

OBSAH

Předmluva k českému vydání	11
Předmluva k druhému ruskému vydání	13

Úvod

0-1. Úkoly hydrauliky a stručná historie jejího vývoje	15
0-2. Metody hydrauliky	17

Kapitola prvni

Hlavní fyzikální vlastnosti kapalin

1-1. Kapaliny a jejich podstatný rozdíl od tuhých těles a plynných látek	23
1-2. Měrná váha a hustota stejnorodé (homogenní) kapaliny	24
1-3. Stlačitelnost kapalin	25
1-4. Vnitřní tření čili vazkost	27
1-5. Kapilarita	31
1-6. Pohlcování plynů kapalinami	32
1-7. Zvláštní vlastnosti vody	32

Kapitola druhá

Hydrostatika

2-1. Hydrostatický tlak a jeho vlastnosti	34
2-2. Rovnice rovnováhy	36
2-3. Hladiny stejného tlaku	38
2-4. Použití obecných rovnic hydrostatiky pro homogenní kapalinu, na kterou působí pouze tlakové síly a zemská tíže	38
a) Základní rovnice hydrostatiky	38
b) Hladiny stejného tlaku	39
c) Zákon <i>Pascalův</i>	39
d) Vzorec pro výpočet hydrostatického tlaku v libovolném bodě kapaliny	40
e) Manometrický tlak — Podtlak	40
f) Obrazec hydrostatického tlaku	41
g) Zákon spojených nádob	41
2-5. Geometrický a fyzikální význam základní rovnice hydrostatiky (Úlohy 2-1, 2-2, 2-3)	42
2-6. Relativní klid kapaliny	43
2-7. Velikost tlakové síly kapaliny působící na vodorovnou rovinnou plochu (Úloha 2-4)	45
2-8. Velikost tlakové síly kapaliny působící na libovolně skloněné rovinné plochy	47
2-9. Působíště výslednice tlakových sil působících na rovinné stěny (středisko tlakových sil)	47
2-10. Určení střediska hydrostatických tlakových sil ve zvláštních typických případech	49
1. Lichoběžníková svislá stěna rovnoramenná s delší základnou v rovině volné hladiny	50
2. Obdélníková svislá stěna s jednou základnou v rovině volné hladiny	51
3. Obdélníková svislá stěna s horní základnou pod volnou hladinou	51
4. Trojúhelníková svislá stěna rovnoramenná se základnou v rovině volné hladiny s vrcholem dole	51
5. Trojúhelníková svislá stěna rovnoramenná se základnou pod volnou hladinou a vrcholem pod základnou	52

6. Kruhová svíslá stěna s volnou hladinou kapaliny nad horním okrajem stěny . . .	52
7. Polokruhová svíslá stěna s průměrem v rovině volné hladiny kapaliny . . .	53
(Úlohy 2-5, 2-6, 2-7) . . .	53
2-11. Tlakové síly kapaliny působící obecně na zakřivené plochy . . .	55
2-12. Výpočet velikosti tlakových sil působících na válcové plochy . . .	57
1. Válcová plocha s vodorovnou tvořící přímkou . . .	57
2. Válcová plocha se svíslou tvořící přímkou . . .	58
(Úlohy 2-8, 2-9) . . .	58
2-13. Středisko hydrostatických tlakových sil čili působíště výslednice tlakových sil působících na zakřivenou plochu . . .	60
(Úloha 2-10) . . .	60
2-14. Jednoduché hydraulické stroje . . .	61
a) Hydraulický lis . . .	61
(Úloha 2-11) . . .	62
b) Hydraulický akumulátor . . .	62
(Úloha 2-12) . . .	63
2-15. Archimédův zákon — Plování těles . . .	63
2-16. Metacentrum a výpočet metacentrického poloměru . . .	66
2-17. Podmínky statické stability pro plovoucí tělesa . . .	69
(Úlohy 2-13, 2-14) . . .	71

Kapitola třetí

Kinematika kapalin

3-1. Metody vyšetřování proudění kapaliny . . .	74
3-2. Pohyb nekonečně malé částice kapaliny — Pojem vířivého a potenciálního proudění . . .	76
3-3. Proudnice a vírové čáry . . .	80
3-4. Elementární proudová trubice — Proudové vlákno . . .	82
3-5. Rovnice spojitosti kapaliny . . .	83
3-6. Rovnice spojitosti pro elementární proudové vlákno stejnorodé kapaliny . . .	86
3-7. Proudění kapaliny . . .	87
1. Rovnoměrné proudění . . .	88
2. Nerovnoměrné proudění . . .	88

Kapitola čtvrtá

Dynamika nevazké kapaliny

4-1. Diferenciální rovnice proudění nevazké kapaliny — <i>Eulerovy</i> rovnice	89
4-2. <i>Eulerovy</i> rovnice jako funkce vírových složek v případě, že objemové síly mají potenciál	91
4-3. Rovnice ustáleného proudění částic kapaliny, tvořících proudnici	93
4-4. <i>Bernoulliho</i> rovnice pro ustálené proudění kapaliny	94
4-5. Vymezení platnosti <i>Bernoulliho</i> rovnice v ustáleném proudění nevazké a nestlačitelné tekutiny	95
4-6. Odvození rovnice <i>Bernoulliho</i> ze zákona o pohybové energii	99
4-7. Výklad rovnice <i>Bernoulliho</i>	100

Kapitola pátá

Rovnice proudění vazké (reálné) kapaliny

5-1. Složky sil vazkosti jako funkce povrchových napětí	103
5-2. Tečná napětí vzniklá působením sil vazkosti	105
5-3. Normální napětí vznikající působením sil vazkosti	106
5-4. Vyjádření složek sil vazkosti jako funkcí složek rychlosti — Rovnice <i>Navier—Stokesova</i>	108
5-5. Rovnice <i>Bernoulliho</i> pro proudové vlákno reálné kapaliny v ustáleném proudění	109
5-6. Rozložení tlaku v ustáleném proudění spojitě a pozvolna se měnícím	110
5-7. Rovnice <i>Bernoulliho</i> v proudění reálné kapaliny — Hydraulický spád	111

Kapitola šestá

Výpočet energetických ztrát v proudění — Druhy proudění

6-1. Druhy hydraulických odporů — Skládání energetických ztrát	114
(Úlohy 6-1, 6-2)	115
6-2. Dva různé druhy proudění kapaliny	118
6-3. <i>Reynoldsovo</i> číslo a jeho kritická hodnota	121

Kapitola sedmá

Laminární proudění kapaliny

7-1. Obecná charakteristika laminárního proudění kapaliny v potrubích	123
7-2. Energetické ztráty při laminárním proudění kapaliny — Součinitel λ	125
(Úloha 7-1)	126
7-3. Součinitel α v laminárním proudění	127
7-4. Zákon rozložení třecích napětí τ v laminárním proudění	127
7-5. Vírové čáry a proudnice v laminárním proudění	127

Kapitola osmá

Turbulentní proudění kapaliny — Výpočet ztrát na tlakové výšce

8-1. Střední rychlost a rychlost pulsací	129
8-2. Pochod směšování a jeho význam v turbulentním proudění	131
8-3. Přídavná napětí v turbulentním proudění jako funkce gradientu střední rychlosti	132
8-4. Rozdělení rychlostí v turbulentním proudění kapaliny — Logaritmický zákon	134
a) Rozdělení rychlostí v potrubích	135
b) Rozdělení rychlostí v otevřených korytech	137
8-5. Laminární mezni vrstva v turbulentním proudění	138
(Úloha 8-1)	140
8-6. Součinitel λ v turbulentním proudění	140
8-7. Součinitel λ u hladkých potrubí a při turbulentním proudění	143
8-8. Součinitel λ u drsných koryt a při turbulentním proudění	144
8-9. Empirické vzorce pro výpočet ztrát na tlakové výšce při turbulentním rovnoměrném proudění kapaliny v drsných korytech	148
1. Vzorec <i>Pavlovského</i>	149
2. Vzorec <i>Forchheimerův</i>	149
3. Vzorec <i>Manningův</i>	151
4. Vzorec <i>Ganguillet—Kutterův</i>	151
5. Vzorec <i>Bazinův</i>	151
8-10. Zvláštnosti empirických moeninových vzorců	152
8-11. Vzorec pro rychlostního součinitele C , podle theoretických i empirických výsledků (Úlohy 8-2, 8-3, 8-4, 8-5)	154
8-12. Místní ztráty na tlakové výšce	158
1. Náhlé rozšíření koryta	158
2. Náhlé zúžení proudu	162
3. Vtok a výtok	162
4. Kolena a ohnutá potrubí	163
5. Šoupátka, kohouty, sítky	164

Kapitola devátá

Výtok kapaliny otvory,
nátrubky a krátkými trubkami při stálé tlakové výšce

9-1. Výtok vynořeným bočním otvorem v tenké stěně	166
9-2. Hodnoty součinitele zúžení	168
1. Dokonalé zúžení	168
2. Nedokonalé zúžení	169

9-3. Některé experimentální hodnoty součinitelů μ , φ , $\xi_{t,s}$	169
a) Výtokový součinitel μ	169
b) Rychlostní součinitel φ	170
c) Součinitel odporu $\xi_{t,s}$	171
9-4. Poznámky o charakteru výtoku	171
9-5. Výtok kapaliny ponořeným otvorem (Úloha 9-1)	171 173
9-6. Výtok velkými otvory (Úloha 9-2)	174 175
9-7. Výtok krátkými trubkami — Úvaha o nátrubcích	175
9-8. Vnější válcový nátrubek	177
9-9. Vnitřní válcový nátrubek	181
(Úloha 9-3)	181
9-10. Kuželovité nátrubky	182
a) Sbíhavé nátrubky	182
b) Rozbíhavé nátrubky	183
9-11. Porovnání otvorů a nátrubků podle průtočných množství a energetických charakteristik (Úloha 9-4)	184 185
9-12. Výtokový součinitel soustavy potrubí s různými průřezy (Úlohy 9-5, 9-6)	185 186

Kapitola desátá

Výtok kapaliny otvorem při proměnné tlakové výšce

10-1. Výtok při proměnné tlakové výšce a stálém přítoku	188
a) Nádrž hranolová (prismatická)	190
b) Nádrž válcová	190
10-2. Výtok z hranolové nádrže do atmosféry při proměnné tlakové výšce a výtoku z nádrže se stálou výškou hladiny do kapaliny s proměnnou výškou hladiny	191
10-3. Výtok z nádrže při proměnné tlakové výšce do kapaliny s proměnnou výškou hladiny (Úlohy 10-1, 10-2)	192 193

Kapitola jedenáctá

Kapalinné paprsky (kapalinné volné proudy)

11-1. Ponořené paprsky	195
11-2. Vynořené paprsky — Výška a délka dostřiku paprsku	200
11-3. Dynamické vlastnosti paprsku	205
(Úlohy 11-1, 11-2)	209

Kapitola dvanáctá

Výpočet potrubí při ustáleném proudění

12-1. Základní výpočtové rovnice pro jednoduchá potrubí při ustáleném proudění	211
12-2. Základní úlohy při výpočtu jednoduchého potrubí (Úlohy 12-1, 12-2, 12-3)	213 213
12-3. Potrubí z trub různého průměru v seriovém spojení	215
(Úlohy 12-4, 12-5)	215
12-4. Potrubí paralelně spojená	216
(Úloha 12-6)	217
12-5. Potrubí s rovnoměrným odběrem	218
12-6. Výpočet ssacího úseku potrubí	220
(Úloha 12-7)	220
12-7. Výpočet výtlačného (tlakového) úseku potrubí (Úloha 12-8)	221 225
12-8. Základy výpočtu rozvodných vodovodních sítí	226
a) Otevřená síť	227
(Úlohy 12-9, 12-10)	228
b) Uzavřená síť (okružní)	232
(Úloha 12-11)	233
12-9. Vyrovnávací nádrže v síti (hydraulické řešení) (Úloha 12-12)	236 238

Kapitola třináctá

Neustálené proudění kapalin v potrubí

A. Vodní ráz jako neustálené proudění stlačitelné kapaliny
v pružném potrubí

13-1. Úvod	240
13-2. Náhlé uzavření potrubí	241
13-3. Rychlost šíření rázové vlny v potrubí kruhového průřezu s pružnými stěnami	245
(Úloha 13-1)	247
13-4. Postupné uzavírání potrubí	248
(Úloha 13-2)	251
13-5. Zvláštní případy při manipulaci s uzávěrem	254
(Úloha 13-3)	256

B. Neustálené proudění kapaliny v nepružném potrubí —
Vyrovnávací nádrže

13-6. Neustálené proudění v přímém válcovém potrubí	257
13-7. Kmitání hladiny vody ve vyrovnávací nádrži (výchvěvy)	259
13-8. Řešení rovnice (13-18) bez uvažování ztrát na tlakové výšce	262
(Úloha 13-4)	264
13-9. Obecné řešení při náhlém uzavření potrubí s uvažováním ztrát na tlakové výšce	265
13-10. Maximální zvýšení a snížení hladiny v nádrži při náhlém uzavření potrubí	266
(Úloha 13-5)	271

Kapitola čtrnáctá

Ustálené proudění kapaliny v otevřených korytech

14-1. Diferenciální rovnice ustáleného proudění plynu se měnícího proudění kapaliny	273
14-2. Dynamická podobnost — <i>Froudeho</i> kritérium	275
14-3. Hlavní druhy ustáleného proudění kapaliny v otevřeném korytu	277
14-4. Měrná energie a její změna podél toku	278
14-5. Říční a bystrinné toky — Kritická hloubka	280
14-6. Výpočet kritické hloubky	282
(Úlohy 14-1, 14-2)	284
14-7. Kritický spád	285

Kapitola patnáctá

Rovnoměrné proudění kapaliny v otevřených korytech (kanálech)

15-1. Obecné poznatky — Hydraulicky nejvýhodnější průřez	286
15-2. Dovolené rychlosti proudění vody v kanálech	288
15-3. Úlohy při výpočtu kanálů — Základní výpočet	290
15-4. Hydraulické výpočty při rovnoměrném proudění kapaliny v korytech libovolného daného tvaru	290
(Úlohy 15-1, 15-2)	291
15-5. Metoda abstraktního modelu	293
15-6. Hydraulický výpočet kanálů při dané normální hloubce	296
(Úlohy 15-3, 15-4)	296
15-7. Hydraulické výpočty při dané šířce kanálu — Výpočet normální hloubky	297
(Úlohy 15-5, 15-6)	298
15-8. Hydraulický výpočet kanálů s daným hydraulickým poloměrem	298
(Úlohy 15-7, 15-8)	299
15-9. Hydraulický výpočet kanálů při daném poměru β a výpočet kanálů hydraulicky nejvýhodnějšího průřezu	300
(Úlohy 15-9, 15-10, 15-11)	300
15-10. Hydraulický výpočet kanálů s danou rychlostí	301
(Úlohy 15-12, 15-13, 15-14, 15-15)	302

Kapitola šestnáctá

Ustálené nerovnoměrné proudění kapaliny v prismatických korytech

16-1. Tvary hladiny toku v prismatických korytech s přímým spádem dna ($i > 0$)	305
16-2. Tvary hladiny toku v prismatických korytech při opačném nebo nulovém spádu dna ($i < 0$ nebo $i = 0$)	311
16-3. Kriteria nerovnoměrnosti toků v prismatických korytech	311
(Úloha 16-1)	315
16-4. Obecné poznámky pro integrování rovnice při nerovnoměrném proudění kapaliny	316
16-5. Řešení diferenciální rovnice nerovnoměrného proudění v prismatických korytech	317
16-6. Výpočet křivky vzdutí a snížení podle rovnic (16-19) a (16-24)	320
(Úlohy 16-2, 16-3, 16-4)	322
16-7. Součtová metoda	327
(Úlohy 16-5, 16-6)	329

Kapitola sedmnáctá

Ustálené nerovnoměrné plynule se měnící proudění kapaliny
v neprismatických korytech

17-1. Řešení pro koryta libovolného tvaru	331
(Úloha 17-1)	332
17-2. Rovnice pro proudění kapaliny v neprismatických korytech se stálou hloubkou	333
17-3. Integrování rovnice pro proudění kapaliny v neprismatickém korytu lichoběžníkového průřezu se stálou hloubkou při $i = 0$	337
(Úlohy 17-2, 17-3, 17-4, 17-5, 17-6)	338
17-4. Integrování rovnice pro proudění kapaliny v neprismatickém korytu lichoběžníkového průřezu se stálou hloubkou při $i \neq 0$	343
(Úlohy 17-7, 17-8)	347

Kapitola osmnáctá

Sestrojení křivek hladiny v přirozených korytech

18-1. Obecné poznatky o charakteru proudění v přirozených korytech	349
18-2. Součinitel drsnosti přirozených koryt	349
18-3. Použití obecných metod pro výpočet křivek vzdutí a snížení u přirozených koryt	352
18-4. Speciální metody pro výpočet křivek hladiny v přirozených vodních tocích	354
(Úlohy 18-1, 18-2)	361
<i>Přílohy: Tabulky I ÷ VII</i>	366
<i>Rejstřík značek</i>	388
<i>Rejstřík věcný</i>	391
<i>Rejstřík tabulek</i>	398
<i>Rejstřík příloh</i>	401
<i>Rejstřík jmenný</i>	402
<i>Rejstřík literatury</i>	404