

# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>8</b>
1.1 Chemické inženýrství a chemická technologie	8
1.2 Systémy	8
1.3 Procesy	10
1.4 Metody chemického inženýrství	11
<b>2 Základy bilancování</b>	<b>14</b>
2.1 Bilance za konečné bilanční období	17
2.2 Bilance za diferenciální bilanční období	18
2.3 Materiálové bilance	19
2.4 Materiálové bilance bez chemické reakce	21
2.5 Materiálové bilance s chemickou reakcí	26
2.6 Úlohy	33
<b>3 Základy hydromechanických procesů</b>	<b>37</b>
3.1 Hydrostatika	38
3.2 Proudění tekutin	40
3.3 Bezrozměrná kritéria podobnosti	44
3.4 Proudění kapaliny horizontální trubkou kruhového průřezu	45
3.5 Proudění potrubím s nekruhovým průřezem	50
3.6 Proudění v porézních materiálech	51
3.7 Doprava kapalin	54
3.7.1 Charakteristika čerpadel a potrubí	57
3.7.2 Sací a výtlačná výška	65
3.8 Úlohy	67
<b>4 Filtrace</b>	<b>70</b>
4.1 Filtrační přepážky a některé typy filtrů	73
4.1.1 Filtrační přepážky	73
4.1.2 Některé typy vsádkových a kontinuálních filtrů	74
4.2 Bilance hmotnosti a objemu při filtraci	77
4.3 Kinetika koláčové filtrace	78
4.3.1 Filtrace při konstantní rychlosti	80
4.3.2 Filtrace při konstantním filtračním rozdílu tlaků	81
4.3.3 Filtrační konstanty	81
4.3.4 Promývání filtračního koláče	82
4.3.5 Filtrační cyklus	83
4.4 Úlohy	88

<b>5</b>	<b>Usazování</b>	<b>90</b>
5.1	Základní vztahy a definice	90
5.1.1	Síly působící na částici	90
5.1.2	Výpočet usazovací rychlosti izolované částice	92
5.1.3	Usazování nekulových částic	93
5.2	Usazováký	93
5.2.1	Bilance a výkon usazováku	94
5.2.2	Usazovací odstředivka	95
5.2.3	Cyklón	96
5.3	Úlohy	98
<b>6</b>	<b>Fluidace</b>	<b>99</b>
6.1	Tlaková ztráta fluidní vrstvy a některé definice	101
6.2	Práh fluidace kulových částic	102
6.3	Expanze rovnoměrné fluidní vrstvy kulových částic	102
6.4	Úlohy	103
<b>7</b>	<b>Míchání</b>	<b>105</b>
7.1	Modelování míchacích zařízení	110
7.2	Úlohy	113
<b>8</b>	<b>Bilance entalpie</b>	<b>114</b>
8.1	První věta termodynamická – bilance uzavřeného systému	116
8.2	Bilance entalpie otevřeného systému	117
8.3	Bilance entalpie pro diferenciální bilanční období	123
8.4	Změna entalpie se změnou teploty, tlaku a složení.	124
8.5	Změna entalpie se změnou skupenství	126
8.6	Úlohy	136
<b>9</b>	<b>Základy sdílení tepla</b>	<b>139</b>
9.1	Vedení tepla – Fourierova rovnice	140
9.1.1	Vedení tepla rovinnou stěnou	141
9.1.2	Vedení tepla složenou rovinnou stěnou	141
9.1.3	Vedení tepla válcovou stěnou	143
9.1.4	Vedení tepla složenou válcovou stěnou	145
9.2	Přestup tepla	145
9.2.1	Newtonův ochlazovací zákon	146
9.2.2	Fourierova-Kirchhoffova rovnice	147
9.2.3	Přestup tepla při nuceném proudění	151
9.2.4	Přestup tepla při přirozeném proudění	154
9.2.5	Přestup tepla při současném přirozeném a nuceném proudění	156
9.2.6	Přestup tepla při varu a kondenzaci	157
9.2.7	Obecný postup výpočtu hodnoty součinitele přestupu tepla	158
9.3	Složené sdílení tepla – prostup tepla	159
9.3.1	Prostup tepla rovinnou stěnou	159
9.3.2	Prostup tepla válcovou stěnou	160
9.4	Úlohy	162

<b>10</b>	<b>Výměníky tepla</b>	<b>164</b>
10.1	Příklady konstrukce výměníků tepla . . . . .	164
10.2	Entalpická bilance výměníku tepla . . . . .	164
10.3	Diferenciální bilance protiproudého výměníku tepla . . . . .	166
10.4	Úlohy . . . . .	177
<b>11</b>	<b>Odparky</b>	<b>179</b>
11.1	Odpařovací zařízení . . . . .	179
11.2	Výpočet jednočlenné odparky . . . . .	182
11.3	Úlohy . . . . .	188
<b>12</b>	<b>Základy sdílení hmoty</b>	<b>190</b>
12.1	Mezifázová rovnováha . . . . .	191
12.2	Molekulární přenos hmoty – difuze . . . . .	193
12.3	Přenos hmoty při proudění – konvekce . . . . .	194
12.4	Rovnice kontinuity složky . . . . .	194
12.5	Přenos hmoty k fázovému rozhraní – přestup . . . . .	195
12.5.1	Určení součinitele přestupu hmoty . . . . .	196
12.6	Přenos hmoty z jedné fáze do druhé – prostup . . . . .	197
12.7	Typy výměníků hmoty . . . . .	201
12.7.1	Stupňový kontakt fází . . . . .	201
12.7.2	Spojité kontakty fází . . . . .	203
12.7.3	Vztahy pro popis výměníků hmoty . . . . .	204
<b>13</b>	<b>Extrakce</b>	<b>208</b>
13.1	Zařízení pro extrakci . . . . .	210
13.2	Jednostupňová extrakce . . . . .	212
13.3	Opakovaná extrakce . . . . .	213
13.4	Protiproudá extrakce . . . . .	217
13.5	Úlohy . . . . .	221
<b>14</b>	<b>Absorpce</b>	<b>223</b>
14.1	Bilance absorpční kolony . . . . .	224
14.2	Minimální spotřeba rozpouštědla . . . . .	226
14.3	Absorpce se spojitým kontaktem fází . . . . .	227
14.4	Stupňová protiproudá absorpce . . . . .	231
14.5	Desorpce . . . . .	233
14.6	Úlohy . . . . .	238
<b>15</b>	<b>Sušení</b>	<b>241</b>
15.1	Vlastnosti vlhkého vzduchu . . . . .	242
15.2	Vlastnosti sušného materiálu . . . . .	245
15.3	Kinetika konvekčního sušení . . . . .	247
15.4	Vsádková (periodická) konvekční sušárna . . . . .	248
15.5	Kontinuální konvekční sušárna . . . . .	252
15.6	Druhy sušáren . . . . .	255
15.7	Úlohy . . . . .	259

<b>16 Destilace a rektifikace</b>	<b>262</b>
16.1 Rovnováha kapalina-pára . . . . .	262
16.2 Mziková destilace . . . . .	265
16.3 Kontinuální rektifikace v patrové koloně . . . . .	268
16.4 Kontinuální rektifikace v plněné koloně . . . . .	275
16.5 Vsádková destilace . . . . .	276
16.6 Vsádková destilace s rektifikací . . . . .	279
16.7 Úlohy . . . . .	280
<b>17 Chemické reaktory</b>	<b>283</b>
17.1 Chemická reakční kinetika pro jednu nevratnou reakci . . . . .	284
17.2 Charakterizace průběhu reakce . . . . .	286
17.3 Reakční teplo . . . . .	287
17.4 Chemická reakční kinetika pro soustavy reakcí . . . . .	288
17.5 Průtočný ideálně míchaný reaktor . . . . .	291
17.6 Kaskáda průtočných ideálně míchaných reaktorů . . . . .	294
17.7 Vsádkový ideálně míchaný reaktor . . . . .	295
17.8 Trubkový reaktor s pístovým tokem . . . . .	296
17.9 Heterogenně katalytické reaktory . . . . .	299
17.10 Úlohy . . . . .	301
<b>18 Základy membránových separačních procesů</b>	<b>304</b>
18.1 Princip a třídění membránových separačních procesů . . . . .	304
18.2 Membrány a jejich charakterizace . . . . .	306
18.3 Aplikační formy membrán a membránové moduly . . . . .	309
18.4 Separační a transportní vlastnosti membrán . . . . .	310
18.5 Bilancování membránových separačních procesů . . . . .	312
18.6 Koncentrační polarizace . . . . .	313
18.7 Mikrofiltrace, ultrafiltrace a nanofiltrace . . . . .	315
18.8 Membránová separace plynů . . . . .	317
18.9 Pervaporace . . . . .	318
18.10 Reversní osmóza (hyperfiltrace) . . . . .	319
18.11 Dialýza . . . . .	320
18.12 Separační procesy s iontovýmennými membránami . . . . .	321
18.12.1 Ioniovýmenné membrány . . . . .	321
18.12.2 Elektrodialýza a příbuzné procesy . . . . .	322
18.12.3 Difusní dialýza s iontovýmennými membránami . . . . .	324
18.12.4 Donanova dialýza . . . . .	324
18.12.5 Palivové články s polymerními kation-výmennými elektrolyty . . . . .	325
18.12.6 Kinetika transportu v iontovýmenných membránách . . . . .	326
18.13 Velikost plochy membrány . . . . .	326
<b>19 Přílohy</b>	<b>327</b>
19.1 Veličiny a vztahy používané v chemickém inženýrství . . . . .	327
19.2 Směsi a složky . . . . .	335
19.2.1 Vyjadřování složení směsí . . . . .	335
19.2.2 Přepočty složení směsí . . . . .	336
19.2.3 Vztahy pro směsi ideálních plynů . . . . .	337
19.2.4 Vztahy pro směsi zachovávající objem složek . . . . .	337

19.3 Seznam symbolů . . . . .	338
19.4 Literatura . . . . .	348