody výpočtu stupňové rektifikace nebinárních směsí	278
B3	Závislost koeficientu přestupu hmoty na koncentraci	281
B4	Vztah mezi koeficienty prostupu a přestupu hmoty	283
B5	Absorpce	285
	B5.1 Bilance entalpie při protiproudové absorpci	285
	B5.2 Axiální disperse	286
B6	Účinnost patra	290
	B6.1 Transport hmoty v diferenciálním objemu tekuté směsi	291
	B6.2 Dokonalé promíchávání kapaliny	293
	B6.3 Píšťový rychlostní profil kapaliny	293
	B6.4 Píšťový rychlostní profil s podélným promícháváním v kapalině	295
B7	Chladicí věže	297
	B7.1 Popis kontaktu s plynem	298
	B7.2 Výpočet chladicí věže	299
B8	Bilance reakční směsi s fiktivními proudy	302
	Literatura	305
	Symbole	308