

	str.
Předmluva	3
I. ÚVOD	4
1. Chemické inženýrství, chemicko-inženýrské operace	4
1.1. Systematika chemicko-inženýrských operací	4
1.2. Metody chemického inženýrství, chemicko-inženýrské výpočty	7
2. Fyzikální veličiny a fyzikální rovnice	8
2.1. Fyzikální (a technické) veličiny	8
2.2. Fyzikální rovnice	10
3. Rozměrová analýza	16
4. Podobnost, modelování a analogie	22
4.1. Podobnost	22
4.1.1. Geometrická podobnost	22
4.1.2. Fyzikální podobnost	23
4.2. Modelování	31
4.3. Analogie	32
5. Bilance	34
5.1. Hmotnostní bilance	36
5.1.1. Základní vztahy	36
5.1.2. Vyjádření koncentrace směsi	38
5.1.3. Postup řešení bilancí	40
5.2. Energetická bilance	41
5.2.1. Druhy energie	41
5.2.2. Tepelná bilance	42
II. HYDROMECHANICKÉ OPERACE (PROUDĚNÍ TEKUTIN)	44
6. Základní pojmy a vztahy proudění tekutin	44
6.1. Základní pojmy	44
6.2. Popis proudění	45
6.3. Charakter toku	48
6.4. Síly působící v tekutině, reologické pojmy	49
6.5. Bilance hmotnosti v proudící tekutině, rovnice kontinuity	56
6.6. Bilance hybnosti a mechanické energie v proudící tekutině	58
7. Hydrostatika	65
7.1. Základní vztahy, Archimédův zákon	65
7.2. Tekutina v tíhovém poli	66
7.2.1. Spojité nádoby	67
7.3. Tekutina v tíhovém a odstředivém poli	68
7.3.1. Separační odstředivky	71

8.	Ustálené proudění nestlačitelné tekutiny potrubím	72
8.1.	Poiseuilleův tok	72
8.2.	Turbulentní proudění	77
8.3.	Výpočet potrubí	80
8.3.1.	Ztráta tlaku v přímé trubce	81
8.3.1.1.	Laminární oblast	81
8.3.1.2.	Přechodná oblast	82
8.3.1.3.	Turbulentní oblast	83
8.3.2.	Místní odpory	86
8.3.3.	Stanovení rychlosti tekutiny potrubím	89
8.3.4.	Stanovení průměru potrubí	91
8.4.	Potrubí se zařazeným čerpadlem	93
8.4.1.	Charakteristika potrubí	93
8.4.2.	Dopravní a pracovní výšky čerpadla	94
8.4.3.	Příkon čerpadla	96
8.4.4.	Druhy čerpadel	97
8.4.4.1.	Čerpadla objemová s přímou přeměnou mechanické práce v energii tlakovou	97
8.4.4.2.	Čerpadla s nepřímou přeměnou mechanické práce v energii tlakovou	102
8.4.4.3.	Jiné druhy čerpadel	109
8.5.	Kritériální rovnice	111
9.	Zvláštní druhy toku	113
9.1.	Tok kapaliny po svislé rovině stěně	113
9.2.	Pohyb tuhého tělesa v tekutině	115
9.2.1.	Odpor prostředí při relativním pohybu tuhého tělesa v tekutině	116
9.2.1.1.	Odpor při obtékání koule a válců	118
9.2.2.	Mezní vrstva	122
9.3.	Tok tekutiny pórovitou vrstvou	126
9.3.1.	Geometrické charakteristiky vrstvy částic	127
9.3.2.	Proudění jediné tekutiny nehybnou vrstvou částic	130
9.3.3.	Tok zkrápěnou náplní	133
9.3.3.1.	Rozbor proudění zkrápěnou vrstvou částic	133
9.3.3.2.	Tlaková ztráta ve zkrápěné náplni, mez zahlcení	135
10.	Filtrace	138
10.1.	Základní pojmy	138
10.2.	Koláčová filtrace	139
10.2.1.	Teorie koláčové filtrace a výpočtové vztahy	140
10.2.2.	Způsoby realizace koláčové filtrace	143
10.2.2.1.	Filtrace za konstantního tlakového rozdílu	144
10.2.2.1.1.	Stanovení hodnot filtračních konstant	146
10.2.2.2.	Filtrace za konstantní rychlosti	148
10.2.2.3.	Filtrace na kontinuálních zařízeních	149
10.2.2.4.	Zvláštní druhy filtrace	151
10.2.2.4.1.	Kombinovaná (dvoustupňová) filtrace	151
10.2.2.4.2.	Filtrace při dopravě suspenze odstředivým čerpadlem	153
10.2.3.	Promývání filtračního koláče	153

10.2.4.	Odvodňování filtračního koláče	154
10.2.5.	Základní typy filtrů pro koláčovou filtraci	156
10.2.5.1.	Filtry pracující přetržitě - diskontinuální	156
10.2.5.2.	Filtry pracující nepřetržitě - kontinuální	162
10.2.5.3.	Filtrační odstředivky	163
10.3.	Hloubková filtrace	164
10.3.1.	Filtrační cyklus	164
10.3.2.	Základní typy filtrů pro hloubkovou filtraci	165
10.4.	Dynamická filtrace	168
10.5.	Membránové separační procesy	169
10.5.1.	Základní výpočtové vztahy tlakových membránových procesů	170
10.5.1.1.	Mikrofiltrace a ultrafiltrace	170
10.5.1.2.	Reverzní osmóza	172
10.5.2.	Procesní charakteristiky membránových procesů	173
10.5.3.	Průmyslové použití membránových separačních procesů	175
10.5.4.	Membrány, membránové moduly a membránová zařízení	176
10.5.4.1.	Membrány a membránové moduly	176
10.5.4.2.	Membránová zařízení	180
11.	Usazování	181
11.1.	Úvod	181
11.2.	Usazování osamocené částice	181
11.2.1.	Ustálené usazování osamocené částice v tíhovém poli	182
11.2.1.1.	Usazování kulové částice	182
11.2.1.2.	Usazování nekulové částice	187
11.2.2.	Usazování osamocené částice v odstředivém poli	190
11.3.	Další faktory ovlivňující rychlost usazování	191
11.3.1.	Vliv stěn zařízení ohraničujících tekutinu na rychlost usazování částice	192
11.3.2.	Vzájemné působení částic - rušené usazování	192
11.3.3.	Vliv elektrických sil mezi částicemi	194
11.3.4.	Vliv pohybu prostředí	194
11.3.5.	Vliv nespojitosti prostředí	195
11.4.	Usazování koncentrovaných jemných suspenzí	195
11.5.	Zařízení pro usazování	197
11.5.1.	Zařízení pro usazování v tíhovém poli	197
11.5.1.1.	Základní vztahy pro periodicky pracující gravitační usazovák	197
11.5.1.2.	Základní vztahy pro průtočné gravitační usazovák	199
11.5.1.3.	Průmyslové usazovák	202
11.5.2.	Zařízení pro usazování v odstředivém poli	205
11.5.2.1.	Usazovací odstředivky	205
11.5.2.1.1.	Rozbor vlivu parametrů kontinuálně pracující odstředivky na její výkon	205
11.5.2.1.2.	Průmyslové usazovací odstředivky	207
11.5.2.2.	Cyklóny	208
11.6.	Hydraulické třídění a rozdělování	210
11.6.1.	Hydraulické třídění	210
11.6.2.	Hydraulické rozdělování	212

12.	Filtrace	215
12.1.	Vznik fluidní vrstvy, základní pojmy	215
12.2.	Rovnoměrná a nerovnoměrná fluidní vrstva	216
12.2.1.	Rovnoměrná vrstva kulových částic	217
13.	Míchání	221
13.1.	Základní pojmy	221
13.2.	Míchací zařízení pro míchání kapalin	222
13.2.1.	Zařízení pro násadové míchání rotačními míchadly	222
13.2.1.1.	Míchadla	222
13.2.1.2.	Volba míchadla	225
13.2.1.3.	Příkon míchadla	225
13.2.1.4.	Doba míchání	231
13.2.1.5.	Účinnost homogenizace	232
13.2.2.	Kontinuální míchání kapalin	233
13.2.2.1.	Statické směšovače	234
III.	TEPELNÉ OPERACE (SDÍLENÍ TEPLA)	236
14.	Způsoby sdílení tepla a základní pojmy	236
14.1.	Způsoby sdílení tepla	236
14.2.	Základní pojmy sdílení tepla	237
15.	Vedení tepla	240
15.1.	Fourierův zákon	240
15.1.1.	Tepelná vodivost	240
15.2.	Fourierova rovnice vedení tepla	241
15.2.1.	Tepelná vodivost	243
15.3.	Ustálené vedení tepla bez tepelného zdroje	243
15.3.1.	Ustálené jednorozměrné vedení tepla	244
15.3.1.1.	Rovinná stěna	244
15.3.1.2.	Válcová stěna	248
15.3.1.3.	Kulová stěna	250
15.4.	Neustálené vedení tepla	252
15.4.1.	Jednorozměrné vedení tepla bez tepelného zdroje	252
15.4.1.1.	Poloprostor	253
15.4.1.2.	Rovinná neomezená deska	255
15.4.1.3.	Nekonečný válec a koule	257
15.4.1.4.	Kritéria podobnosti	258
15.4.1.5.	Těleso konečných rozměrů	259
16.	Sdílení tepla prouděním	261
16.1.	Základní pojmy a vztahy	261
16.1.1.	Úvod	261
16.1.2.	Rovnice energie	261
16.1.3.	Tepelná mezní vrstva	263
16.1.4.	Součinitel přestupu tepla	264

16.2.	Kriteriální rovnice pro výpočet součinitele přestupu tepla	265
16.2.1.	Přestup tepla při volné konvekcii v neomezeném a uzavřeném prostoru	268
16.2.2.	Přestup tepla při nucené konvekcii	269
16.3.	Analogie mezi sdílením hybnosti a tepla	271
16.4.	Přestup tepla při kondenzaci a varu	272
16.4.1.	Kondenzace	273
16.4.2.	Var	276
17.	Sdílení tepla sáláním (tepelným zářením)	279
17.1.	Základní pojmy	279
17.2.	Zákony sálání	282
17.3.	Sdílení tepla v soustavě povrchových zářičů	284
17.3.1.	Sdílení tepla mezi černými zářiči	285
17.3.2.	Sdílení tepla mezi nečernými zářiči	287
17.4.	Záření polopropustných látek	291
17.5.	Současné sdílení tepla zářením, konvekcí a vedením	292
18.	Prostup tepla	294
18.1.	Prostup tepla rovinnou stěnou	294
18.2.	Prostup tepla válcovou stěnou	296
18.3.	Zesílení prostupu, faktor znečištění	299
19.	Zařízení na výměnu tepla - tepelné výměníky a jejich výpočty	300
19.1.	Zařízení na výměnu tepla	300
19.2.	Výpočty výměníků na nepřímou výměnu tepla	300
19.2.1.	Výpočet teplosměnné plochy	300
19.2.1.1.	Výpočet velikosti teplosměnné plochy integrací rovnice prostupu tepla	302
19.2.1.2.	Výpočet velikosti teplosměnné plochy pomocí středních hodnot koeficientu prostupu tepla a rozdílu teplot	303
19.2.1.2.2.	Stanovení střední hodnoty hnací síly-středního rozdílu teplot mezi proudy	304
19.2.1.2.2.1.	Vzájemné srovnání souprůdného a protiprůdného uspořádání	308
19.2.1.2.2.2.	Výpočet $t_{stř}$ pro výměníky se složitým uspořádáním toku médií	309
19.2.2.	Výpočet výměníku pomocí převodových jednotek a termické účinnosti	310
19.2.2.2.	Využití bezrozměrných vztahů pro řešení výměníku	317
19.2.2.3.	Vzájemné srovnání souprůdného a protiprůdného uspořádání výměníku	317
19.3.	Výměníky pro nepřímou výměnu tepla mezi tekutými fázemi	320
19.3.1.	Nádoby s topným pláštěm	320

19.3.2.	Trubkové výměníky	322
19.3.3.	Kanálkové výměníky	324
19.3.4.	Jiné typy výměníků	324
19.4.	Teplonosné látky	325
20.	Odpařování	328
20.1.	Teplotní poměry při varu roztoků	328
20.2.	Některé typy odparek	330
20.3.	Výpočet jednočlenné odparky	336
20.3.1.	Látková bilance jednočlenné odparky	336
20.3.2.	Teplná bilance jednočlenné odparky	337
20.3.3.	Prostup tepla, účinný teplotní rozdíl	339
20.4.	Výpočet vícečlenné odparky	339
	Literatura	344