

Obsah

	Předmluva	10
	Úvod	11
1	Základní pojmy	14
1.1	Obsah chemického inženýrství a vztah k chemické technologii	14
1.2	Realizace základních procesů	17
1.3	Pístoný tok a ideální míšení	19
1.4	System a okolí, hranice systému	21
1.5	Struktura systému	22
1.6	Metody chemickoinženýrského výpočtu	26
	<i>Kontrolní úlohy</i>	30
2	Bilance	32
2.1	Základní pojmy	32
2.2	Bilance extenzivní veličiny B	35
2.3	Materiálové bilance	40
2.3.1	Koncentrační veličiny	41
2.3.2	Bilance hmotnosti a látkového množství	48
2.3.3	Fiktivní proudy a chemická reakce	50
2.3.4	Bilanční výpočty	55
	<i>Kontrolní úlohy</i>	61
3	Tekutina a spojitě prostředí	63
3.1	Tekutina	63
3.2	Spojitě prostředí	63
3.3	Místní a okamžité veličiny	65
3.4	Síly působící v tekutině	66
3.5	Proudění tekutiny	67
3.6	Viskozita	72

3.7	Nenewtonské kapaliny	74
3.8	Rovnice kontinuity	75
	<i>Kontrolní úlohy</i>	77
4	Bilance celkové energie tekutiny, rovnice Bernoulliho a hydrostatiky	79
4.1	Bilance energie tekutiny	79
4.2	Bernoulliho rovnice	81
4.3	Rovnice hydrostatiky	87
4.3.1	Diferenciální rovnice hydrostatiky	87
4.3.2	Integrace diferenciální rovnice hydrostatiky	89
	<i>Kontrolní úlohy</i>	96
5	Proudění tekutiny potrubím	98
5.1	Vyjádření ztráty mechanické energie při proudění tekutiny	98
5.1.1	Výtokový součinitel	100
5.1.2	Součinitel tření	101
5.1.3	Součinitel odporu	107
5.2	Výtok tekutiny z otvoru v nádobě	108
5.3	Proudění tekutiny jednoduchou potrubní linkou	113
5.4	Proudění tekutiny potrubní sítí	121
5.5	Optimální průměr potrubí	123
	<i>Kontrolní úlohy</i>	125
6	Podobnost systémů a dějů	127
6.1	Fyzikální rovnice rozměrové a bezrozměrové	127
6.1.1	Rozměrové fyzikální rovnice	127
6.1.2	Bezrozměrové fyzikální rovnice	128
6.2	Rozměrová analýza	131
6.3	Teorie podobnosti	135
6.3.1	Vyjádření podobnosti systémů a dějů	135
6.3.1.1	Konstanty podobnosti	136
6.3.1.2	Invarianty podobnosti	139
6.3.1.3	Kritéria podobnosti	140
6.3.2	Odvození kritérií podobnosti pomocí teorie podobnosti	141
6.4	Modelování	147
6.5	Teorie analogie	150
	<i>Kontrolní úlohy</i>	151

7	Doprava tekutin	153
7.1	Způsoby dopravy tekutin potrubím a typy čerpadel	153
7.1.1	Objemová čerpadla s přímou přeměnou práce na tlak	154
7.1.2	Rotační čerpadla s nepřímou přeměnou práce na tlak	156
7.1.3	Jiné typy čerpadel	157
7.2	Výkon a příkon čerpadla	159
7.3	Sací a dopravní výška	161
7.4	Charakteristika potrubí a čerpadla	162
7.4.1	Charakteristika potrubí	162
7.4.2	Charakteristika čerpadla	164
7.4.3	Společné řešení charakteristiky potrubí a čerpadla	165
7.5	Sériové a paralelní řazení čerpadel	167
7.6	Podobnost čerpadel	168
	<i>Kontrolní úlohy</i>	171
8	Proudění tekutin nehybnou vrstvou zrnitého materiálu	172
8.1	Technické aplikace proudění tekutin vrstvou zrnitého materiálu	172
8.2	Proudění jedné tekuté fáze	173
8.3	Proudění dvou tekutých nemísitelných fází	179
	<i>Kontrolní úlohy</i>	181
9	Filtrace	183
9.1	Základní pojmy	183
9.2	Typy filtračních zařízení	186
9.2.1	Pískový filtr	186
9.2.2	Filtrační nuč	187
9.2.4	Rukávový filtr	188
9.2.5	Rámový kalolis	189
9.2.6	Bubnový vakuový filtr	191
9.2.7	Pásový vakuový filtr	191
9.2.8	Filtrační odstředivka	192
9.3	Hmotnostní bilance	193
9.4	Rovnice rychlosti filtrace	194
9.4.1	Rovnice rychlosti diskontinuální filtrace	197
9.5	Integrální rovnice diskontinuální filtrace a promývání	198
9.5.1	Filtrace při konstantní rychlosti	199
9.5.2	Filtrace při konstantním přetlaku	199
9.5.3	Filtrace při použití odstředivého čerpadla	200
9.5.4	Promývání při konstantním přetlaku	200

9.6	Filtrace v bubnovém filtru	203
9.7	Filtrace v odstředivce	204
	<i>Kontrolní úlohy</i>	205
10	Usazování	206
10.1	Základní pojmy	206
10.2	Principy činnosti některých zařízení na usazování a třídění částic	212
10.2.1	Gravitační usazovákы	212
10.2.2	Gravitační usazovákы se změnou směru proudění suspenze	214
10.2.3	Usazovákы s rotací suspenze	215
10.2.4	Mokré odlučovače částic z plynných suspenzí	216
10.2.5	Elektrostatické odlučovače	218
10.2.6	Magnetické separátory	219
10.3	Kvantitativní popis usazování izolované částice	219
10.4	Vliv různých faktorů na průběh usazování	230
10.4.1	Vliv stěn zařízení	230
10.4.2	Vliv tvaru částic	231
10.4.3	Vliv koncentrace částic v suspenzi	232
10.4.4	Usazování polydisperzního souboru částic	233
10.5	Výpočet usazováků	237
10.5.1	Gravitační usazovák s horizontálním tokem suspenze	238
10.5.2	Gravitační usazovák s vertikálním prouděním suspenze	240
10.5.3	Usazování v cyklónových odlučovačích	241
	<i>Kontrolní úlohy</i>	244
11	Fluidace	246
11.1	Kvalitativní popis fluidní vrstvy	246
11.1.1	Popis jednoduchého pokusu	247
11.1.2	Základní vlastnosti fluidní vrstvy	250
11.1.3	Technický význam fluidní vrstvy	254
11.2	Kvantitativní popis fluidní vrstvy	256
11.2.1	Tlaková ztráta ve fluidní vrstvě a hydrostatický tlak fluidní vrstvy	256
11.2.2	Prahová rychlost fluidace	259
11.2.3	Prahová rychlost úletu	261
11.2.4	Expanze fluidní vrstvy	261
	<i>Kontrolní úlohy</i>	264

12	Míchání	266
12.1	Kvalitativní popis míchání	266
12.1.1	Princip a účel míchání	266
12.1.2	Míchání rotačními míchadly	268
12.1.3	Míchání rotačními rychloběžnými míchadly	270
12.2	Kvantitativní popis míchání	271
12.2.1	Příkon míchadla	272
12.2.2	Vyrovňávání vlastností vsádky	275
12.2.3	Čerpací výkonnost	276
12.2.4	Modelování míchacích zařízení	276
	<i>Kontrolní úlohy</i>	277
13	Rozdělení dob prodlení částic v průtočném zařízení	280
13.1	Metoda vzruchu a odezvy	280
13.2	Distribuční funkce a hustota pravděpodobnosti dob prodlení	283
13.3	Diferenciální bilance pro ideální míšení	286
13.4	Distribuční funkce a hustota pravděpodobnosti dob prodlení pro ideální míšení a pro pístový tok	287
13.5	Kaskáda ideálních míšičů	288
13.6	Přepočet průběhu diskontinuálního děje na děj kontinuální	291
	<i>Kontrolní úlohy</i>	292
14	Bilance entalpie a chlazení na nízké teploty	294
14.1	Bilance entalpie	294
14.2	Výpočet entalpie	296
14.3	Data pro výpočet entalpie	301
14.4	Chlazení na nízkou teplotu	303
14.5	Exergie	311
	<i>Kontrolní úlohy</i>	316
15	Mechanismy sdílení tepla, vedení tepla	318
15.1	Mechanismy sdílení tepla	318
15.1.1	Sdílení tepla vedením	319
15.1.2	Sdílení tepla prouděním	320
15.1.3	Sdílení tepla sáláním	321
15.1.4	Složené sdílení tepla	325

15.2	Sdílení tepla vedením v nehybném prostředí	325
15.2.1	Vedení tepla v desce	236
15.2.2	Vedení tepla válcovou stěnou	331
15.2.3	Vedení tepla kulovou stěnou	333
	<i>Kontrolní úlohy</i>	334
16	Sdílení tepla prouděním	336
16.1	Součinitel přestupu tepla	336
16.2	Kritéria podobnosti uplatňovaná při popisu sdílení tepla prouděním	338
16.3	Popis různých případů přestupu tepla	341
16.3.1	Přestup tepla při volném proudění bez fázové přeměny	341
16.3.2	Přestup tepla při nuceném proudění bez fázové přeměny	342
16.3.3	Přestup tepla při kondenzaci páry	343
16.3.3.1	Filmová kondenzace čisté nasycené páry na svislé stěně	344
16.3.3.2	Kapková kondenzace nasycené páry na svislé stěně	345
16.3.3.3	Kondenzace přehřáté páry	345
16.3.3.4	Kondenzace páry smíšené s inertem	345
16.3.4	Přestup tepla při varu kapaliny	346
16.4	Porovnání řádových hodnot součinitele přestupu tepla v různých případech	348
16.5	Přístup k výpočtu součinitele přestupu tepla	349
	<i>Kontrolní úlohy</i>	349
17	Výměníky tepla a prostup tepla	351
17.1	Výměníky tepla	351
17.2	Prostup tepla	355
17.2.1	Prostup tepla rovinnou stěnou	355
17.2.2	Prostup tepla válcovou stěnou	357
17.3	Rozdělení teplot ve výměnících tepla	359
17.4	Výpočet parametrů výměníku tepla při ustáleném stavu	361
17.4.1	Protiproud	362
17.4.2	Souproud	369
17.4.3	Fázová přeměna	372
17.4.4	Porovnání souproudého a protiproudého výměníku tepla	373
17.4.5	Přímý výpočet plochy tepelné výměny	374
17.5	Výpočet neustáleného prostupu tepla ve výměnících	376
17.5.1	Ohřev kapaliny v nádobě kondenzující párou	376
17.5.2	Ohřev kapaliny v nádobě jinou tekutinou bez fázové přeměny	378
	<i>Kontrolní úlohy</i>	380

18	Odpařování	383
18.1	Úvod	383
18.2	Odparka, odpařovací aparáty a jejich propojení ve vícečlenné odparce	384
18.2.1	Jednočlenná odparka	384
18.2.2	Odpařovací aparáty	387
18.2.3	Vícečlenná odparka	391
18.3	Výpočet parametrů jednočlenné odparky	393
18.3.1	Hmotnostní a entalpické bilance	395
18.3.2	Rozložení teploty v odparce	398
18.3.3	Výpočet plochy tepelné výměny	399
18.3.4	Úspora topné páry	400
18.4	Výpočet parametrů vícečlenné odparky	401
18.4.1	Hmotnostní a entalpické bilance	403
18.4.2	Rozložení teplot v odparce a určení ploch tepelné výměny	406
18.4.3	Postup výpočtu parametrů vícečlenné odparky	409
	<i>Kontrolní úlohy</i>	412
	Přílohy	414
A1	Metodické pokyny ke studiu chemického inženýrství a k přípravě na zkoušku	414
A2	Fyzikální veličiny, jejich jednotky a rozměry	415
A3	Vzájemný přepočítání různých koncentračních veličin	422
A4	Tenzorové veličiny	429
A5	Laminární proudění reálné tekutiny potrubím	434
A6	Diferenciální forma rovnice kontinuity	441
A7	Pokusné určení filtračních konstant	446
A8	Vliv tvaru částice na usazování	450
A9	Vliv roštu na fluidní vrstvu	454
A10	Fourierova–Kirchhoffova a Fourierova rovnice	459
	Literatura	465
	Seznam symbolů	468