

Obsah

1	Základy bilancování	7
1.1	Bilanční rovnice	7
1.2	Bilance za diferenciální bilanční období	11
1.3	Bilanční rovnice pro ustálený stav	12
1.4	Bilanční rovnice pro uzavřený systém	13
1.5	Bilanční rovnice za předpokladu zachování	13
1.6	Bilanční rovnice pro ustálený stav za předpokladu zachování	13
1.7	Bilanční schéma	13
1.8	Incidenční matice	14
2	Materiálové bilance	15
2.1	Bilance hmotnosti a látkového množství směsi a složek	15
2.2	Fiktivní proudy	19
2.3	Strategie bilančních výpočtů	22
3	Základy hydrodynamických procesů	34
3.1	Hydrostatika	34
3.2	Proudění tekutin	37
3.3	Teorie podobnosti	43
3.4	Proudění tekutiny trubkou kruhového průřezu	44
3.5	Proudění nekruhovým průřezem – ekvivalentní průměr	48
3.6	Proudění v porézních materiálech	49
4	Doprava tekutin	55
4.1	Charakteristika čerpadel a potrubí	58
4.2	Sací a výtláčná výška	61
5	Filtrace	71
5.1	Filtrační přepážky a některé typy filtrů	74
5.1.1	Filtrační přepážky	74
5.1.2	Některé typy vsádkových a kontinuálních filtrů	75
5.2	Bilance hmotnosti a objemu při filtraci	78
5.3	Kinetika koláčové filtrace	79
5.3.1	Filtrace při konstantní rychlosti	81
5.3.2	Filtrace při konstantním filtračním rozdílu tlaků	82
5.3.3	Filtrační konstanty	82
5.3.4	Promývání filtračního koláče	83
5.3.5	Filtrační cyklus	84

6	Usazování	92
6.1	Základní vztahy a definice	92
6.1.1	Síly působící na částici	92
6.1.2	Výpočet usazovací rychlosti izolované částice	94
6.1.3	Usazování nekulových částic	94
6.2	Usazováky	95
6.2.1	Gravitační usazovák	95
6.2.2	Usazovací odstředivka	96
6.2.3	Cyklón	97
7	Fluidace	103
7.1	Tlaková ztráta fluidní vrstvy a některé definice	104
7.2	Práh fluidace kulových částic	105
7.3	Expanze rovnoměrné fluidní vrstvy kulových částic	106
8	Míchání	110
8.1	Mísení sypkých materiálů	110
8.2	Míchání kapalin mechanickými míchadly	113
8.2.1	Modelování míchacích zařízení	118
9	Bilance entalpie	123
9.1	První věta termodynamická – bilance uzavřeného systému	124
9.2	Bilance entalpie otevřeného systému	126
9.3	Bilance entalpie pro diferenciální bilanční období	130
9.3.1	Úlohy	141
10	Základy sdílení tepla	143
10.1	Fourierova rovnice pro vedení tepla	143
10.2	Vedení tepla rovinnou stěnou	143
10.3	Vedení tepla válcovou stěnou	144
10.4	Newtonův ochlazovací zákon - přestup tepla	145
10.5	Složené sdílení tepla - prostup tepla	146
10.6	Složené sdílení tepla rovinnou stěnou	147
10.7	Složené sdílení tepla válcovou stěnou	147
10.8	Fourierova-Kirchhoffova rovnice	147
10.9	Kritéria podobnosti pro tepelné procesy	149
10.10	Přestup tepla při varu a kondenzaci	151
11	Výměníky tepla	154
11.1	Příklady konstrukce výměníků tepla	154
11.2	Celková bilance výměníku tepla	154
11.3	Diferenciální bilance protiproudého výměníku tepla	155
12	Odparky	161
12.1	Odpařovací zařízení	161
12.2	Výpočet jednočlenné odparky	163

13	Základy sdílení hmoty	171
13.1	Mezifázová rovnováha	172
13.2	Molekulární přenos hmoty – difuze	174
13.3	Přenos hmoty při proudění – konvekce	175
13.4	Rovnice kontinuity složky	175
13.5	Přenos hmoty k fázovému rozhraní – přestup	176
13.5.1	Určení součinitele přestupu	177
13.6	Přenos hmoty z jedné fáze do druhé – prostup	178
13.7	Typy výměníků hmoty	182
14	Extrakce	188
14.1	Zařízení pro extrakci	190
14.2	Jednostupňová extrakce	192
14.3	Opakovaná extrakce	193
14.4	Protiproudá extrakce	197
15	Absorpce	204
15.1	Bilance absorpční kolony	205
15.2	Minimální spotřeba rozpouštědla	207
15.3	Absorpce se spojitým kontaktem fází	208
15.4	Stupňová protiproudá absorpce	211
15.5	Desorpce	214
16	Destilace a rektifikace	223
16.1	Rovnováha kapalina-pára	223
16.2	Mžiková destilace	226
16.3	Kontinuální rektifikace v patrové koloně	229
16.4	Kontinuální rektifikace v plněné koloně	236
16.5	Vsádková destilace	236
16.6	Vsádková destilace s rektifikací	240
17	Sušení	244
17.1	Vlastnosti vlhkého vzduchu	245
17.2	Vlastnosti sušeného materiálu	248
17.3	Kinetika konvekčního sušení	250
17.4	Vsádková (periodická) konvekční sušárna	251
17.5	Kontinuální konvekční sušárna	255
17.6	Druhy sušáren	259
18	Chemické reaktory	265
18.1	Chemická reakční kinetika pro jednu nevratnou reakci	266
18.2	Charakterizace průběhu reakce	268
18.3	Reakční teplo	269
18.4	Chemická reakční kinetika pro soustavy reakcí	270
18.5	Průtočný ideálně míchaný reaktor	273
18.6	Kaskáda průtočných ideálně míchaných reaktorů	276
18.7	Vsádkový ideálně míchaný reaktor	277
18.8	Trubkový reaktor s pístovým tokem	278
18.9	Heterogenně katalytické reaktory	281

19 Principy membránových procesů	286
19.1 Princip a třídění membránových separačních procesů	286
19.2 Membrány a jejich charakterizace	288
19.3 Aplikační formy membrán a membránové moduly	290
19.4 Vlastnosti membrán a membránových modulů	292
19.5 Bilancování membránových separačních procesů	294
19.6 Koncentrační polarizace	295
19.7 Kinetika membránových procesů	297
19.7.1 Mikrofiltrace a ultrafiltrace	297
19.7.2 Membránová separace plynů	299
19.7.3 Pervaporace	300
19.7.4 Reversní osmóza (hyperfiltrace)	301
19.7.5 Dialýza	302
19.7.6 Velikost plochy membrány	303
20 Přílohy	305
20.1 Směsi a složky	305
20.1.1 Vyjadřování složení směsí	306
20.1.2 Přepočty složení směsí	307
20.1.3 Vztahy pro ideální směsi ideálních plynů	307
20.1.4 Vztahy pro směsi zachovávající objem složek	308
20.2 Změna entalpie se změnou teploty, tlaku a složení.	308
20.3 Změna entalpie se změnou skupenství	310
20.4 Základní diferenciální vektorové operace	311
20.4.1 Gradient skalárního pole	311
20.4.2 Divergence vektorového pole	311
20.4.3 Laplaceův operátor	311
20.4.4 Materiálová derivace	311
20.5 Teorie podobnosti	312
20.5.1 Kritéria podobnosti pro sdílení hybnosti	312
20.5.2 Kritéria podobnosti pro sdílení tepla	312
20.5.3 Kritéria podobnosti pro sdílení hmoty	313
20.6 Určení výšky absorbéru při lineární rovnováze	314
20.7 Lokální bilance	316