

Obsah

1 Úvod	7
1.1 Chemické inženýrství a chemická technologie	7
1.2 Systémy	7
1.3 Procesy	8
1.4 Veličiny a vztahy používané v chemickém inženýrství	10
1.4.1 Fyzikální veličiny	10
1.4.2 Rovnice a vztahy	12
1.5 Metody chemického inženýrství	15
1.5.1 Postup řešení úloh chemického inženýrství	15
1.5.2 Bezrozměrná kritéria podobnosti	17
2 Základy bilancování	18
2.1 Bilance za konečné bilanční období	21
2.2 Bilance za diferenciální bilanční období	22
2.3 Vztahy pro materiálové bilance	23
2.3.1 Vyjadřování složení směsí	23
2.3.2 Přepočty složení směsí	24
2.3.3 Doporučený postup při materiálové bilanci	25
2.4 Materiálové bilance bez chemické reakce	26
2.5 Materiálové bilance s chemickou reakcí	31
2.6 Úlohy	46
3 Základy hydromechanických procesů	51
3.1 Hydrostatika	52
3.2 Proudění tekutin	54
3.3 Bezrozměrná kritéria podobnosti	58
3.4 Proudění kapaliny horizontální trubkou kruhového průřezu	59
3.5 Proudění potrubím s nekruhovým průřezem	64
3.6 Proudění v porézních materiálech	64
3.7 Úlohy	67
4 Doprava kapalin	69
4.1 Charakteristika čerpadel a potrubí	72
4.2 Sací a výtlačná výška	80
4.3 Úlohy	82

5	Filtrace	85
5.1	Filtrační přepážky a některé typy filtrů	88
5.1.1	Filtrační přepážky	88
5.1.2	Některé typy vsádkových a kontinuálních filtrů	89
5.2	Bilance hmotnosti a objemu při filtraci	92
5.3	Kinetika koláčové filtrace	93
5.3.1	Filtrace při konstantní rychlosti	95
5.3.2	Filtrace při konstantním filtračním rozdílu tlaků	96
5.3.3	Filtrační konstanty	96
5.3.4	Promývání filtračního koláče	97
5.3.5	Filtrační cyklus	98
5.4	Úlohy	103
6	Míchání	106
6.1	Modelování míchacích zařízení	111
6.2	Úlohy	114
7	Bilance entalpie	115
7.1	První věta termodynamická – bilance uzavřeného systému	115
7.2	Obecná bilance entalpie v otevřeném systému	118
7.2.1	Konečné bilanční období	118
7.2.2	Diferenciální bilanční období	119
7.3	Výpočet entalpie	120
7.3.1	Měrná a molární entalpie	121
7.3.2	Volba referenčního stavu	121
7.3.3	Závislost entalpie čisté látky na teplotě	122
7.3.4	Změna entalpie čisté látky se změnou skupenství	125
7.3.5	Změna entalpie čisté látky se změnou teploty i skupenství	125
7.3.6	Změny entalpie při chemické reakci	128
7.3.7	Entalpie směsi	129
7.4	Výsledné tvary entalpické bilance	131
7.4.1	Entalpická bilance bez reakce	131
7.4.2	Entalpická bilance s reakcí	140
7.5	Úlohy	152
8	Základy sdílení tepla	155
8.1	Vedení tepla – Fourierova rovnice	156
8.1.1	Vedení tepla rovinnou stěnou	157
8.1.2	Vedení tepla složenou rovinnou stěnou	157
8.1.3	Vedení tepla válcovou stěnou	159
8.1.4	Vedení tepla složenou válcovou stěnou	161
8.2	Přestup tepla	161
8.2.1	Newtonův ochlazovací zákon	162
8.2.2	Fourierova-Kirchhoffova rovnice	163
8.2.3	Přestup tepla při nuceném proudění	167
8.2.4	Přestup tepla při přirozeném proudění	171
8.2.5	Přestup tepla při současném přirozeném a nuceném proudění	174
8.2.6	Přestup tepla při varu a kondenzaci	174
8.2.7	Obecný postup výpočtu hodnoty součinitele přestupu tepla	175

8.3	Složené sdílení tepla – prostup tepla	176
8.3.1	Prostup tepla rovinnou stěnou	176
8.3.2	Prostup tepla válcovou stěnou	178
8.4	Úlohy	181
9	Výměníky tepla	183
9.1	Příklady konstrukce výměníků tepla	183
9.2	Entalpická bilance výměníku tepla	184
9.3	Bilance diferenciálního úseku protiproudého výměníku tepla	186
9.4	Úlohy	197
10	Odparky	200
10.1	Odpařovací zařízení	200
10.2	Výpočet jednočlenné odparky	203
10.3	Úlohy	210
11	Úvod do sdílení hmoty	211
11.1	Mezifázová rovnováha	212
11.2	Typy výměníků hmoty	214
11.2.1	Stupňový kontakt fází	214
11.2.2	Spojité kontakty fází	217
11.2.3	Vztahy pro popis výměníků hmoty	218
12	Extrakce	219
12.1	Zařízení pro extrakci	220
12.2	Extrakce s nemísitelnými rozpouštědly	222
12.2.1	Jednostupňová extrakce	223
12.2.2	Opakovaná extrakce	224
12.2.3	Protiproudá extrakce	228
12.3	Extrakce s omezeně mísitelnými rozpouštědly	232
12.3.1	Jednostupňová extrakce	232
12.3.2	Opakovaná extrakce	235
12.3.3	Protiproudá stupňová extrakce	237
12.4	Tabulky extrakčních rovnováh	239
12.5	Úlohy	241
13	Sušení	245
13.1	Vlastnosti vlhkého vzduchu	246
13.2	Vlastnosti sušeného materiálu	249
13.3	Kinetika konvekčního sušení	251
13.4	Vsádková (periodická) konvekční sušárna	252
13.5	Kontinuální konvekční sušárna	256
13.6	Druhy sušáren	260
13.7	Úlohy	263
14	Destilace a rektifikace	266
14.1	Rovnováha kapalina-pára	266
14.2	Mžiková destilace	269
14.3	Kontinuální rektifikace v patrové koloně	272
14.4	Kontinuální rektifikace v plněné koloně	279

14.5	Vsádková destilace	280
14.6	Vsádková destilace s rektifikací	283
14.7	Úlohy	284
15	Chemické reaktory	287
15.1	Chemická reakční kinetika pro jednu nevratnou reakci	288
15.2	Charakterizace průběhu reakce	290
15.3	Reakční entalpie	292
15.4	Reakční kinetika a rovnováha pro soustavy reakcí	293
15.5	Průtočný ideálně míchaný reaktor	296
15.6	Kaskáda průtočných ideálně míchaných reaktorů	300
15.7	Vsádkový ideálně míchaný reaktor	301
15.8	Trubkový reaktor s pístovým tokem	304
15.9	Heterogenně katalytické reaktory	309
15.10	Úlohy	311
	Seznam symbolů	315
	Literatura	321
11.1	Mexická roztava	321
11.2	Typ výměnných hmot	321
11.2.1	Stupňový kontakt	321
11.2.2	Spojitý kontakt	321
11.2.3	Vstavy pro popis výměnné hmoty	321
12	Extrakce	
12.1	Zařízení pro extrakci	321
12.2	Extrakce s nemišitelnými rozpouštědly	
12.2.1	Jednostupňová extrakce	321
12.2.2	Opalovaná extrakce	321
12.2.3	Prostředná extrakce	321
12.3	Extrakce s omezením míšitelnosti rozpouštědly	
12.3.1	Jednostupňová extrakce	321
12.3.2	Opalovaná extrakce	321
12.3.3	Prostředná extrakce	321
12.4	Tabulky extrakčních rovnováh	321
12.5	Úlohy	321
13	Sušení	
13.1	Vlastnosti vlhkého vzduchu	321
13.2	Vlastnosti sušeného materiálu	321
13.3	Kinetika konvekčního sušení	321
13.4	Věšková (periodická) konvekční sušárna	321
13.5	Kontinuální konvekční sušárna	321
13.6	Drůtz sušárna	321
13.7	Úlohy	321
14	Destilace a rektifikace	
14.1	Rovnovážná kapalina-pára	321
14.2	Misková destilace	321
14.3	Kontinuální rektifikace v párovém toku	321
14.4	Kontinuální rektifikace v párovém toku s proudem	321