

OBSAH

Předmluva	11
---------------------	----

Část I. Fyzikální vlastnosti kapalin, plynů a par

1. Fyzikální vlastnosti kapalin, plynů a par	15
1.1 Základní pojmy a definice	15
1.2 Obecné vlastnosti kapalin	21
1.21 Stlačitelnost změnou měrného tlaku	21
1.22 Roztažnost kapalin	26
1.3 Obecné vlastnosti plynů	27
1.31 Boyleův—Mariottův zákon	28
1.32 Avogadrův zákon	28
1.33 Daltonův zákon	28
1.34 Rozpínavost plynů	29
1.35 Roztažnost plynů	29
1.36 Absolutní nula	30
1.37 Gay—Lussacův zákon	31
1.4 Vazkost (viskozita)	33
1.5 Pára	47
1.6 Vlhký vzduch	48
Literatura	52

Část II. Proudění kapalin, plynů a par přímým potrubím

2. Základní hydrodynamické zákony proudění tekutin přímým potrubím	55
2.1 Pojmy a definice	55
2.2 Bernoulliho a spojitostní rovnice	57
2.3 Bezrozměrná čísla v hydrodynamice	60
2.4 Drsnost potrubí	64
2.5 Druhy proudění	65
2.6 Laminární proudění	68
2.7 Turbulentní proudění	69
2.8 Hydraulicky hladké potrubí	70
2.9 Hydraulicky drsné potrubí	72
2.10 Přechné proudění mezi prouděním v hydraulicky hladkém a drsném potrubí	73
2.11 Přehled vzorců	80
2.12 Orientační výpočet potrubí kruhového průřezu	86
2.13 Potrubí nekrhového průřezu	87

2.14 Rozdělení rychlostí	90
2.15 Průtokový součinitel α a průtokové číslo C	92
Literatura	94
3. Proudění plynů a par	96
3.1 Základní pojmy	96
3.2 Odvození průtokových vzorců	97
3.3 Ustálené proudění	97
3.4 Kritický průtok	99
Literatura	103
4. Tlakové ztráty v místních odporech při proudění tekutiny potrubím	104
4.1 Rozdělení místních ztrát	105
4.2 Vznik zvláštních (singulárních) ztrát	105
4.3 Výpočet ztrátové výšky místního odporu	106
4.4 Ekvivalentní délky potrubí pro zvláštní ztráty	111
Literatura	112

Část III. Trvalé změny průřezu potrubí

5. Vtoková ztráta	115
5.1 Rozdělení typů vtoku a příčiny vtokové ztráty	115
5.2 Vtokový ztrátový součinitel	116
5.3 Vliv vtokových hran	119
5.4 Vtok s náhlým rozšířením průřezu	123
5.5 Plynulý vtok	127
5.6 Dokonalý tvar vtoku	129
5.7 Deska před vtokovým otvorem	130
5.8 Jiné vzorce a hodnoty ztrátového součinitele	132
5.9 Laminární proudění ve vtokovém úseku potrubí	133
Literatura	133
6. Ztráta výtokem z potrubí a nádrže	134
6.1 Výtok z potrubí do nádrže	134
6.2 Výtok z potrubí do volna	135
6.3 Volný paprsek	136
6.4 Difuzory s volným výtokem	137
6.5 Výtok proudy na desku	138
6.6 Výtok otvorem z nádrže do volna	139
6.7 Výtok z nádrže do volna vnějším nátrubkem	142
6.8 Výtok z nádrže do volna vnitřním (Bordovým) nátrubkem	144
6.9 Výtok plynů a par otvorem	144
Literatura	147
7. Ztráty změnou průřezu	148
7.1 Náhlé rozšíření průřezu potrubí	148
7.2 Nenáhlé rozšíření průřezu potrubí — difuzor	151
7.3 Náhlé zúžení průřezu potrubí	172
7.4 Clona a mříž — zvláštní případy náhlého zúžení průřezu	180
7.5 Nenáhlé zúžení průřezu — konfuzor	192
Literatura	195

Část IV. Změny směru potrubí

8. Zakřivená potrubí	199
8.1 Příčiny ztrát zakřivením proudu	199
8.2 Vznik příčné cirkulace	200
8.3 Celková ztráta v ohybu potrubí	201
8.4 Turbulence v zakřiveném proudu	204
8.5 Vliv rozdělení rychlostí ve vstupním průřezu	205
8.6 Rozdělení tlaku	207
8.7 Složky ztráty	208
8.8 Dimenzionální analýza proudění v zakřiveném potrubí	209
8.9 Empirické stanovení odporu proti proudění	209
8.10 Vliv Reynoldsova a Deanova čísla	210
8.11 Vliv štiřlostního poměru a tvaru průřezu potrubí	222
8.12 Vliv úhlu změny směru	224
8.13 Vliv drsnosti potrubí	229
8.14 Vliv tvaru zakřivení ohybu potrubí	232
8.15 Účinek plynule rostoucího zakřivení na ztráty v ohybu potrubí nekruhového průřezu	233
8.16 Ekvivalentní délka potrubního oblouku	235
8.17 Přilehlé potrubí	236
Literatura	238
9. Ztráty v kolenech	240
9.1 Příčiny ztrát	240
9.2 Výsledky měření ztrát v kolenech	241
9.3 Vliv drsnosti	247
9.4 Tvarové vlivy	248
9.5 Zmenšení ztrát v kolenech a ohybech potrubí	250
9.6 Segmentové ohyby (složená kolena)	255
9.7 Prostorová kolena	258
9.8 Vliv přilehlých potrubí	259
9.9 Kolenové průtokoměry	261
Literatura	261

Část V. Rozdělení a spojení proudů

10. Rozvětvené potrubí	265
10.1 Základní typy tvarovek	265
10.2 Ztráta energie v odbočce	266
10.3 Rozdvojky (tvarovky Y)	268
10.4 45° odbočky	270
10.5 Tvarovky T se šikmou 60° odbočkou	275
10.6 Pravoúhlé tvarovky T	281
10.7 Upravené 90° tvarovky T	284
10.8 Protisměrné odbočky	285
10.9 Vliv úhlu odbočení	287
10.10 Odbočky souhrnně	288
10.11 Odpor potrubí s několika odbočkami	289
10.12 Zmenšení ztrát	290
Literatura	291
11. Spojení proudů	292
11.1 Ztráta energie při spojení proudů	293

11.2	45° sací tvarovky T	295
11.3	60° sací tvarovky T	301
11.4	90° sací tvarovky T	305
11.5	Protisměrné přípojky	308
11.6	Vliv úhlu přípojky na ztráty	311
11.7	Ostatní vlivy na ztráty v přípojkách	311
	Literatura	312
Část VI. Proměnlivé změny průřezu potrubí		
12.	Regulační orgány	315
12.1	Základní pojmy a definice	317
12.2	Regulační ventily	319
12.3	Regulační klapky	325
12.4	Regulační šoupátka a kohouty	326
12.5	Speciální regulační armatury	329
12.6	Uzavírací orgány (uzavírky)	331
	Literatura	331
13.	Konstrukční charakteristiky regulačních orgánů	333
13.1	Základní pojmy a definice	333
13.2	Obecné odvození konstrukčních charakteristik	334
13.3	Škrťací systém typu tvarované kuželky	337
13.31	Talířová (disková) kuželka	338
13.32	Kuželka tvaru rotačního kužele	339
13.33	Kuželka tvaru rotačního elipsoidu	343
13.34	Kuželka tvaru rotačního paraboloidu	344
13.35	Kuželka tvaru kulového vrchlíku	344
13.36	Obecně tvarovaná kuželka	345
13.4	Škrťací systém typu kuželky s výřezy	348
13.5	Škrťací systémy jehlových ventilů	350
13.6	Škrťací systém regulačních klapek	352
13.7	Škrťací systém regulačních šoupátek a kohoutů	354
13.8	Škrťací systémy speciálních regulačních orgánů	354
	Literatura	357
14.	Průtočné charakteristiky regulačních orgánů	358
14.1	Základní pojmy a definice	358
14.2	Odvození průtočných charakteristik	358
14.3	Lineární průtočné charakteristiky	366
14.4	Nelineární průtočné charakteristiky	369
14.5	Volba průtočných charakteristik pro různé regulační pochody	375
	Literatura	377
15.	Aplikace charakteristik regulačních orgánů	378
15.1	Určení průtočné charakteristiky instalovaného regulačního orgánu	378
15.2	Určení konstrukční charakteristiky instalovaného regulačního orgánu	381
15.3	Odvození konstrukční charakteristiky z požadované průtočné charakteristiky	382
15.4	Vliv změny celkového tlakového spádu obvodu na průtočnou charakteristiku regulačního orgánu	387
15.5	Vliv změny přídavných odporů v potrubí	389
	Literatura	390

16. Způsoby zapojení regulačních armatur	393
16.1 Jednoduché sériové zapojení	393
16.11 Zapojení proměnlivého a konstantního odporu	394
16.12 Sériové zapojení dvou proměnlivých odporů	395
16.13 Systém dvou regulačních orgánů s pevnou souhlasnou vazbou uzávěrů	399
16.14 Systém dvou regulačních orgánů s pevnou nesouhlasnou vazbou uzávěrů	403
16.15 Obecný systém sériově zapojených regulačních orgánů	404
16.2 Jednoduché paralelní zapojení	405
16.21 Zapojení proměnlivého odporu s konstantním odporem	406
16.22 Paralelní zapojení dvou proměnlivých odporů	414
16.23 Systém dvou regulačních orgánů s pevnou souhlasnou vazbou uzávěrů	421
16.24 Soustava dvou regulačních orgánů s pevnou nesouhlasnou vazbou uzávěrů	422
16.25 Obecný systém paralelně zapojených regulačních orgánů	424
16.3 Kombinované zapojení	424
16.31 Jednoduché sériové zapojení s paralelně připojeným konstantním odporem	425
16.32 Jednoduché sériové zapojení s paralelně připojeným regulačním orgánem	427
16.33 Kombinované sériové a paralelní zapojení	429
16.34 Obecné kombinované sériové a paralelní zapojení	434
16.35 Řešení běžného zapojení regulační armatury v potrubní síti (zapojení s obtokem)	435
Literatura	439
17. Určování ztrát regulačních a uzavíracích orgánů	440
17.1 Tlakové ztráty v regulačních orgánech	442
17.2 Celková tlaková ztráta	448
17.3 Souvislost mezi ztrátovým a průtokovým součinitelem	454
17.4 Korekce průtočných charakteristik se zřetelem ke skutečné průtočné ploše a proměnlivému součiniteli k_p	463
17.5 Modelování škrticího systému	472
17.51 Návrh škrticího systému typu sedlo—tvarovaná kuželka	472
17.52 Návrh škrticího systému dvousedlového regulačního ventilu typu sedlo—tvarovaná kuželka	477
17.53 Návrh škrticího systému sedlo—kuželka s výřezy	481
17.6 Obecné vztahy pro výpočet průtoku regulačním orgánem	482
17.61 Základní symboly a jednotky používaných veličin	483
17.62 Základní výpočtové vzorce s bezrozměrným průtokovým součinitelem β	483
17.63 Výpočtové vztahy se souhrnným průtokovým součinitelem K	488
17.64 Korekce na průtok vazkých kapalin	491
17.65 Korekce na Reynoldsovo číslo	491
Literatura	492
18. Navrhování a výpočty regulačních orgánů	493
18.1 Základní pojmy a definice	494
18.2 Jmenovitá kapacita regulačního orgánu	495
18.3 Volba řady jmenovitých světlostí regulačních orgánů	497
18.31 Odvození zdůvodněné praxi	499
18.32 Odvození zdůvodněné potřebou (nahodilý výběr)	500
18.4 Stanovení průtočného množství pomocí jmenovité kapacity	501
18.41 Evropský systém	502
18.42 Americký systém	506

18.5	Jmenovitá rychlost	512
18.6	Součinitel měrného odporu	530
	Literatura	532
19.	Kritéria pro volbu světlosti regulačních orgánů	533
19.1	Základní úvahy	533
19.2	Volba jmenovitě světlosti podle průtočné plochy ve škrticím systému regulačního orgánu	538
19.3	Volba regulačních orgánů pomocí jmenovité kapacity	540
19.4	Volba jmenovitě světlosti pomocí jmenovité rychlosti	542
19.5	Volba jmenovitě světlosti regulačního orgánu pomocí nomogramů	543
19.6	Volba jmenovitě světlosti regulačního orgánu pomocí mechanických pomůcek	543
	Literatura	546
20.	Ztrátoví součinitelé některých typických regulačních orgánů (šoupátek, klapek a ventilů)	547
20.1	Ztrátoví součinitelé regulačních šoupátek a klapek	547
20.2	Ztrátoví součinitelé regulačních ventilů tuzemské výroby (ZPA, n. p., Praha)	555
20.3	Přehled základních ztrátových součinitelů regulačních ventilů vyráběných v SSSR	560
21.	Měření hydraulických charakteristik armatur a jejich vyhodnocování	573
21.1	Měřicí úseky (tratě potrubí)	573
21.2	Výzkum hydraulických ztrát na modelech	575
21.3	Měřicí metody	576
21.4	Průtokoměry	577
	21.41 Clony	578
	21.42 Dýzy, Venturiho dýzy a Venturiho trubice	582
	21.43 Výpočet clon, dýz a Venturiho trubice	583
	21.44 Kolenové průtokoměry	587
	21.45 Rotametry	590
	21.46 Elektromagnetické průtokoměry	595
21.5	Vlastní měření a jeho vyhodnocování	596
	21.51 Aritmetika přibližných čísel	598
	21.52 Přibližná čísla a jejich chyby	598
	21.53 Klasifikace přibližných čísel	600
	21.54 Algebra přibližných čísel	601
	21.55 Chyby funkce několika nezávislých proměnných	605
21.6	Dimenzionální analýza	614
21.7	Stanovení funkční závislosti mezi dvěma měřenými veličinami	615
	Literatura	619
Použitá	označení	621
	Indexy	632
Rejstřík	635