

OBSAH

Předmluva	6
Přehled nejdůležitějších značek	6
Literatura	9
Část 1 Úvod do mechaniky tekutin	11
1.1 Tekutiny	11
1.1.1 Materiální struktura tekutin	11
1.1.2 Kontinuum	12
1.1.3 Makroskopické vlastnosti tekutin	12
1.1.3.1 Termodynamické stavové veličiny a jejich změny	12
1.1.3.2 Kalorické stavové veličiny a některé další vlastnosti tekutin	15
1.1.3.3 Vazkost tekutin	16
1.2 Mechanika tekutin	19
1.2.1 Úkol, náplň a rozdělení mechaniky tekutin	19
1.2.2 Popis rovnováhy a pohybu tekutin	20
1.2.3 Síly působící na tekutinu v kontrolní ploše a stav napjatosti v tekutině	22
1.2.4 Zákony mechaniky tekutin	24
1.3 Teorie fyzikální podobnosti v mechanice tekutin	24
1.3.1 Úko nauky o fyzikální podobnosti	24
1.3.2 Příprava problému k experimentálnímu řešení	25
1.3.3 Přínos zpracování problému podle zásad fyzikální podobnosti	26
Část 2 Statika tekutin	28
2.1 Rovnováha tekutin	28
2.1.1 Druhy a podmínky rovnováhy tekutin	28
2.1.2 Aplikační úlohy statiky tekutin	28
2.2 Eulerova rovnice hydrostatiky	29
2.2.1 Odvození	29
2.2.2 Integrace Eulerovy rovnice	30
2.3 Rovnováha nestlačitelných tekutin při $\rho = \text{konst}$ (hydrostatika)	32
2.3.1 Rovnováha tekutin při zanedbání vlivu vnějšího silového pole	32
2.3.2 Absolutní rovnováha kapaliny x zemském tíhovém poli	33
2.3.2.1 Hydrostatický tlak	33
2.3.2.2 Hydrostatická síla na vodorovné dno	34
2.3.2.3 Hydrostatická tlaková síla na rovinnou stěnu	34
2.3.2.4 Hydrostatická tlaková síla na zakřivenou stěnu	35
2.3.2.6 Hydrostatické měření tlaku	38
2.3.3 Relativní rovnováha	40
2.3.3.1 Unášivý pohyb přímočarý rovnoměrně zrychlený	41
2.3.3.2 Relativní rovnováha kapaliny v rotujících nádobách	41
2.4 Rovnováha stlačitelných tekutin	42
2.4.1 Rovnováha stlačitelných kapalin	45
2.4.2 Rovnováha plynů	46
2.4.3 Archimédův zákon ve stlačitelných tekutinách	49
2.5 Kapilarita	52
2.5.1 Povrchové napětí	52
2.5.2 Kapilární jevy na rozhraní tří prostředí	54
Část 3 Jednorozměrové proudění v trubici	56
3.1 Obecně o jednorozměrovém proudění v trubici	56
3.1.1 Model zvaný jednorozměrové proudění v trubici	56
3.1.2 Zákony jednorozměrového proudění v trubici	56
3.1.2.1 Rovnice kontinuity	56
3.1.2.2 Rovnice pohybové	58
3.1.2.3 Věta o energii	61
3.1.2.4 Integrovaná věta o změně hybnostního toku	62
3.2 Stacionární jednorozměrové proudění nestlačitelných tekutin v trubici	66
3.2.1 Stacionární výtok nestlačitelných tekutin otvorem	66

3.2.1.1	Výtok malým otvorem ve stěně nádoby	66
3.2.1.2	Výtok zatopeným otvorem	67
3.2.1.3	Výtok velkým „větraným“ otvorem ve stěně nádoby	68
3.2.1.4	Přepady	69
3.3	Stacionární průtok nestlačitelné tekutiny trubicí v zemském tíhovém poli se ztrátami	69
3.3.1	Vstupní informace	69
3.3.1.1	Základní rovnice	69
3.3.1.2	Proudění laminární a turbulentní	72
3.3.1.3	Laminární proudění v trubici kruhového průřezu	72
3.3.1.4	Turbulentní proudění v trubici kruhového průřezu	74
3.3.2	Ztráty v trubicích, potrubích apod.	76
3.3.2.1	Ztráty třením	76
3.3.2.2	Lokální ztráty	80
3.3.2.3	Příklady na výpočet průtoku trubicí a potrubím se ztrátami	86
3.3.3	Stacionární jednorozměrové proudění v obecnějších silových polích – relativní výtok a průtok	90
3.3.3.1	Pohybové rovnice v relativním prostoru	90
3.3.3.2	Relativní výtok	91
3.3.3.3	Relativní průtok rotující trubicí v zemském tíhovém poli	92
3.3.3.4	Průtok Francisovou turbínou a Eulerova turbínová rovnice	93
3.3.4	Dynamické účinky proudu na obtékanou stěnu nebo na protékající kanál	94
3.3.4.1	Účinek volného proudu na nehybnou desku	94
3.3.4.2	Účinek volného proudu na stěnu posouvající se konstantní rychlostí	96
3.3.4.3	Účinek volného proudu na řadu posouvajících se stěn	96
3.3.4.4	Účinek proudu na protékající kanál	98
3.4	Nestacionární proudění v trubicí	100
3.4.1	Rovnice nestacionárního průtoku nestlačitelné tekutiny trubicí v tíhovém poli	100
3.4.2	Vynucené nestacionární proudění	101
3.4.3	Volné nestacionární proudění	102
3.4.4	Kvasistacionární výtok a průtok	104
3.4.5	Nestacionární hydraulický ráz	104
3.5	Stacionární jednorozměrové proudění stlačitelné tekutiny	106
3.5.1	Rychlost zvuku	106
3.5.2	Zákony jednorozměrového stacionárního proudění v proudové trubicí	107
3.5.3	Stacionární izentropické proudění stlačitelných tekutin	108
3.5.4	Kolmá rázová vlna	113
3.5.5	Proudění v tryskách a difuzorech bez tření	114
3.5.6	Průtok tryskami a difuzory se ztrátami	119
Část 4	Vícerozměrová proudění	122
4.1	Matematické modely vícerozměrových proudění	122
4.1.1	Některé vlastnosti proudových polí	122
4.1.2	Rovnice prostorového proudění tekutin	123
4.1.2.1	Rovnice kontinuity	123
4.1.2.2	Eulerova pohybová rovnice nevazkých tekutin	124
4.1.2.3	Pohybová rovnice vazké tekutiny (Navierova – Stokesova)	126
4.2	Speciální typy vícerozměrových proudění	126
4.2.1	Potenciální proudění nestlačitelných tekutin	126
4.2.1.1	Všeobecně o potenciálním proudění	125
4.2.1.2	Rovinné potenciální proudění nestlačitelné tekutiny	128
4.2.1.3	Osově symetrické a prostorové potenciální proudění	137
4.2.2	Proudění vířivě	138
4.2.2.1	Věty o vířích	138
4.2.2.2	Zákon Biotův – Savartův	139
4.2.3	Zjednodušené teorie proudění vazkých tekutin	139
4.2.3.1	Bezrozměrový tvar Navierových – Stokesových rovnic nestlačitelné tekutiny	139
4.2.3.2	Plíživé proudění	140
4.2.3.3	Laminární proudění	142
4.2.3.4	Turbulentní proudění	143
4.2.3.5	Mezní vrstva	147
4.3	Obtékání těles	152

4.3.1	Odpor obtékaného tělesa	152
4.3.2	Odpor rovinně a osově symetricky obtékaných těles	153
4.3.3	Síly působící na nesymetricky obtékané těleso	157
4.3.4	Aerodynamická optimalizace obtékaných těles	158
Část 5	Přílohy	160
P1	Vlastnosti kapalin v závislosti na teplotě	160
P2	Plynové konstanty a dynamická viskozita plynů	163
P3	Složkový tvar základních rovnic mechaniky tekutin	164
P3.1	Rovnice kontinuity	164
P3.2	Pohybové rovnice	164
P3.2.1	Eulerovy pohybové rovnice ($\rho = \text{konst}$, nevazká tek.)	164
P3.2.2	Navierovy – Stokesovy pohybové rovnice (vazká tekutina)	165