

# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>7</b>
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
<b>2 Základy bilancování</b>	<b>18</b>
2.1 Bilance za konečné bilanční období	21
2.2 Bilance za diferenciální bilanční období	22
2.3 Materiálové bilance	22
2.3.1 Vyjadřování složení směsí	23
2.3.2 Přepočty složení směsí	24
2.3.3 Doporučený postup při materiálové bilanci	24
2.4 Materiálové bilance bez chemické reakce	25
2.5 Materiálové bilance s chemickou reakcí	29
2.6 Úlohy	36
<b>3 Základy hydromechanických procesů</b>	<b>40</b>
3.1 Hydrostatika	41
3.2 Proudění tekutin	43
3.3 Bezrozměrná kritéria podobnosti	47
3.4 Proudění kapaliny horizontální trubkou kruhového průřezu	48
3.5 Proudění potrubím s nekruhovým průřezem	53
3.6 Proudění v porézních materiálech	53
3.7 Úlohy	56
<b>4 Doprava kapalin</b>	<b>58</b>
4.1 Charakteristika čerpadel a potrubí	61
4.2 Sací a výtlačná výška	69
4.3 Úlohy	71
<b>5 Filtrace</b>	<b>73</b>
5.1 Filtrační přepážky a některé typy filtrů	76
5.1.1 Filtrační přepážky	76
5.1.2 Některé typy vsádkových a kontinuálních filtrů	77
5.2 Bilance hmotnosti a objemu při filtraci	80

5.3	Kinetika koláčové filtrace . . . . .	81
5.3.1	Filtrace při konstantní rychlosti . . . . .	83
5.3.2	Filtrace při konstantním filtračním rozdílu tlaků . . . . .	84
5.3.3	Filtrační konstanty . . . . .	84
5.3.4	Promývání filtračního koláče . . . . .	85
5.3.5	Filtrační cyklus . . . . .	86
5.4	Úlohy . . . . .	91
<b>6</b>	<b>Míchání</b>	<b>94</b>
6.1	Modelování míchacích zařízení . . . . .	99
6.2	Úlohy . . . . .	102
<b>7</b>	<b>Bilance entalpie</b>	<b>103</b>
7.1	První věta termodynamická – bilance uzavřeného systému . . . . .	103
7.2	Bilance entalpie v otevřeném systému . . . . .	106
7.2.1	Konečné bilanční období . . . . .	106
7.2.2	Diferenciální bilanční období . . . . .	107
7.3	Měrná a molární entalpie, entalpie směsi . . . . .	108
7.4	Výpočet entalpie čisté složky . . . . .	109
7.4.1	Volba referenčního stavu . . . . .	110
7.4.2	Závislost entalpie na tlaku . . . . .	111
7.4.3	Závislost entalpie na teplotě . . . . .	111
7.4.4	Změna entalpie se změnou skupenství . . . . .	113
7.4.5	Změna entalpie se změnou skupenství a teploty . . . . .	113
7.5	Řešené příklady . . . . .	115
7.6	Úlohy . . . . .	121
<b>8</b>	<b>Základy sdílení tepla</b>	<b>123</b>
8.1	Vedení tepla – Fourierova rovnice . . . . .	124
8.1.1	Vedení tepla rovinnou stěnou . . . . .	125
8.1.2	Vedení tepla složenou rovinnou stěnou . . . . .	125
8.1.3	Vedení tepla válcovou stěnou . . . . .	127
8.1.4	Vedení tepla složenou válcovou stěnou . . . . .	129
8.2	Přestup tepla . . . . .	129
8.2.1	Newtonův ochlazovací zákon . . . . .	130
8.2.2	Fourierova-Kirchhoffova rovnice . . . . .	131
8.2.3	Přestup tepla při nuceném proudění . . . . .	135
8.2.4	Přestup tepla při přirozeném proudění . . . . .	139
8.2.5	Přestup tepla při současném přirozeném a nuceném proudění . . . . .	141
8.2.6	Přestup tepla při varu a kondenzaci . . . . .	142
8.2.7	Obecný postup výpočtu hodnoty součinitele přestupu tepla . . . . .	143
8.3	Složené sdílení tepla – prostup tepla . . . . .	144
8.3.1	Prostup tepla rovinnou stěnou . . . . .	144
8.3.2	Prostup tepla válcovou stěnou . . . . .	146
8.4	Úlohy . . . . .	149

<b>9</b>	<b>Výměníky tepla</b>	<b>151</b>
9.1	Příklady konstrukce výměníků tepla	151
9.2	Entalpická bilance výměníku tepla	152
9.3	Bilance diferenciálního úseku protiproudého výměníku tepla	154
9.4	Úlohy	165
<b>10</b>	<b>Odparky</b>	<b>168</b>
10.1	Odpařovací zařízení	168
10.2	Výpočet jednočlenné odparky	171
10.3	Úlohy	177
<b>11</b>	<b>Základy sdílení hmoty</b>	<b>179</b>
11.1	Mezifázová rovnováha	180
11.2	Molekulární přenos hmoty – difuze	182
11.3	Přenos hmoty při proudění – konvekce	183
11.4	Lokální bilance složky	184
11.5	Přenos hmoty k fázovému rozhraní – přestup	185
11.5.1	Určení součinitele přestupu hmoty	185
11.6	Přenos hmoty z jedné fáze do druhé – prostup	187
11.7	Typy výměníků hmoty	191
11.7.1	Stupňový kontakt fází	191
11.7.2	Spojité kontakty fází	193
11.7.3	Vztahy pro popis výměníků hmoty	194
<b>12</b>	<b>Extrakce</b>	<b>197</b>
12.1	Zařízení pro extrakci	198
12.2	Extrakce s nemísitelnými rozpouštědly	200
12.2.1	Jednostupňová extrakce	201
12.2.2	Opakovaná extrakce	202
12.2.3	Protiproudá extrakce	206
12.3	Extrakce s omezeně mísitelnými rozpouštědly	210
12.3.1	Jednostupňová extrakce	210
12.3.2	Opakovaná extrakce	212
12.3.3	Protiproudá stupňová extrakce	215
12.4	Úlohy	217
<b>13</b>	<b>Sušení</b>	<b>223</b>
13.1	Vlastnosti vlhkého vzduchu	224
13.2	Vlastnosti sušeného materiálu	228
13.3	Kinetika konvekčního sušení	229
13.4	Vsádková (periodická) konvekční sušárna	230
13.5	Kontinuální konvekční sušárna	234
13.6	Druhy sušáren	238
13.7	Úlohy	241
<b>14</b>	<b>Destilace a rektifikace</b>	<b>244</b>
14.1	Rovnováha kapalina-pára	244
14.2	Mžiková destilace	247
14.3	Kontinuální rektifikace v patrové koloně	250
14.4	Kontinuální rektifikace v plněné koloně	257

14.5	Vsádková destilace . . . . .	258
14.6	Vsádková destilace s rektifikací . . . . .	261
14.7	Úlohy . . . . .	261
<b>15</b>	<b>Chemické reaktory</b>	<b>265</b>
15.1	Chemická reakční kinetika pro jednu nevratnou reakci . . . . .	266
15.2	Charakterizace průběhu reakce . . . . .	268
15.3	Reakční entalpie . . . . .	270
15.4	Chemická reakční kinetika pro soustavy reakcí . . . . .	271
15.5	Průtočný ideálně míchaný reaktor . . . . .	274
15.6	Kaskáda průtočných ideálně míchaných reaktorů . . . . .	276
15.7	Vsádkový ideálně míchaný reaktor . . . . .	277
15.8	Trubkový reaktor s pístovým tokem . . . . .	279
15.9	Heterogenně katalytické reaktory . . . . .	282
15.10	Úlohy . . . . .	283
	<b>Seznam symbolů</b>	<b>287</b>
	<b>Literatura</b>	<b>293</b>