

# Obsah

Předmluva	4
Seznam použitých označení, veličin a jednotek	6
Indexy	9
Zkratky	11
1 Teoretické základy oscilačního průtoku	13
1.1 Dynamické charakteristiky hydraulického vedení s rozloženými parametry při malých změnách od ustáleného stavu	13
1.1.1 Dokonale pružná trubice	14
1.1.1.1 Vedení se ztrátami, kvazistacionární rychlostní profil	14
1.1.1.2 Bezeztrátové vedení	22
1.1.1.3 Vedení se ztrátami, nestacionární rychlostní profil	23
1.1.2 Trubice s vazko - elastickými vlastnostmi	28
1.1.2.1 Komplexní modul pružnosti	28
1.1.2.2 Základní dynamické parametry	30
1.2 Dynamické charakteristiky vedení s rozloženými parametry při velkých změnách od ustáleného stavu	32
1.3 Dynamické charakteristiky vedení se soustředěnými parametry	33
1.4 Fyzikální parametry kapalin	36
1.5 Příklady	38
2 Použití lineárních n-pólů pro řešení oscilačního průtoku	42
2.1 Hydraulické vedení	42
2.1.1 Rozložené parametry	42
2.1.2 Soustředěné parametry	46
2.2 Frekvenční přenosy	47
2.3 Zvláštní případy okrajových podmínek hydraulického vedení	50
2.3.1 Vedení hydraulicky otevřené	50
2.3.2 Vedení hydraulicky zavřené	51
2.3.3 Polonekonečné vedení	52
2.3.4 Vedení s okrajovou podmínkou $Z(l) = Z_p$	52
2.4 Příklady	55
3 Maticové metody analýzy hydraulických obvodů	62
3.1 Přenosové matice <b>B</b> základních prvků se soustředěnými parametry	63
3.1.1 Jednoduché dvojbrany	64

3.1.2 Prvky s převažujícím vlivem odporu proti zrychlení kapaliny . . . . .	64
3.1.3 Prvky s převažujícím vlivem odporu proti pohybu kapaliny . . . . .	66
3.1.4 Prvky s převažujícím vlivem hydraulické kapacity . . . . .	67
3.1.5 Jiné hydraulické prvky . . . . .	69
3.1.6 Základní mechanické členy . . . . .	71
3.2 Maticový způsob popisu hydraulického obvodu . . . . .	72
3.2.1 Kaskádní spojení prvků ve větvi . . . . .	73
3.2.2 Paralelní spojení větví . . . . .	74
3.2.3 Uzel větví . . . . .	75
3.3 Maticová metoda výpočtu frekvenčních přenosů . . . . .	76
3.4 Vlastní frekvence . . . . .	77
3.5 Příklady . . . . .	78
4 Numerické řešení oscilačního pohybu kapaliny . . . . .	85
4.1 Numerické metody, přehled a hodnocení . . . . .	85
4.2 Zakódování struktury hydraulického obvodu . . . . .	86
4.3 Numerický postup výpočtu součinitele $\beta$ . . . . .	87
4.4 Problematika řešení fyzikálních médií . . . . .	91
5 Tlakové pulsace v hydraulických obvodech . . . . .	92
5.1 Způsob vytváření pulsací . . . . .	92
5.2 Dynamický odpor (impedance) hydrogenerátoru . . . . .	93
5.3 Tlakové pulsace v obvodech se zubovým hydrogenerátorem . . . . .	97
5.4 Tlakové pulsace v obvodu s pístovým hydrogenerátorem . . . . .	107
5.4.1 Ideální hydrogenerátor . . . . .	107
5.4.2 Skutečný hydrogenerátor . . . . .	110
5.5 Výpočet tlakových pulsací . . . . .	114
5.6 Příklady . . . . .	115
6 Tlumiče pulsací a jejich charakteristiky . . . . .	120
6.1 Rozdělení a základní vlastnosti tlumičů . . . . .	120
6.2 Průchozí a vložený útlum . . . . .	122
6.3 Tlumiče typu dolní propust (TDP) . . . . .	125
6.3.1 Jednokomorový tlumič se soustředěnými parametry . . . . .	125
6.3.2 Vícekomorový tlumič se soustředěnými parametry . . . . .	129
6.3.3 Dvoukomorový tlumič s dlouhým spojovacím vedením . . . . .	134
6.3.4 Jednokomorový tlumič s rozloženými parametry . . . . .	136

6.4	Tlumiče typu pásmová zádrž (TPZ) . . . . .	139
6.4.1	Paralelní odbočka (prostá, s komorou, s různou délkou větví) . . . . .	139
6.4.2	Pneumohydraulický akumulátor . . . . .	143
6.5	Kombinované tlumiče . . . . .	148
6.5.1	Komorový tlumič se zasunutým výstupem . . . . .	148
6.5.2	Komorový tlumič s přepážkou . . . . .	151
6.6	Souhrn vlastností tlumičů . . . . .	152
6.7	Příklady . . . . .	152
7	Tlumení pulsací v hydraulických obvodech . . . . .	158
7.1	Vliv okrajových podmínek . . . . .	158
7.2	Vliv polohy umístění tlumiče v obvodu . . . . .	160
7.2.1	Komorový tlumič . . . . .	161
7.2.2	Akumulátor . . . . .	163
7.2.3	Paralelní komora s hrdlem . . . . .	167
7.3	Příklady . . . . .	168
8	Praktické aplikace . . . . .	176
8.1	Hydraulické obvody energetických centrál . . . . .	176
8.2	Hydraulické obvody tvářecích strojů . . . . .	176
8.2.1	Kovací lis CKV 84/105 (největší síla lisu 105 MN) . . . . .	176
8.2.2	Vytlačovací lis CXP 1250-P (Bitterfeld) - SRN . . . . .	177
8.2.3	Lis CTP 1600-P (Francie) . . . . .	180
8.3	Tlaková zkouška nádoby . . . . .	182
8.4	Hydrostatické ploché ložisko . . . . .	183
8.5	Modely odběrných kanálů pro měření tlakových pulsací . . . . .	183
8.6	Potrubí kompresorové stanice 25 MW dálkového plynovodu . . . . .	184
9	Experimentální výzkum oscilačního průtoku . . . . .	186
9.1	Generování pulsací . . . . .	186
9.2	Měření pulsací, zpracování a vyhodnocení výsledků . . . . .	189
9.3	Příklady . . . . .	193
	Literatura . . . . .	197
	Rejstřík . . . . .	207