

OBSAH

	Předmluva	11
	Seznam nejčastěji používaných symbolů	13
1	Úvod do teorie hydraulických pochodů	17
1.1	Základní diferenciální rovnice mechaniky tekutin	17
1.1.1	Rovnice kontinuity	17
1.1.2	Pohybové rovnice	18
1.2	Základní integrální rovnice v mechanice tekutin	21
1.2.1	Integrální rovnice kontinuity	22
1.2.2	Integrální bilance hybnosti	22
1.2.3	Integrální bilance mechanické energie	23
1.2.4	Integrální bilance momentu hybnosti	23
1.3	Kritéria podobnosti v mechanice tekutin	24
1.3.1	Inspekční analýza základních rovnic	24
	Literatura	27
2	Potrubí a potrubní sítě	28
2.1	Integrální rovnice pro proudění potrubím	28
2.1.1	Integrální rovnice kontinuity	28
2.1.2	Inženýrská Bernoulliho rovnice	29
2.2	Ztráty mechanické energie při proudění potrubím	33
2.2.1	Ztráta třením při proudění nestlačitelné kapaliny potrubím	33
2.2.1.1	Laminární proudění	33
2.2.1.2	Turbulentní proudění	35
2.2.2	Výpočet tlakových ztrát způsobených místními odpory při proudění	37
2.2.2.1	Náhlé zúžení průřezu	38
2.2.2.2	Pozvolné zúžení	40
2.2.2.3	Náhlé rozšíření	40
2.2.2.4	Pozvolné rozšíření — difuzor	41
2.2.2.5	Ohyb potrubí	42
2.2.2.6	Odbočky a přípojky	43
2.2.2.7	Potrubní armatury	44
	Příklad 2-I. Určení tlaku ve výtlačném hrdle čerpadla	45
2.2.3	Ztráta třením při proudění stlačitelné tekutiny	46
2.2.3.1	Výpočet ztrát při izotermickém proudění stlačitelných tekutin potrubím	48
	Příklad 2-II. Stanovení tlakové diference v potrubí pro dálkovou dopravu methanu	52
	Základní úlohy řešené při navrhování potrubní větve	53
2.3.1	Návrh průměru potrubí pro zadané množství tekutiny	53
2.3.1.1	Ekonomický průměr potrubí	55
2.3.2	Určení průtokové rychlosti	56
	Příklad 2-III. Stanovení vlivu drsnosti potrubí na průtok při dané měrné ztrátě mechanické energie	58

2.3.3	Výpočet průměru potrubí pro zadané průtočné množství a dovolenou ztrátu	60
	Příklad 2-IV. Stanovení průměru potrubí pro zadaný průtok a dovolenou ztrátu	62
2.4	Řešení potrubních sítí	63
2.4.1	Potrubní síť s paralelními větvemi	64
	Příklad 2-V. Návrh paralelní větve potrubí pro požadované zvýšení kapacity	66
2.4.2	Potrubní systém s rozdílnou koncovou distribucí	67
2.4.2.1	Grafické řešení	68
	Příklad 2-VI. Řešení potrubního systému s rozdílnou koncovou distribucí	70
	Literatura	76
3	Proudění newtonských kapalin potrubím	77
3.1	Základní pojmy z reologie	77
3.1.1	Viskoplastické kapaliny	83
3.1.2	Časově závislé kapaliny	83
3.1.3	Obecný tvar základních reologických modelů	84
3.2	Základní výpočty potrubí pro newtonské kapaliny	85
3.2.1	Proudění mocninových kapalin válcovou trubkou	86
	Příklad 3-I. Stanovení tlaku ve výtlačném hrdle čerpadla	89
3.2.2	Rabinowitschova rovnice	91
3.2.3	Proudění binghamských kapalin válcovou trubkou	92
	Příklad 3-II. Stanovení tlaku na vstupu do potrubí pro dopravu binghamské kapaliny.	95
3.2.4	Obecná metoda pro výpočet ztráty při laminárním proudění newtonské kapaliny potrubím	97
	Příklad 3-III. Stanovení tlakové ztráty v potrubí při proudění velmi viskózní pasty	97
	Literatura	100
4	Čerpání kapalin	101
4.1	Základy teorie čerpadel	101
4.1.1	Úvod	101
4.1.2	Základní rozdělení čerpadel	102
4.1.3	Základní parametry čerpadel	103
4.1.4	Charakteristika čerpadel	103
4.1.4.1	Charakteristika hydrostatických čerpadel	106
4.1.4.2	Charakteristika hydrodynamických čerpadel	106
4.1.5	Příkon čerpadel	110
4.1.6	Měrné otáčky hydrodynamických čerpadel	112
4.1.7	Přibližný výpočet charakteristiky hydrodynamických čerpadel	114
	Příklad 4-I. Stanovení přibližné charakteristiky odstředivého čerpadla	118
4.1.8	Minimální přípustný tlak v sacím hrdle čerpadla	119
4.1.9	Pracovní bod čerpadla	121
4.1.9.1	Paralelní řazení odstředivých čerpadel	121
4.1.9.2	Sériové řazení odstředivých čerpadel	122
	Příklad 4-II. Stanovení pracovního bodu odstředivého čerpadla	123
4.2	Konstrukční provedení čerpadel	125
4.2.1	Hydrostatická čerpadla	125
4.2.2	Hydrodynamická čerpadla	129
4.3	Jiné způsoby čerpání kapalin	135
	Literatura	137
5	Komprese plynů	139
5.1	Základní pojmy	139

5.2	Termodynamické základy stlačování plynů a par	144
5.2.1	Diagram jednostupňového objemového kompresoru	145
5.2.2	Výkonnost kompresoru	150
5.2.3	Vicestupňová komprese	152
	Příklad 5-I. Stanovení hlavních provozních parametrů pístového kompresoru	154
5.3	Provedení kompresorů a vývěv	155
5.3.1	Pístové kompresory a vývěvy	155
5.3.2	Objemové rotační kompresory	157
5.3.2.1	Dvourotorové kompresory	159
5.3.3	Turbokompresory	159
5.3.4	Poznámky ke konstrukci kompresorů na některé plyny	160
	Literatura	161
6	Průtok porézní vrstvou	163
6.1	Charakteristické vlastnosti porézní vrstvy	164
6.1.1	Charakteristický rozměr částic	164
6.1.1.1	Monodisperzní materiály	164
6.1.1.2	Polydisperzní materiály	165
6.1.2	Porózita vrstvy	168
6.1.3	Specifický povrch	170
6.1.4	Sféricita	171
	Příklad 6-I. Stanovení specifického povrchu a sféricity pro Raschigovy kroužky	172
6.2	Jednofázový průtok porézní vrstvou	174
6.3	Dvoufázový průtok porézní vrstvou	178
6.3.1	Rychlost zahlcení	180
	Příklad 6-II. Stanovení průměru náplňové kolony při dvoufázovém průtoku	185
6.3.2	Ztráta při dvoufázovém průtoku porézní vrstvou	186
	Příklad 6-III. Stanovení průměru absorbéru a určení tlakové ztráty při dvoufázovém průtoku	189
	Literatura	192
7	Filtrace	193
7.1	Základní pojmy a charakteristické veličiny	193
7.1.1	Princip filtrace	193
7.1.2	Charakteristické veličiny	194
7.2	Teorie koláčové filtrace	198
7.2.1	Průtok kapaliny vrstvou filtračního koláče	198
7.2.2	Základní diferenciální rovnice filtrace pro nestlačitelné koláče	201
7.2.3	Filtrace za konstantní filtrační rychlosti	203
7.2.4	Filtrace za konstantního rozdílu tlaků	204
	Příklad 7-I. Vyhodnocení filtračního testu	206
	Příklad 7-II. Stanovení doby filtrace a filtrační rychlosti při filtraci za konstantního tlaku	206
7.2.5	Filtrace za proměnného tlaku a rychlosti	208
	Příklad 7-III. Stanovení doby filtrace při proměnném tlaku a proměnné filtrační rychlosti	209
7.2.6	Základní rovnice filtrace pro stlačitelné koláče	211
	Příklad 7-IV. Stanovení doby filtrace pro suspenzi vytvářející stlačitelný koláč	213
7.3	Procesy úprav filtračního koláče, cyklus filtrace	215
7.3.1	Promývání filtračního koláče	216
7.3.2	Odvodňování filtračního koláče	217

7.3.2.1	Určení zbytkové saturace při odvodňování koláče vzduchem	220
	Příklad 7-V. Stanovení vlhkosti koláče na výstupu z rotačního vakuového filtru	221
7.3.2.2	Časový průběh prosoušení filtračního koláče	222
7.3.2.3	Odvodňování koláče mechanickým tlakem	224
7.3.3	Optimální doba filtrace	225
7.4	Hloubková filtrace	227
7.5	Druhy filtrů	228
7.5.1	Filtrační materiály	228
7.5.2	Koláčové filtry pracující periodicky	231
7.5.2.1	Nuč	231
7.5.2.2	Listové filtry	232
7.5.2.3	Kalolisy	235
	Příklad 7-VI. Stanovení objemového množství zpracované suspenze pro daný kalolis	237
7.5.2.4	Svíčkový filtr	240
7.5.3	Koláčové filtry pracující kontinuálně	240
7.5.3.1	Kontinuální bubnový filtr	240
	Příklad 7-VII. Určení průměru a frekvence otáčení bubnového filtru	243
7.5.3.2	Kotoučový filtr	245
7.5.3.3	Talířový filtr	246
7.5.3.4	Pásový filtr	246
7.5.4	Hloubkové filtry	247
7.5.4.1	Pískový filtr otevřený	248
7.5.4.2	Pískový filtr uzavřený	249
	Literatura	250
8	Usazování	251
8.1	Úvod	251
8.2	Odpor prostředí	251
8.2.1	Odpor při obtékání kulové částice	252
8.2.2	Odpor při obtékání částic nekulového tvaru	254
8.3	Pohyb částic v tekutině v gravitačním poli	257
8.3.1	Nestacionární pohyb částice	257
	Příklad 8-I. Stanovení dráhy a doby rozběhu při usazování kulové částice	261
8.3.2	Stacionární pohyb částice – mezní usazovací rychlost	263
8.3.3	Výpočet průměru kulové částice z usazovací rychlosti	266
8.3.4	Obecná kritériální rovnice pro usazování	268
	Příklad 8-II. Stanovení velikosti částice z usazovací rychlosti	270
8.3.5	Další faktory ovlivňující rychlost usazování	272
8.3.5.1	Vliv ohraničenosti prostředí na usazování jedné částice	272
8.3.5.2	Vliv vzájemného působení částic	273
8.3.5.3	Vliv elektrických sil mezi částicemi	276
8.3.5.4	Vliv nespojitosti prostředí	276
8.3.5.5	Vliv pohybu prostředí	277
8.3.6	Usazování jemných suspenzí	277
8.4	Zařízení pro gravitační usazování	283
8.4.1	Usazovací zařízení k dělení hrubozrnných suspenzí	283
8.4.1.1	Periodické usazování	283
8.4.1.2	Polokontinuální usazování	284
8.4.1.3	Kontinuální usazování	286
	Příklad 8-III. Stanovení hlavních rozměrů polokontinuálního usazováku	288
8.4.2	Odlučivost usazovacích zařízení	290

	Příklad 8-IV. Stanovení odlučivosti usazováku obdélníkového průřezu	292
8.4.3	Zařízení pro zahušťování jemných suspenzí	293
	Příklad 8-V. Stanovení plochy zahušťovací nádrže na vápencovou suspenzi	298
8.4.4	Základy hydraulického třídění a rozduřování	301
8.4.4.1	Hydraulické třídění	301
8.4.4.1.1	Polokontinuální hydraulické třídění	301
8.4.4.1.2	Kontinuální hydraulické třídění	302
8.4.4.2	Základy hydraulického rozduřování	303
	Příklad 8-VI. Hydraulické rozduřování galenitových a křemenných zrn	305
	Literatura	307
9	Dělení heterogenních směsí působením odstředivé síly	308
9.1	Chování heterogenních směsí v odstředivém poli	308
9.1.1	Účinek odstředivé síly na hmotnou částici	308
9.1.2	Účinek odstředivé síly na kapalinu	309
9.2	Výpočet odstředivek	311
9.2.1	Úvod	311
9.2.2	Rychlost usazování v odstředivkách	312
9.2.3	Doba usazování v bubnové odstředivce	315
9.2.4	Objemová výkonnost bubnových odstředivek	316
9.2.4.1	Periodicky pracující odstředivka	316
9.2.4.2	Polokontinuální odstředivka	316
9.2.4.3	Kontinuální odstředivka	318
	Příklad 9-I. Stanovení objemové výkonnosti polokontinuální bubnové odstředivky	319
9.2.5	Objemová výkonnost talířových odstředivek	320
9.2.6	Ekvivalentní usazovací plocha odstředivky	325
9.2.7	Výpočet filtračních odstředivek	325
9.2.7.1	Průběh filtrace v odstředivce	326
9.2.8	Příkon odstředivek	328
9.3	Hlavní typy odstředivek	332
9.3.1	Usazovací odstředivky	333
9.3.1.1	Nádobkové (kyvetové) odstředivky	333
9.3.1.2	Trubkové odstředivky	334
9.3.1.3	Bubnové odstředivky	335
9.3.1.4	Komorové odstředivky	336
9.3.1.5	Talířové odstředivky	336
9.3.1.6	Vodorovné usazovací odstředivky se šnekovým vyprazdňováním	340
9.3.2	Filtrační odstředivky	342
9.3.2.1	Kloubová filtrační odstředivka s horním vyprazdňováním	342
9.3.2.2	Závěsná filtrační odstředivka s dolním vyprazdňováním	342
9.3.2.3	Horizontální filtrační odstředivka s automatickým nožovým vyprazdňováním	344
9.3.2.4	Kontinuální filtrační odstředivky	345
9.4	Vírové odlučovače – cyklóny	347
9.4.1	Proudění ve vírových odlučovačích	348
9.4.2	Výpočet exponentu n v přibližné rovnici pro tangenciální rychlost	356
9.4.3	Odlučování v cyklónech	357
9.4.4	Výpočet ztráty v cyklónech	361
9.4.5	Konstrukce a použití cyklónů	362
	Příklad 9-II. Stanovení hlavních provozních parametrů daného cyklónu.	371
	Literatura	376
10	Fluidace	377

10.1	Úvod	377
10.2	Základy teorie fluidace	380
10.2.1	Prahové rychlosti fluidace	380
10.2.2	Chování fluidní vrstvy	382
10.2.3	Ztráta při průtoku fluidní vrstvou	383
10.3	Rošty aparátů s fluidní vrstvou	385
10.4	Průmyslové využití fluidace	387
	Příklad 10-I. Stanovení hlavních parametrů fluidního reaktoru	388
	Literatura	391
11	Míchání v kapalném prostředí	392
11.1	Úvod	392
11.2	Hlavní typy rotačních míchadel	392
11.3	Proudění v nádobách s rotačním míchadlem	398
11.4	Čerpací účinky rotačních míchadel	401
11.5	Příkon rotačních míchadel	404
11.5.1	Příkon při míchání newtonských kapalin	404
11.5.2	Příkon při míchání nenevtonských kapalin	409
	Příklad 11-I. Stanovení příkonu míchadla při míchání škrobové záhustky	412
11.6	Homogenizační účinky rotačních míchadel	414
11.6.1	Doba homogenizace	415
11.6.2	Volba míchadla pro homogenizaci	418
11.7	Míchání heterogenních soustav	419
11.7.1	Míchání soustav kapalina–plyn	420
11.7.2	Míchání soustav kapalina–kapalina	422
11.7.3	Míchání v systémech kapalina–tuhá fáze	423
	Příklad 11-II. Stanovení frekvence otáčení míchadla potřebné k dosažení vznosu tuhé zrnité fáze v kapalině	426
11.8	Návrh a konstrukce míchacích zařízení s rotačním míchadlem	427
11.8.1	Postup při stanovení hlavních parametrů míchacího zařízení	427
	Příklad 11-III. Stanovení hlavních parametrů míchacího zařízení pro homogenizaci viskózních kapalin	428
11.8.2	Provedení míchacích zařízení s rotačním míchadlem	430
11.9	Statické směšovače	435
11.9.1	Hlavní typy statických směšovačů	436
11.9.2	Ztráta při proudění statickými směšovači	438
11.9.3	Homogenizační účinky statických směšovačů	439
	Příklad 11-IV. Stanovení hlavních parametrů statického směšovače pro homogenizaci viskózních kapalin	441
	Literatura	443
	Rejstřík	444