

OBSAH

<i>Předmluva</i>	VII
Seznam použitých označení	1

Část I.

HISTORICKÝ VÝVOJ HYDRAULIKY. FYSIKÁLNÍ VLASTNOSTI TEKUTIN

Stručný historický vývoj hydrauliky	7
---	---

Hlava 1.

DEFINICE A FYSIKÁLNÍ VLASTNOSTI TEKUTIN, ZEJMÉNA VODY

<i>Rozdělení a stručný přehled látky</i>	10
§ (1-1) <i>Tekutina, kapalina, plyn</i>	10
1. Definice tekutiny	10
2. Vazkost	10
3. Kapaliny a vzdušiny — Páry a plyny	11
§ (1-2) <i>Další definice a pojem dokonalé tekutiny a kapaliny</i>	11
1. Makromechanika a mikromechanika	11
2. Kontinuum. Isotropie	11
3. Dokonalá tekutina a kapalina	12
4. Tekutost	12
§ (1-3) <i>Některé měrné jednotky a měrné veličiny</i>	12
1. Nutnost stejnorodosti rozměrů rovnic	12
2. Soustavy základních jednotek	13
3. Rozměr rychlosti, zrychlení a síly	13
4. Rozměr hmoty ve fyzikální a technické soustavě	14
5. Srovnání technických a fyzikálních jednotek síly	15
6. Proměnnost zrychlení zemské tíže	15
7. Objemová váha, měrná váha	15
8. Převod anglosaských jednotek do metrické míry	16

§ (1-4) <i>Práce a její jednotky. Výkonnost a její jednotky. Vztahy mezi mechanickou a tepelnou energií</i>	16
1. Práce	16
2. Výkonnost	17
3. Energie	18
§ (1-5) <i>Skupenství, roztažnost, stlačitelnost, rychlost rozruchu</i>	19
1. Změna skupenství	19
2. Isobarická roztažnost vody a ledu při změně teploty	19
3. Stlačitelnost změnou měrného tlaku	20
4. Postupivost vibračního rozruchu, na př. zvukového, v kapalině	22
§ (1-6) <i>Stavové rovnice tekutiny</i>	22
1. Obecný tvar stavové rovnice	22
2. Stavové rovnice kapaliny	23
3. Změna isothermická; zákon Boyleův-Mariottův	23
4. Isobarická změna. Zákon Gay-Lussacův	23
5. Zákon Mariotteův-Gay-Lussacův	23
6. Podmínky společných rovnic pro kapaliny a plyny	24
§ (1-7) <i>Způsob tvoření ledu, mechanické vlastnosti a čas potřebný k vytvoření tloušťky ledu</i>	24
1. Tvoření ledu	24
2. Mechanické vlastnosti ledu	26
3. Čas potřebný k vytvoření určité tloušťky ledu	27
§ (1-8) <i>Rozpustnost (pohlcování) vzduchu vodou; kavitace a korose</i>	27
1. Součinitel rozpustnosti	27
2. Vliv tlaku	28
3. Rozpuštěný objem kyslíku a dusíku	28
4. Uvolnění vzduchu z vody při tlacích menších než 1 atm.	28
5. Korose	29
§ (1-9) <i>Povrchové napětí (kapilarita)</i>	30
1. Vysvětlení jevu	30
2. Základní rovnice	30
3. Aplikace v poli tíže. Zákon křivosti	31
4. Styk tří prostředí	32
5. Styk dvou prostředí na tuhé stěně	33
6. Elevace a deprese v úzkých trubicích	33
7. Určení kapilární konstanty. Její hodnoty pro vodu	34
8. Příklady	34
§ (1-10) <i>Brownův pohyb</i>	35
Poznámky k literatuře	36

5. Relativní pohyb v kanálech turbíny. Rychlostní trojúhelníky	213
6. Akční čili rovnotlaké a reakční čili přetlakové turbíny	215
7. Regulace přítoku na turbíny	217
§ (9-4) <i>Turbinové rovnice</i>	217
1. Energetická čili pracovní turbinová rovnice	217
2. Součinitel účinnosti turbíny	220
3. Průtoková turbinová rovnice	221
4. Eulerova pracovní rovnice	222
5. Přetlak na oběžné kolo	223
Poznámky k literatuře	223

Hlava 10.

ROZMĚROVÁ ANALÝSA A MECHANICKÁ PODOBNOST V HYDRODYNAMICE

<i>Úvod</i>	224
§ (10-1) <i>Dimensionální analýsa</i>	224
1. Účel	224
2. Příklady	225
3. Bezrozměrná čísla v hydrodynamice	226
4. Obecný theorem bezrozměrných veličin	227
§ (10-2) <i>Mechanická podobnost v hydrodynamice</i>	228
1. Účel	228
2. Definice mechanické podobnosti	228
3. Měřítka úměrnosti základních a odvozených veličin	229
§ (10-3) <i>Froudova podobnost za výhradního působení sil tíže</i>	230
1. Froudovo číslo	230
2. Úměrnost rychlostí	231
3. Úměrnost průtoků	231
4. Úměrnost měrných tlaků	231
5. Úměrnost úhlových rychlostí	231
§ (10-4) <i>Reynoldsova podobnost za výhradního působení viskozity</i>	232
1. Výchozí rovnice	232
2. Odvození Reynoldsova čísla	233
3. Úměrnost lineárních rychlostí	233
4. Úměrnost průtoků	234

§ (10-5) <i>Weberova podobnost za převážného působení povrchového napětí</i>	234
1. Vztah časové a geometrické úměrnosti	234
2. Weberovo číslo	235
3. Úměrnost postupivých rychlostí vlnění volného povrchu	235
4. Poznámka k tříštění proudu na kapky	236
§ (10-6) <i>Shrnutí výsledků o podobnosti. Přibližná mechanická podobnost skutečné kapaliny</i>	237
1. Shrnutí výsledků	237
2. Theoretické podmínky podobnosti, použijeme-li jiné kapaliny v modelu než ve skutečnosti	237
3. Přibližná mechanická podobnost	238
§ (10-7) <i>Navierovy-Stokesovy rovnice a možnosti mechanické podobnosti v hydrodynamice</i>	238
1. Dva stěžejní hydrodynamické problémy technické praxe	238
2. Výchozí rovnice	239
3. Potenciální pohyb vazké tekutiny s volným povrchem	239
4. Pohyb vazké nestlačitelné tekutiny s napjatým povrchem	240
§ (10-8) <i>Praxe modelové podobnosti a dodatky</i>	243
1. Dvě metody řešení podobnosti komplexních jevů	243
2. Metoda měření téhož jevu na různě velkých modelech	244
3. Metoda Froudova	244
4. Souhlasnost pohybových režimů modelu a skutečnosti	245
5. Skreslené modely a zobecněná podobnost	246
6. Podobnost při kavitaci	247
Poznámky k literatuře	247

Hlava 11.

LAMINÁRNÍ A TURBULENTNÍ PROUDĚNÍ

Úvod	248
1. Poznatky, které jsme dosud uvedli o laminárním a turbulentním proudění	248
2. Boussinesqovo rozlišení turbulentního či volného proudění od proudění laminárního	248
§ (11-1) <i>Laminární proudění</i>	249
1. Experimentální rozlišení laminárního a turbulentního proudění	249
2. Základní typ laminárního proudění	250
3. Laminární proudění v úzké trubici	250
4. Průtok kinetické energie	251
5. Odporový součinitel laminárního proudění	251
6. Podmínky vyvinutí stabilního laminárního proudění	252

§ (11-2) <i>Stabilita laminárního proudění. Jeho přechod do turbulentního proudění</i>	253
1. Stabilita laminárního proudění	253
2. Výpočet ukazatele lability laminárního proudění	254
3. Přechod laminárního proudění do turbulentního	255
4. Srovnání ztráty tlakové výšky při pohybu laminárním a turbulentním	256
§ (11-3) <i>Turbulence; její struktura a teorie</i>	257
1. Struktura turbulentního proudění	257
2. Povaha turbulence jako náhodného jevu	257
3. Několik připomínek k počítání s náhodnými veličinami	258
4. Střední rychlost a okamžitá rychlost turbulentního proudění	259
5. Ustálený a neustálený turbulentní pohyb	260
6. Praktický příklad	261
7. Užití theoremu hybnosti v turbulentním proudění nestlačitelné tekutiny	261
8. Obecné rovnice turbulentního proudění skutečné nestlačitelné tekutiny	262
9. Isotropní a homogenní isotropní turbulence	263
10. Kinetická energie turbulence	264
§ (11-4) <i>Teorie turbulence</i>	265
1. Prandtlova teorie turbulence	265
2. Statistická teorie turbulence	266
3. Kolmogorova teorie lokálně isotropní turbulence	267
§ (11-5) <i>Stanovení středních rychlostí a průtoků měřených vodoměrnou vrtulí</i>	268
1. Určení úlohy	268
2. Popis vodoměrné vrtule	269
3. Určení průtoku Q v korytě o volné hladině z měření rychlosti u v jednotlivých bodech průřezu	270
4. Zjištění průtoku Q v potrubí s napjatou hladinou vodoměrnou vrtulí	271
Poznámky k literatuře	271

Hlava 12.

MEZNÍ VRSTVY. ÚPLAV

§ (12-1) <i>Laminární mezní vrstva a její tloušťka</i>	272
1. Srovnání hodnot výrazů v Navierových-Stokesových rovnicích při změnách Reynoldsova čísla	272
2. Mezní vrstva a oblast volného proudění	272
3. Konvenční definice mezní vrstvy	273
4. Tloušťka laminární mezní vrstvy	274
5. Změny tangenciálního napětí	276
6. Odvození tloušťky laminární mezní vrstvy a tangenciálního napětí z Navierových-Stokesových rovnic	277

§ (12-2) <i>Odtržení proudu od pevné překážky. Úplav</i>	278
1. Odtržení proudu od stěny	278
2. Úplav při obtékání svislého kruhového válce	279
§ (12-3) <i>Turbulentní mezní vrstva. Laminární film</i>	280
1. Definice obou pojmů	280
2. Laminární film	281
3. Bod přechodu mezi laminárním a turbulentním prouděním	282
Poznámky k literatuře k hlavám 11 a 12	283

Hlava 13.

SÍLY, KTERÝMI PŮSOBÍ POHYBUJÍCÍ SE TEKUTINA NA NEHYBNÉ PEVNÉ PŘEKÁŽKY, A SÍLY ODPORU KLIDNÉ TEKUTINY, POHYBUJÍ-LI SE V NÍ PEVNÁ TĚLESA

<i>Úvod</i>	284
§ (13-1) <i>Síly působící v proudící tekutině ideální nebo skutečné na nehybné těleso, které je v ní úplně neb částečně ponořeno</i>	284
1. Síly působící na těleso v proudící tekutině	284
2. Vztlak a odpor	285
3. Součinitel vztlaku a odporu	285
4. Síly působící na nehybné těleso v proudící skutečné tekutině	285
5. Odpor z tření, z tvaru tělesa a povrchových vln	285
6. Přeměna příkonu, přiváděného vlečenému tělesu, v jiné druhy energie	286
7. Podobnost jevů vyskytující se při tělesech úplně ponořených	286
§ (13-2) <i>Odpor koule a válce</i>	286
1. Vzorec Stokesův pro odpor koule	286
2. Kritická hodnota Reynoldsova čísla a změny úplavu za koulí	287
3. Odpor koule přemísťované v klidné tekutině a odpor nehybné koule v proudící tekutině	289
4. Odpor nekonečně dlouhého válce. Zákon Lambův	289
5. Odpor konečně dlouhého válce	290
§ (13-3) <i>Odpor desky</i>	290
1. Deska kolmá na směr proudění	290
2. Vznik cirkulace	291
3. Deska nakloněná ke směru proudění	293
4. Působení větru na budovu	293

§ (13-4) <i>Praktické údaje o odporu některých tvarů těles</i>	295
1. Rotační tělesa; profilové tyče	295
2. Tvar česlí	295
3. Plavební voda omezená a volná	297
4. Gebersovy vzorce pro odpor říčních člunů	297
5. Nutný výkon remorkeru	298
Poznámky k literatuře	299

Část V.

POHYB VODY V PRŮMYSLOVÝCH POTRUBÍCH

Hlava 14.

ZTRÁTY TŘENÍM TURBULENTNÍHO PROUDĚNÍ V PŘÍMÝCH DLOUHÝCH VÁLCOVÝCH POTRUBÍCH

§ (14-1) <i>Spád čáry energie následkem tření skutečné tekutiny o stěny potrubí</i>	302
1. Obecná vlastnost čáry energie	302
2. Plně vyvinuté laminární proudění	302
3. Plně vyvinuté turbulentní proudění	302
4. Obecný vzorec pro ztráty dissipací mechanické energie v teplo při proudění vazké kapaliny	303
5. Drsnost	303
6. Odporový součinitel turbulentního proudění	304
7. Velikost tření na jednotce plochy	305
8. Rychlost tření	305
§ (14-2) <i>Experimentální řešení odporového součinitele λ pokusy Nikuradseovými a Blasiusovými</i>	306
1. Celková šíře problému	306
2. Nikuradseova homogenní zrnitá drsnost a jeho způsob experimentování	306
3. Výsledný diagram	307
4. Poiseuillova přímka	308
5. Blasiusova přímka a její oprava	308
6. Nikuradseovy křivky drsnosti. Pohyb ryze turbulentní	308
7. Hodnoty λ pro ryze turbulentní proudění podle Nikuradseho	309
8. Tři režimy turbulentního proudění v potrubích	309
9. Délka vývinu ryze turbulentního proudění	309
10. Zhodnocení pokusů Nikuradseových	310

§ (14-3) <i>Laminární podvrstva. Hydraulicky hladká a drsná potrubí</i>	310
1. Laminární podvrstva	310
2. Hydraulicky hladká a hydraulicky drsná potrubí	310
3. Výpočet tloušťky laminární podvrstvy	311
§ (14-4) <i>Rozdělení rychlostí v turbulentním proudění</i>	312
1. Obecné rovnice pro hladká a drsná potrubí	312
2. Výpočet průtoku a střední rychlosti	315
3. Rovnice rozdělení rychlostí turbulentního proudění v hladkých potrubích	315
4. Rovnice rozdělení rychlostí turbulentního proudění v drsných potrubích	315
5. Sedminový zákon rozdělení rychlosti pro hladká potrubí	316
§ (14-5) <i>Vzorce pro ztrátový součinitel λ turbulentního pohybu v potrubí kruhového průřezu</i>	317
1. Hydraulicky hladká potrubí	317
2. Hydraulicky drsná potrubí	318
3. Prandtlůva univerzální funkce drsnosti	318
4. Vzorec pro ztráty v přechodné oblasti	318
§ (14-6) <i>Změny součinitele λ v potrubích, která nemají kruhový průřez. Podružná proudění</i>	319
1. Změny součinitele λ	319
2. Podružná proudění v průřezech nekruhového profilu	320
§ (14-7) <i>Vzorce založené na teorii Prandtlově a Kármánově</i>	320
1. Metody zdokonalení vzorečů	320
2. Vzorec Moodyův	320
3. Usuzování na ztráty třením při proudění vody ve štolě z předběžného proudění vzduchu	321
§ (14-8) <i>Starší empirické vzorce</i>	322
1. Meze upotřebitelnosti a rozdělení do tří skupin	322
2. I. skupina těchto vzorečů je založena na typu Chézyově	322
3. II. skupina je založena na typu Darcyově	322
4. Vzorec Lévyův	323
5. III. skupina je typu Reynoldsova	323
6. Vzorec Flamantův	324
7. Scobeyův vzorec	324
8. Ludinův vzorec; vzorec Meyer-Peterův	324
9. Ehrenbergerův vzorec	324
10. Hadicové trubice	324
11. Součinitel λ podle Dupuita, Langa, Blasiusa a Misesa	325
§ (14-9) <i>Orientační vzorce pro návrh potrubí</i>	326
1. Měření ztráty ξ_t třením; praktická úprava vzorečů pro první orientaci	326

ZVLÁŠTNÍ ZTRÁTY KINETICKÉ ENERGIE V POTRUBÍ

<i>Úvod: Druhy zvláštních ztrát. Složitost problému</i>	328
1. Druhy zvláštních ztrát	328
§ (15-1) <i>Energie pohybu ustáleného v průměru a energie turbulence při zvláštních ztrátách energie v potrubí</i>	328
1. Definice energetické výšky a ztráty mechanické energie mezi dvěma průřezy	328
2. Úplná střední mechanická energie vody za turbulentního proudění	329
3. Energie průměrného pohybu a energie turbulence	330
4. Definice ztráty energie při nerušeném proudění	330
5. Objasnění zvláštní ztráty energie	331
6. Jiný aspekt zvláštních ztrát. Úplav, odtrhování vírů a útlum vzniklé turbulence	331
7. Vývin energie turbulence na úkor potenciální energie středního pohybu a její degradace v teplo v dlouhém válcovém potrubí, jehož stěny jsou nehybné	332
8. Zvláštní ztráty jsou singularitou, kterou nelze řešit izolovaně od celkové instalace	332
§ (15-2) <i>Zvláštní čili singulární ztráty náhlou neb nenáhlou změnou velikosti průřezu</i>	333
1. Ztráta náhlým rozšířením potrubí čili Bordova	333
2. Náhlé zúžení průřezu; druhá Bordova ztráta; ztráta při vtoku z reservoiru do potrubí	335
3. Ponenáhlá konvergentní a divergentní změna průřezu potrubí	336
§ (15-3) <i>Měření průtoku zúžením potrubí</i>	337
1. Zařízení na měření průtoku zúžením vodního proudu; měření průtoku venturimetrem	337
§ (15-4) <i>Změna směru potrubí a ztráty přitom vzniklé</i>	342
1. Složitost proudění v koleně a její znázornění	342
2. Starší empirické vzorce	343
3. Koleny opatřené usměrňovači	344
4. Usměrňovače v přívodu na vodní elektrárnu	345
5. Ztráta změnou směru a Reynoldsovo číslo	345
§ (15-5) <i>Rozvětvení neb spojení dvou potrubí a různé uzavírací instalace</i>	346
1. Ztráta energie při odbočení potrubí	346
2. Výsledky pokusů o odbočení potrubí	347
3. Různé instalace v potrubí	349

Hlava 16.

ORIENTAČNÍ VÝPOČET RŮZNÝCH DRUHŮ POTRUBÍ

§ (16-1) <i>Výpočet potrubí složitého tvaru</i>	351
1. Orientační výpočet rychlosti a tlakové výšky v potrubí složitého tvaru	351
2. Jednodušší tvary potrubí	353
3. Tlaková čára potrubí	354
4. Číselné příklady	354
5. Několik poznámek k vodovodům a zásady při jejich výpočtu; číselný příklad; inkrustace potrubí	357
6. Stárnutí a inkrustace potrubí. Vzorce Kutterovy	359
§ (16-2) <i>Několik zvláštních případů potrubí</i>	360
1. Potrubí se rozvětjuje ve směru proudu	360
2. Potrubí se po proudu spojuje	361
3. Trubní násoska	362
4. Shybka	364
5. Výška a délka dostřiku vodního proudu	365
§ (16-3) <i>Pracovní výkonnost vodního proudu; výkonnost vodního díla; příkon čerpací stanice</i>	367
1. Pracovní výkonnost vodního proudu	367
2. Schema vodního díla o vysokém spádu a jeho výkonnost	368
3. Číselné příklady	370
4. Potrubí pro vysoké tlaky a jejich odpory z tření	370
Poznámky k literatuře hlav 14, 15, 16	371

Část VI.

USTÁLENÝ POHYB VODY V OTEVŘENÝCH KORYTECH A POHYB SPLAVENIN

Hlava 17.

ROVNOMĚRNÝ POHYB VODY V OTEVŘENÝCH KORYTECH

Úvod	374
§ (17-1) <i>Druhy pohybů vody podle základních charakteristik, t. j. podle průtoku Q a střední rychlosti U</i>	374
1. Neustálený pohyb	374
2. Ustálený nerovnoměrný pohyb	374
3. Ustálený rovnoměrný pohyb	375

§ (17-2) <i>Idealisované koryto, definice a charakteristiky rovnoměrného pohybu</i> . . .	375
1. Prismatické koryto	375
2. Spád prismatického koryta	375
3. Definice rovnoměrného pohybu	375
4. Tvar Reynoldsova čísla	376
5. Okamžitá a střední rychlost v bodě průřezu	376
6. Průtok korytem	376
7. Coriolisovo číslo	377
§ (17-3) <i>Měrný tlak a jeho rozdělení v průtočném průřezu</i>	377
1. Měrný tlak v libovolném bodě	377
2. Hydrostatické rozdělení tlaku	377
3. Velikost měrného tlaku	377
4. Mocnost proudu čili jeho měrná energie	378
5. Celkový tlak na průtočnou plochu	378
§ (17-4) <i>Hydraulicky hladká a drsná koryta</i>	378
1. Tangenciální síly na omočeném plášti	378
2. Koryta hydraulicky hladká a drsná	379
§ (17-5) <i>Základní rovnice rovnoměrného pohybu</i>	379
1. Vztah mezi spádem koryta, hydraulickým poloměrem a střední rychlostí	379
2. Rovnice Chézyho	380
3. Ztráta čili dissipace mechanické energie	381
4. Podmínky platnosti rovnice Chézyho	381
5. Obecný vztah Pronyův	381
6. Rovnice Manningova a Forchheimerova	382
§ (17-6) <i>Vztah rychlostního součinitele k drsnosti omočeného obvodu a k hydraulickému poloměru, jak jej udávají Bazin, Ganguillet-Kutter, Kutter, Manning a Forchheimer</i>	382
1. Vzorec Bazinův	382
2. Vzorec Ganguillet-Kutterův	382
3. „Malý“ Kutterův vzorec	383
4. Stupeň drsnosti podle Manninga a Forchheimera	383
5. Nejčastěji užívané hodnoty; nomogramy	384
§ (17-7) <i>Řešení některých případů rovnoměrného pohybu v otevřených korytech</i>	384
1. Průtočnost koryta	384
2. Řešení tří praktických úloh	384
3. Průtočný průřez obdélníkový	385
4. Číselný a grafický výpočet lichoběžníkového průřezu	385
5. Zvláštní případy hydraulického poloměru	386
6. Zavedení různé drsnosti dna a břehů	388
7. Rozdělení rychlosti v průřezu otevřeného koryta	388
§ (17-8) <i>Průtočný průřez nejmenšího odporu</i>	389
1. Kruhový a polokruhový průřez	389
2. Lichoběžníkový průřez	390
3. Rychlost U a průtok Q v kruhovém průřezu při proměnné hloubce plnění z	391

§ (17-9) <i>Vzorce pro rychlost vody v přirozených korytech vytvořených v poddajném materiálu</i>	393
1. Hermanekův vzorec a vzorec jemu příbuzné	393
2. Vzorec Stricklerův	393
3. Drsnost koryt, pohybují-li se neb nepohybují-li se v nich sunuté splaveniny	394
4. Vzorec Pavlovského a Agroskinův	395
5. Závěr k vzorcům pro výpočet střední průřezové rychlosti	395
§ (17-10) <i>Singularita proudění v otevřených korytech změnou směru a její využití umělými zásahy</i>	396
1. Obraz proudění, mění-li otevřené koryto svůj směr	396
2. Výpočet převýšení na vnějším břehu obdélníkového koryta	397
3. Vysvětlení způsobu proudění při změně směru a následky, jde-li o koryto z poddajného materiálu	398
4. Příčná cirkulace a její shoda s Fargueovými zákony	399
5. Čtyři typy příčné cirkulace podle A. J. Losijevského	400
6. Obraz proudění v přímém korytě	403
§ (17-11) <i>Rovnice prostorového proudění vyjádřené funkcemi vířivosti</i>	405
1. Eulerovy pohybové rovnice vyjádřené složkami víru	405
2. Rovnice spojitosti vyjádřené složkami víru	406
3. Rovnice Lamba-Gromeky	407
4. Ustálený prostorový pohyb	407
5. Zvláštní případ prostorového proudění: proudy s příčnou cirkulací	408
§ (17-12) <i>Pohyb splavenin</i>	409
1. Písek unášený proudícím větrem	409
2. Sunuté splaveniny	412
3. Splaveniny unášené vodou	414
4. Průtok splavenin	417
Poznámky k literatuře	423

Hlava 18.

USTÁLENÝ PONĚNÁHLU SE MĚNÍCÍ NEROVNOMĚRNÝ POHYB

<i>Přehled látky</i>	424
§ (18-1) <i>Definice. Dvě skupiny úloh</i>	424
1. Představa o vzniku nerovnoměrného pohybu	424
2. Definice	425
3. Příčiny vzniku nerovnoměrného pohybu	425
4. Dvě skupiny úloh	425

HYDROSTATIKA

Úvod k hydrostatice	37
-------------------------------	----

Hlava 2.

TEKUTINA V KLIDU V SILOVÉM POLI TÍŽE

§ (2-1) <i>Síly působící na tekutinu. Napětí v tekutině</i>	38
1. Vnější a vnitřní síly; objemové síly	38
2. Napětí	39
§ (2-2) <i>Tlak v bodu tekutiny, která je v rovnováze</i>	40
1. Napětí v daném bodě	40
2. Měrný tlak jako skalár	40
3. Tlak při zanedbání síly tíže	42
4. Jednotky tlaku	42
§ (2-3) <i>Nestlačitelné tekutiny v rovnováze za působení pole tíže</i>	43
1. Změna tlaku ve směru vodorovném a svislém	43
2. Základní rovnice hydrostatiky	44
3. Absolutní a prostý tlak	44
4. Měrné tlakové výšky	45
5. Příklady	46
§ (2-4) <i>Další zákony vyplývající ze zákona hydrostatiky</i>	46
1. Princip Pascalův	46
2. Hydraulický lis	47
3. Rovnováha heterogenní tekutiny	47
4. Styčná plocha dvou se nemísících tekutin	48
5. Volný povrch	48
6. Uvrstvení tekutin různé hustoty	48
7. Hustota tekutiny se mění spojitě	49
§ (2-5) <i>Rovnováha plynů v silovém poli tíže</i>	49
1. Platnost základního zákona hydrostatiky pro plyny	49
2. Representační výška atmosféry	49
3. Výpočet tlakové výšky atmosféry	50
4. Vzorec barometrické nivelace	51
5. Výškové rozdělení atmosférického tlaku	51

§ (18-2)	<i>Zjednodušující předpoklady. Určení úlohy</i>	426
	1. Zjednodušující předpoklady	426
	2. Systém souřadnic	427
	3. Vyjádření spádu	427
	4. Určení úlohy	428
§ (18-3)	<i>Kvantita a kvalita proudění</i>	428
	1. Názorný výklad	428
	2. Kritické hodnoty	429
	3. Kvalita a kvantita proudění	429
§ (18-4)	<i>Experimentální úvahy a rovnice funkcí, je-li buď průtok funkcí hloubky za stálé měrné energie, nebo měrná energie funkcí hloubky za stálého průtoku</i>	429
	1. Závislost průtoku Q na hloubce z při stálé měrné energii H_m	429
	2. Závislost měrné energie H_m na hloubce z při stálém průtoku Q	430
§ (18-5)	<i>Průtokové paraboly. Kritické hodnoty některých veličin</i>	430
	1. Diferenciální rovnice průtokové paraboly pro průřez obecného tvaru	430
	2. Náčrt průtokové paraboly do tečen významných bodů. Kritická hloubka a kritický, t. j. maximální průtok	431
	3. Kritická rychlost. Hodnota maximálního průtoku	432
§ (18-6)	<i>Proud bystřinný a říční a jejich kvantita</i>	433
	1. Proud bystřinný, kritický a říční	433
	2. Kvantita bystřinného, říčního a kritického proudu pro průřez obecného tvaru	433
	3. Rovnice pro kritickou hloubku	434
§ (18-7)	<i>Rozbor funkční závislosti měrné energie na hloubce za stálého průtoku</i>	434
	1. Hodnoty pro extrémní hloubky	434
	2. Diferenciální rovnice změny měrné energie s hloubkou	434
	3. Minimum výšky měrné energie	435
	4. Zobrazení funkce	435
	5. Změna výšky hladiny úbytkem energie	436
	6. Definice kritického spádu	436
§ (18-8)	<i>Specifikace pro průtočný průřez tvaru velmi širokého obdélníka</i>	436
	1. Průtoková parabola	436
	2. Křivka změny měrné energie	437
§ (18-9)	<i>Užití průtokových parabol</i>	438
	1. Zúžení koryta mostními pilíři	438
	2. Změna výšky volné hladiny prahem ve dně	439
	3. Výpočet součinitele přepadu přes širokou korunu	440
	4. Stupeň ve dně	441

§ (18-10) <i>Diferenciální rovnice podélné křivky povrchové hladiny v dlouhém, pozná- náhlu proměnném korytě libovolného tvaru a její řešení postupným sblíživá- ním</i>	441
1. Definice úlohy	441
2. Odvození diferenciální rovnice	442
3. Výsledek	443
4. Příklad: Výpočet vzduté hladiny nad jezem postupným sblíživáním	443
§ (18-11) <i>Diferenciální rovnice podélné křivky povrchové hladiny nenáhle se mění- cího nerovnoměrného pohybu v prismatickém korytě</i>	444
1. Nahrazení přirozených koryt prismatickými koryty	444
2. Rozlišení spádu	444
3. Koryto je skloněno po proudu ($J_a < 0$)	445
4. Koryto je vodorovné ($J_a = 0$)	445
5. Koryto po proudu stoupá ($J_a > 0$)	445
§ (18-12) <i>Normální a kritická hloubka proudu. Kritický, mírný a prudký spád ko- ryta. Kriteria pro rozbor diferenciální rovnice křivky volného povrchu při nerovnoměrném proudu</i>	446
1. Normální hloubka a prvá tři kriteria režimu pohybu	446
2. Kritická hloubka a další tři kriteria režimu pohybu	446
3. Kritický, mírný a prudký spád a ještě další tři kriteria režimu pohybu	447
4. Nutnost rozlišovat koryto o mírném a prudkém spádu	448
5. Výpočet kritického spádu	448
6. Specifikace diferenciální rovnice podélné křivky volného povrchu nerovno- měrného pohybu pro široký obdélníkový průřez	448
§ (18-13) <i>Výpočet kritické hloubky pro průtočné průřezy různého tvaru</i>	449
1. Výpočet kritické hloubky, je-li dán průtok	449
2. Výpočet kritické hloubky, je-li dána výška H_m měrné energie	451
§ (18-14) <i>Křivky volného povrchu v korytech klesajících mírným spádem</i>	452
1. Křivka I vzdutí říčního proudu v korytě o mírném spádu	452
2. Křivka II snížení říčního proudu v korytě o mírném spádu	453
3. Křivka III vzdutí bystřinného proudu v korytě o mírném spádu	454
§ (18-15) <i>Křivky volného povrchu v korytech klesajících prudkým spádem</i>	456
1. Křivka IV vzdutí říčního proudu v korytě o prudkém spádu	456
2. Křivka V snížení bystřinného proudu v korytě o prudkém spádu	456
3. Křivka VI vzdutí bystřinného proudu v korytě o prudkém spádu	457
§ (18-16) <i>Křivky volného povrchu v korytě vodorovném a v korytě směrem proudu stoupajícím</i>	459
1. Křivka VII snížení říčního proudu v korytě o vodorovném dnu	459
2. Křivka VIII vzdutí bystřinného proudu ve žlabu o vodorovném dnu	459
3. Křivky snížení a vzdutí, je-li dno v protispádu	460

§ (18-17) <i>Křivky vzdutí XI a XII v korytě o kritickém spádu</i>	461
§ (18-18) <i>Úprava Bachmetevovy diferenciální rovnice k integraci platná pro koryta skloněná po proudu</i>	462
1. Zavedením průtočnosti pro rovnoměrný i nerovnoměrný pohyb	462
2. Zavedením poměru spádu koryta ku kritickému spádu	462
3. Zavedením tvarového exponentu koryta	463
4. Zavedením hloubkového čísla	463
§ (18-19) <i>Integrace Bachmetevovy rovnice nerovnoměrného pohybu</i>	464
1. Způsob integrace	464
2. Vyjádření funkce $B(\eta)$ pro $\eta < 1$	464
3. Vyjádření funkce $B(\eta)$ pro $\eta > 1$	464
4. Tabulky hodnot funkce $B(\eta)$	465
§ (18-20) <i>Jednoduchý tvar rovnice Bachmetevovy, lze-li zanedbatí rychlostní výšky</i>	465
1. Diferenciální rovnice při zanedbání rychlostní výšky	465
2. Integrace diferenciální rovnice, v níž není dbáno rychlostní výšky	466
3. Číselné tabulky hodnot $\Phi(\eta)$	466
§ (18-21) <i>Návod k výpočtům</i>	467
1. Výpočet Bachmetevova tvarového mocnitele	467
2. Pomocné grafy	467
3. Výpočet normální hloubky z_0 pro daný průtok Q	467
4. Vlastní řešení	467
§ (18-22) <i>Úprava a integrace diferenciální rovnice nerovnoměrného pohybu v korytech skloněných po proudu podle N. N. Pavlovského</i>	468
1. Úprava diferenciální rovnice	468
2. Integrace	469
3. Vyčíslení funkce $P(\kappa)$	470
§ (18-23) <i>Výpočet podélného profilu volného povrchu při nerovnoměrném pohybu ve vodorovném korytě podle Bachmeteva a Pavlovského</i>	470
1. Úprava diferenciální rovnice	470
2. Integrace	471
3. Tabulky a způsob výpočtu	471
4. Široké, poměrně mělké obdélníkové koryto	471
§ (18-24) <i>Výpočet podélného profilu volného povrchu nerovnoměrného pohybu ve vodorovném korytě podle Pavlovského</i>	472
1. Odvození diferenciální rovnice	472
2. Integrace	473
3. Vyčíslení a tabulky	473
4. Široké a mělké obdélníkové koryto	473

§ (18-25) Rovnice podélného průřezu povrchu nerovnoměrného pohybu v korytě se stoupajícím spádem dna podle Bachmeteva	474
1. Úprava diferenciální rovnice	474
2. Integrace	475
3. Tabulky	475
§ (18-26) Rovnice N. N. Pavlovského pro podélný průřez povrchu ustáleného nerovnoměrného proudu v korytě stoupajícím směrem proudu	475
1. Úprava diferenciální rovnice	475
2. Integrace	476
3. Vyčíslení a tabulky	476
§ (18-27) Příklady výpočtu nerovnoměrného pohybu podle Bachmeteva	477
1. Křivka I vzduť říčního proudu v korytě o mírném spádu	477
2. Křivka II snížení říčního proudu v korytě o mírném spádu	477
3. Křivka III vzduť bystřínného proudu v korytě o mírném spádu	478
4. Křivka IV vzduť říčního proudu v korytě o prudkém spádu	478
5. Křivka V snížení bystřínného proudu v korytě o prudkém spádu	479
6. Křivka VI vzduť bystřínného proudu v korytě o prudkém spádu	479
7. Křivka VIII vzduť bystřínného proudu ve vodorovném korytě	480
8. Křivka X vzduť bystřínného proudu v korytě se dnem v protispádu	481
§ (18-28) Koryto přizpůsobitelné několika různým prismatickým úsekům. Výpočet průtoku korytem, známe-li hloubky vody na počátku a na konci koryta	485
1. Výpočet průtoku	485
2. Úvaha o volné hladině při přechodu z jednoho do druhého prismatického úseku	486
3. Obecný případ koryta, složeného z několika prismatických úseků. Rozhodující průřez	486
4. Poloha rozhodujícího průřezu v jednotném prismatickém korytě	486
5. Poloha rozhodujícího průřezu v složitém korytě	487
§ (18-29) Starší vzorce pro nerovnoměrný pohyb	487
1. Základní vzorce	487
2. Číselné příklady	488
§ (18-30) Křivky vzduť a snížení podle Rühlmanna a Bressa	491
1. Odvození diferenciální rovnice	491
2. Náhradní průřezy	492
3. Křivka vzduť a snížení podle Rühlmanna (Dupuita)	492
4. Příklady. Výpočet dosahu snížení a vzduť podle Rühlmanna	494
5. Křivka vzduť a snížení hladiny vodního proudu podle Bressa; číselný příklad	495
6. Výpočet vzduť nad jezem podle Bressa a srovnání s výsledky podle Rühlmanna	496
Poznámky k literatuře	497
Tabulky pro výpočet křivek vzduť a snížení	499
Seznam literatury	540

§ (2-6) <i>Tlak na pevnou stěnu, která je ve styku s kapalinou v rovnováze</i>	51
1. Tlak v bodě stěny	51
2. Tlak na svislý obdélník	52
3. Zatěžovací obrazec	53
4. Tlak na obdélník, na který působí s jedné strany tlak vody, s druhé tlak atmosféry	53
5. Středisko hydrostatického tlaku; definice	54
6. Středisko hydrostatického tlaku, je-li měrný tlak stálý	54
7. Středisko hydrostatického tlaku, mění-li se měrný tlak s hloubkou podle základního zákona hydrostatiky	54
8. Vyšetřování střediska ze zatěžovacích obrazců	56
9. Tlak na obdélník s vodorovnou základnou, ležící v nakloněné rovině	56
10. Tlak na rovinnou plochu jakéhokoliv tvaru	58
11. Svislá a vodorovná složka celkového hydrostatického tlaku na rovinnou plochu	61
12. Příklady	62
§ (2-7) <i>Tlak na křivou plochu libovolného tvaru</i>	68
1. Prostorová soustava různosměrných sil	68
2. Vodorovná složka tlaku	68
3. Svislá složka tlaku	69
4. Tlak na uzavřený plášť tělesa	69
5. Zákon Archimédův	70
6. Příklady	70
Poznámky k literatuře	75

Hlava 3.

ROVNOVÁHA PLOVOUCÍCH TĚLES

§ (3-1) <i>Základní podmínky plování těles a jejich ponor</i>	76
1. Základní charakteristiky jevu	76
2. Definice důležitých pojmů a základní podmínky plování	77
3. Stanovení ponořeného objemu; užití	77
4. Příklady	77
§ (3-2) <i>Stabilita plovoucích těles</i>	80
1. Druhy rovnováhy plováku	80
2. Průsečnice dvou plavebních rovin k sobě velmi blízkých	81
3. Metacentrum	82
4. Rovnováha tělesa zcela ponořeného do tekutiny	82
5. Rovinný a prostorový problém plavební rovnováhy	82
6. Určení polohy metacentra pro danou výchylku	83
7. Napřimovací moment	84
8. Stanovení metacentra vychylovacím pokusem	84
9. Výměry metacentrické výšky	85
10. Příklady	85

§ (3-3) <i>Statická a dynamická stabilita lodí</i>	88
§ (3-4) <i>Svislá a boční oscilace plováku nebo plavidla</i>	91
1. Svislá oscilace; základní diferenciální rovnice	91
2. Příklady	93
3. Boční oscilace plavidla	93
Poznámky k literatuře	94

Hlava 4.

TEKUTINA V RELATIVNÍM KLIDU V OBEČNÉM SILOVÉM POLI

<i>Úvod: obecné silové pole</i>	95
§ (4-1) <i>Potenciál. Potenciální síly</i>	95
1. Potenciál	95
2. Ekvipotenciální plochy a silové trajektorie	96
§ (4-2) <i>Rovnováha homogenní i nehomogenní tekutiny v poli obecných sil</i>	97
1. Homogenní kapalina a homogenní plyn	97
2. Heterogenní kapalina	98
3. Důsledky vyplývající z rovnováhy heterogenních kapalin	99
4. Kombinace silového pole tíže s polem odstředivé síly. Potenciál vnějšího zrychlení existuje. Nádoba s kapalinou rotující kolem svislé osy stálou úhlovou rychlostí	99
5. Příklady	102
6. Kombinace silového pole tíže s polem odstředivé síly. Potenciál vnějšího zrychlení neexistuje. Nádoba s kapalinou rotující kolem vodorovné nebo šikmé osy	102
§ (4-3) <i>Základní rovnice hydrostatiky zvané Eulerova a Lagrangeova</i>	103
1. Eulerova a Lagrangeova základní rovnice hydrostatiky	103
2. Odvození diferenciální hydrostatické Eulerovy rovnice	103
3. Podmínky jednoznačné hodnoty měrného tlaku	105
4. Zavedení potenciálu do základní rovnice a její integrace	106
5. Lagrangeův tvar základní rovnice hydrostatiky	106
6. Tvar základní rovnice v polárních souřadnicích	107
7. Rovňové plochy	107
8. Gradient měrného tlaku	108
9. Použití	108
10. Zvláštní případy	109
§ (4-4) <i>Základní zákon hydrostatiky, přihlíží-li se ke stlačitelnosti kapalin</i>	110
1. Odvození	110
2. Příklad	111

§ (4-5) <i>Těleso plující na otáčející se kapalíně neb v ní se vznášející</i>	111
1. Stejnorodé těleso plující na otáčející se kapalíně	111
2. Nestejnorodé těleso plující na otáčející se kapalíně	113
3. Homogenní těleso ponořené do otáčející se kapaliny	113
Poznámky k literatuře	113

Část III.

KINEMATIKA TEKUTIN

Hlava 5.

HLAVNÍ ZÁKONY KINEMATIKY TEKUTIN

§ (5-1) <i>Základní pojmy</i>	116
1. Znázornění pohybu a volba souřadnic	116
2. Trajektorie a proudové čáry	117
3. Rychlostní pole; proudnice	117
4. Pohyb neustálený a ustálený	117
5. Křivky výronu z daného bodu v daném okamžiku	118
6. Proudové trubice	119
7. Fotografické zachycení obrazu rychlostního pole	119
§ (5-2) <i>Kontinuita proudění a její různé matematické vyjádření</i>	121
1. Princip	121
2. Tvar rovnice kontinuity proudění v proudové trubici	121
3. Rovnice kontinuity v neomezeném prostředí	123
4. Rovnice kontinuity vyjádřená divergencí vektoru rychlosti	125
5. Nekonservativní proudění	125
§ (5-3) <i>Pohyb nevířivý a vířivý. Podmínky nevířivosti tekutiny</i>	126
1. Definice pohybu nevířivého a vířivého	126
2. Podmínky nevířivosti	126
3. Rychlostní potenciál	127
4. Vektorový tvar vztahu rychlosti a rychlostního potenciálu	128
5. Rovnice Laplaceova	128
§ (5-4) <i>Vířivý pohyb a jeho charakteristiky</i>	129
1. Vztahy pravoúhlých složek úhlových a obvodových rychlostí jako charakteristiky víru	129
2. Pojem „rotor“ nebo „curl“	130
3. Divergence vektoru úhlové rychlosti	131
4. Pohyb posuvný a zároveň otáčivý	131
5. Translace, rotace a deformace částičky tekutiny jakéhokoliv tvaru	131
6. Věty vyplývající z nevazkosti tekutiny	133

§ (5-5) <i>Cirkulace vektoru rychlosti</i>	133
1. Fluidní čili plynoucí čáry	133
2. Elementární cirkulace	133
3. Cirkulace podél otevřené křivky v potenciálním pohybu	134
4. Cirkulace podél uzavřené křivky v potenciálním pohybu	134
5. Cirkulace podél plynoucí křivky ve vířivém pohybu	135
6. Vnitřní a obvodová cirkulace	135
7. Stokesova integrační věta pro cirkulaci ve tvaru složkovém	136
8. Vektorový tvar Stokesovy věty	138
9. Thomsonova věta	138
10. Vírová vlákna	138
11. Potenciální proudění s cirkulací	138
12. Vlastnosti vírových vláken	139
13. Intenzita vírového vlákna	140
14. Vortex	140
15. Potenciální vír	140
16. První příklad potenciálního pohybu s cirkulací	141
17. Výpočet tvaru dutého víru na hladině	141
18. Druhý příklad potenciálního proudění s cirkulací: proudění kolem nosného křídla. Zákon Žukovského a Kuttův	142
19. Magnusův efekt	144
Poznámky k literatuře	144

Část IV.

DYNAMIKA TEKUTIN

<i>Úvod</i>	145
1. Mechanická a dissipační energie. „Ztráty“ energie	145
2. Zákony obecné mechaniky užití v hydrodynamice	145

Hlava 6.

SÍLY PŮSOBÍCÍ PŘI POHYBU NEVAZKÝCH I VAZKÝCH TEKUTIN

§ (6-1) <i>Druhy sil v hydrodynamice</i>	147
1. Druhy sil	147
2. Setrvačné síly	147
3. Vazkost (viskóznost)	148
4. Couettův pokus	148
5. Součinitel vazkosti tekutiny	148
6. Rozměr a měrné jednotky dynamického a kinematického součinitele vazkosti	149
7. Změna vazkosti vody s teplotou a tlakem. Číselné hodnoty viskóznosti vody	150

§ (6-2) <i>Zákon Newtonův o vnitřním tření tekutiny. Zákon Hagenův-Poiseuillův o proudění vaské kapaliny úzkou trubicí</i>	151
1. Zákon Newtonův	151
2. Zákon Hagenův-Poiseuillův	152
§ (6-3) <i>Obecná theorie vnitřního tření tekutin</i>	153
§ (6-4) <i>Tlak a jeho měření v pohybující se tekutině</i>	157
1. Definice tlaku v libovolném bodu	157
2. Podmínky, za kterých v proudící vodě je hydrostatické rozdělení tlaku	158
3. Měření tlaku v proudící kapalině v bodu, který je dostatečně vzdálen od pevných stěn	158
4. Měření tlaku pohybující se tekutiny těsně při pevné stěně	158
Poznámky k literatuře	159

Hlava 7.

BERNOULLIOVA ROVNICE

Úvod	160
1. Tři druhy pohybových rovnic	160
2. Způsob odvození pohybových rovnic	160
3. K Bernoulliově rovnici	160
§ (7-1) <i>Rovnice Bernoulliova pro nevazkou i vazkou tekutinu</i>	161
1. Příklady, kdy tření z vazkosti je zanedbatelné	161
2. Podélné zrychlení. Jeho konvektivní a lokální část	161
3. Diferenciální rovnice Bernoulliova	162
4. Energetický tvar Bernoulliovy rovnice	163
5. Bernoulliova rovnice jako součet tří výšek	163
6. Tlakový tvar Bernoulliovy rovnice	164
7. Tvar Bernoulliovy rovnice za vlivu obecného potenciálního silového pole	164
8. Bernoulliova rovnice pro homogenní stlačitelnou tekutinu	165
9. Bernoulliova rovnice pro vazkou tekutinu	165
§ (7-2) <i>Úprava Bernoulliovy rovnice pro proudění v potrubích a jiných vedeních</i>	166
1. Průtočný průřez	166
2. Hydrostatické rozdělení tlaku v průtočném průřezu	167
3. Celkový tlak na průtočný průřez	168
4. Oprava rychlostní výšky při nesterjnoměrném rozdělení rychlosti v průřezu	168
5. Celková hydraulická zátěž a celková energie při nesterjném rozdělení rychlosti v průřezu	170
6. Ztráta energetické zátěže čili energetické výšky	170
7. Převedení trojrozměrného problému na jednorozměrný	171
8. Výpočet Coriolisova čísla v potrubí kruhového průřezu	171
9. Hodnota Coriolisova čísla ve zvláštních případech	173

§ (7-3) <i>Pitotova a Prandtlůva trubice</i>	173
1. Náráz proudového vlákna na překážku	173
2. Měření rychlostní a tlakové výšky sloupcem kapaliny	174
3. Prandtlůva trubice	175
4. Rychlostní součinitel Prandtlůvy trubice	176
5. Odečítání Prandtlůvy trubice; zmenšení chyby při odečítání	178
§ (7-4) <i>Difusor. Ssavka turbíny</i>	178
1. Difusor	178
2. Součinitel účinnosti difusoru	179
3. Empirické hodnoty	179
4. Princip reakční nízkotlaké turbíny Francisovy	179
5. Difusor turbíny	180
6. Podmínka, aby nevznikla kavitace na dolním okraji turbíny	181
§ (7-5) <i>Změny tlaku v kolmém směru na proudnice</i>	181
1. Určení problému	181
2. Řešení problému	182
3. Odvození rovnice pro změny tlaku v kolmém směru na proudnice	182
§ (7-6) <i>Proudění o stálé energii</i>	183
1. Proudění o stálé energii	183
2. Proudění o stálé energii ve spirále	185
§ (7-7) <i>Integrace Bernoulliovy diferenciální rovnice neustálého pohybu pro trubice stálého průřezu</i>	186
1. Předpoklad výpočtu a integrace diferenciální rovnice	186
2. Doba, po které nastane ve vodorovném přímém nátrubku ustálený pohyb	187
3. Kmitání sloupce kapaliny v U trubici	188
4. Kmitání sloupce kapaliny v trubici s rameny ohnutými v libovolném úhlu	190
5. Matematický doplněk	191
Poznámky k literatuře	192

Hlava 8.

POHYBOVÉ ROVNICE IDEÁLNÍ I VAZKÉ TEKUTINY V OBECNÉM SILOVÉM POLI

§ (8-1) <i>Diferenciální rovnice Eulerovy</i>	193
1. Odvození diferenciálních rovnic Eulerových	193
2. Rozvinutý tvar Eulerových rovnic	194
3. Odvození rovnice Bernoulliovy pro prostorovou proudnicí ustáleného pohybu z rovnic Eulerových	194
4. Vektorový tvar pohybových rovnic Eulerových	196

§ (8-2) Navierovy-Stokesovy diferenciální rovnice	196
1. Obecné rovnice Navierovy-Stokesovy pro nestlačitelnou tekutinu	196
2. Navierovy-Stokesovy rovnice pro zvláštní případ	197
3. Podmínky, za kterých síly vazkosti nestlačitelné tekutiny jsou zanedbatelné	198
4. Pohyb přibližně potenciální vazké tekutiny	199
5. Vektorový tvar rovnic Navierových-Stokesových	199
6. Dodatečný důkaz Thomsonovy věty	199
Poznámky k literatuře	200

Hlava 9.

UŽITÍ THEOREMU HYBNOSTI PŘI PROUDĚNÍ TEKUTIN

Úvod	201
1. Význam theoremu hybnosti při proudění tekutin	201
2. Vymezení látky. Pohyb ustálený v průměru	201
3. Užití theoremu hybnosti	201
§ (9-1) Theorem hybnosti	202
1. Základní rovnice a jejich význam	202
2. Theorem hybnosti v tekutinách za ustáleného pohybu a pohybu ustáleného v průměru	202
§ (9-2) Několik příkladů užití theoremu hybnosti	204
1. Reakce proudící kapaliny na stěny zakřiveného potrubí	204
2. Reakce proudící kapaliny na stěny esovitě zahnutého potrubí a na potrubí s kolenem ohnutým o 180°	205
3. Reakce paprsku kapaliny na nádobu, z níž vytéká	205
4. Tlak volného paprsku kapaliny na pevnou nehybnou desku, na niž dopadá kolmo	206
5. Tlak volného paprsku kapaliny na desku, která se pohybuje	207
6. Vodní kolo na dolní dopad	207
7. Tlak volného paprsku kapaliny na nehybnou desku, na niž dopadá šikmo	208
8. Volný paprsek kapaliny se rozštěpuje rotačním tělesem pod libovolným úhlem	209
9. Peltonovo kolo	210
§ (9-3) Theorem kinetických momentů při rovnoměrném otáčení. Popis a rozdělení turbin. Vnější síly relativního pohybu	211
1. Theorem kinetických momentů obecně a při rovnoměrném otáčení	211
2. Segnerovo kolo a jeho energetická bilance	212
3. Reciprocita vodních turbin a odstředivých čerpadel	213
4. Základní typy vodních turbin	213