

OBSAH

Předmluva	9
Úvod	11
1. Vymezení a rozdělení látky	11
2. Základní vlastnosti tekutin	12

I. HYDROSTATIKA

1. Tlak v tekutině	15
1.1 Tlak jako skalár	15
1.2 Zákon Pascalův	16
2. Kapalina za působení tíže	17
2.1 Přírůstek tlaku v kapalině	17
2.2 Tlak na dno. Hydrostatické paradoxon	20
2.3 Tlak na šikmou stěnu	21
2.4 Tlak na křivou plochu	23
2.5 Vztlak, zákon Archimédův, plavání těles	26
3. Relativní rovnováha kapalin	29
3.1 Eulerovy rovnice hydrostatiky	30
3.2 Plochy hladinové	31
3.3 Potenciál vnějšího zrychlení	32
3.4 Nádoba s posuvným (translačním) pohybem	34
3.5 Rotující nádoba	37
4. Poznámky k hydrostatice skutečných tekutin	41
4.1 Absorpce plynů v kapalinách	42
4.2 Povrchové napětí kapalin. Kapilarita	44

II. HYDRODYNAMIKA PROUDOVÉHO VLÁKNA

Základní pojmy a rozdělení látky	49
IIa Ustálený průtok ideální kapaliny	51
1.1 Rovnice kontinuity	51
1.2 Rovnice Bernoulliho	52
1.3 Použití obou základních rovnic hydrodynamiky	55
IIb Dynamika skutečných kapalin	58
<i>A. Základní vlastnosti</i>	<i>58</i>
1. Vazkost tekutin	58
1.1 Dynamická vazkost	58
1.2 Kinematická vazkost	61
2. Druhy proudění. Reynoldsovo číslo	62
2.1 Rozložení rychlostí a hydraulické ztráty	62
2.2 Reynoldsovo číslo	64
3. Pracovní metody	65
3.1 Věta o změně hybnosti	65
<i>B. Ustálené turbulentní proudění</i>	<i>66</i>
1. Výtok z nádob a přepad	66
1.1 Výtok kapaliny otvorem a nátrubkem	66
1.2 Vyprazdňování nádob	68
1.3 Výtok otvory pod hladinou	71
1.4 Přepady	74
2. Stacionární průtok potrubím	77

2.1 Ztráta třením	81
2.2 Ztráty místními vlivy	86
3. Příklady na ustálený turbulentní průtok potrubím	95
3.1 Gravitační potrubí	95
3.2 Výtláčné potrubí	98
3.3 Hospodárný průměr potrubí	99
3.4 Přetření proudu	100
3.5 Rozvětvené potrubí	103
3.6 Proudění způsobené rozdílem teplot	106
Zobecnění základních rovnic hydrodynamiky proudového	
vlákna	107
0.1 Rovnice kontinuity	108
0.2 Rovnice pohybová	109
<i>C. Nestacionární pohyb kapalin za působení tíže</i>	111
1. Základní vztahy	111
2. Nucený neustálený pohyb	113
2.1 Pistová pumpa	113
2.2 Rotační čerpadlo	117
3. Volný neustálený pohyb	117
3.1 Kmitavý pohyb kapaliny	117
3.2 Neustálený výtok z nádoby	122
3.3 Průtok potrubím při otírání nebo zavírání ventilu	123
3.4 Stoupenutí tlaku při rychlém uzavírání ventilu	125
3.5 Kombinované případy	128
4. Vodní ráz	130
<i>D. Relativní pohyb kapalin</i>	135
1. Výtok z nádob	135
1.1 Pojem relativní a absolutní rychlosti	135
1.2 Zjištění relativní výtokové rychlosti	136
2. Relativní průtok kanály	138
2.1 Pohybová rovnice	138
2.2 Rotující kanál	139
3. Odstředivé čerpadlo	141
3.1 Rychlostní a tlakové poměry	141
3.2 Energetické vztahy	146
4. Princip axiálního lopatkování	149
5. Princip vodních turbin	151
<i>E. Dynamické účinky proudu</i>	155
1. Ustálený průtok volného proudu po nehybné ploše	155
1.1 Rychlost a tloušťka volného proudu	155
1.2 Výpočet mechanického účinku volného proudu na nehybnou desku	157
2. Účinek proudu na desku v pohybu	162
2.1 Práce a výkon desky v pohybu	163
3. Účinek proudu na stěny uzavřených kanálů	165
4. Eulerova turbinová věta	167
5. Rakety	168
5.1 Zjednodušený výpočet	169
5.2 Přesnější výpočet	169

<i>F. Průtok koryty</i>	170
1. Úvod	170
1.1 Průtočné množství	171
1.2 Základní rovnice	171
2. Rovnoměrný průtok	172
2.1 Kritická rychlost	174
3. Nerovnoměrný průtok korytem	176
3.1 Vodní skok, spodní vlna	178
4. Povrchové vlny	180
<i>G. Analytické sledování průtoku potrubím a kanály</i>	181
1. Laminární pohyby vazkých kapalin	182
1.1 Ustálený průtok potrubím. Zákon Hagen—Poiseuillův	182
1.2 Laminární průtok mezi dvěma rovnoběžnými stěnami	186
1.3 Laminární průtok klínovou mezerou	187
1.4 Stékání kapalin po svislé stěně	191
1.5 Vytváření laminárního proudění v trubce	192
2. Doplňky k turbulentnímu průtoku potrubím	195
2.1 Rychlostní profil, zdánlivé smykové napětí	195
2.2 Rozběh turbulentního proudu v potrubí	199
3. Přechodová oblast, vliv drsnosti stěn	200

III. PROUDĚNÍ V ROVINĚ A V PROSTORU

Základní úvahy a rozvržení látky	202
<i>A. Pohyb dokonalejších tekutin v rovině a v prostoru</i>	204
Kinematika potenciálního proudění v rovině	204
1. Hlavní pojmy a rovnice	204
1.1 Rovnice kontinuity	205
1.2 Potenciál rychlosti	206
1.3 Proudová funkce	208
1.4 Rovnice Laplaceovy. Funkce komplexní proměnné	210
1.5 Jiné vlastnosti komplexních veličin	212
2. Příklady na rovinné potenciální pole	213
2.1 Rovnoběžné proudění	213
2.2 Obtékání koutu	214
2.3 Polární souřadnice	214
2.4 Obtékání válce	216
2.5 Pramen a propad	218
2.6 Potenciální vír	219
2.7 Cirkulace	219
3. Transformace potenciálního proudění	220
3.1 Posouvání a otáčení proudění	221
3.2 Superposice proudění	221
3.3 Konformní zobrazení	228
3.4 Aerodynamické profily a lopátkové mříže	228
4. Potenciální pohyby kapalin v prostoru	235
4.1 Obtékání rotačních těles	236
4.2 Relativní obtékání	238

4.3 Průtok kanály	240
5. Dynamika potenciálního proudění	242
5.1 Eulerovy rovnice hydrodynamiky	242
6. Vířivý pohyb ideálních tekutin	245
6.1 Rotor a cirkulace rychlosti	245
6.2 Věta Thomsonova	247
6.3 Věta Stokesova	248
6.4 Vírové vlákno. Věty Helmholtzovy	249
<i>B. Prostorový pohyb vazkých tekutin</i>	<i>250</i>
1. Rovnice Navierovy—Stokesovy	251
1.1 Řešení Navierových—Stokesových rovnic s použitím funkcí Φ a Ψ	252
1.2 Příklad na přímé řešení Navierových—Stokesových rovnic	252
1.3 Zjednodušené řešení N.—St. rovnic	255
2. Mezní vrstva u rovinné desky	257
2.1 Laminární obtékání rovinné desky	258
2.2 Turbulentní obtékání rovinné desky	260
3. Mezní vrstva při obtékání těles	263
3.1 Odtlačující tloušťka	264
3.2 Impulsní tloušťka	265
4. Přechod a odtržení mezní vrstvy	267
4.1 Zvrat v mezní vrstvě	267
4.2 Odtržení mezní vrstvy	268
4.3 Úplav	268
5. Odpor tělesa	269
5.1 Odpor tření, odpor tvarový a celkový	269
5.2 Aerodynamické profily. Polára	273

IV. EXPERIMENTÁLNÍ METODY V HYDRODYNAMICE

1. Poznámky k měření teploty, tlaku, rychlosti a množství	276
1.1 Měření teploty	276
1.2 Měření tlaku a rychlosti	277
1.3 Měření průtokového množství	279
1.4 Clony a trysky	280
1.5 Přepady a kanál Venturiho	283
2. Základy modelové techniky	283
2.1 Zákony podobnosti a podobnostní kritéria v hydromechanice	284
2.2 Analogie	288
3. Experimentální vyšetřování rovinného a prostorového proudění	291
3.1 Proudění ideálních tekutin	291
3.2 Proudění skutečných tekutin	292
Tab. I. Závislost mezi teplotou a tlakem na bodu varu pro vodu	295
Tab. II. Vazkosti tekutin	295
Tab. III. Přepočtené údaje kinematické vazkosti	296
Příklady	297
Literatura	314
Rejstřík	315