

Obsah

Úvod	11
1 Akustické pole v plynech a kapalinách.....	13
1.1 Úvod.....	13
1.2 Vlnová rovnice v kartézských souřadnicích	18
1.2.1 Úvod.....	18
1.2.2 Eulerova rovnice	20
1.2.3 Rovnice kontinuity	24
1.2.4 Stavová rovnice.....	26
1.2.5 Vlnová rovnice.....	27
1.3 Řešení vlnové rovnice pro rychlostní potenciál závislý na jedné prostorové kartézské proměnné.....	31
1.3.1 Úvod.....	31
1.3.2 Metoda postupných vln	31
1.3.3 Popis postupné vlny	33
1.3.4 Harmonická vlna	35
1.3.5 Metoda oddělení proměnných.....	38
1.3.6 Hustota energie v postupné rovinné vlně	41
1.3.7 Intenzita v akustickém poli harmonické postupné rovinné vlny.....	43
1.4 Rovinné vlny v kartézských souřadnicích	44
1.4.1 Postupná rovinná vlna	44
1.4.2 Metoda oddělených proměnných (stojaté vlny).....	47
1.4.3 Vlastní kmity pravoúhlého netlumeného prostoru (dutého kvádru)	47
1.5 Pole kulových vln	56
1.5.1 Úvod.....	56
1.5.2 Řešení vlnové rovnice pro kulovou vlnu	59
1.5.3 Rozbíhavá (divergentní) sférická vlna.....	64
1.5.4 Intenzita v akustickém poli harmonické kulové rozbíhavé vlny	67
1.6 Pole válcových vln	69
1.6.1 Úvod.....	69
1.6.2 Řešení vlnové rovnice pro válcovou vlnu	71
1.6.3 Rozbíhavá válcová vlna.....	77
1.6.4 Intenzita v akustickém poli harmonické válcové rozbíhavé vlny	79
1.7 Akustické vysílače.....	79
1.7.1 Úvod.....	79
1.7.2 Pulzující koule. Sférický vysílač 0. řádu	81
1.7.3 Oscilující koule	86
1.7.4 Sférické vysílače vyšších řádů.....	95
1.7.5 Soustavy bodových zdrojů	98
1.7.6 Přímkový zdroj	103
1.7.7 Válcové vysílače.....	108
1.7.7.1 Pulzující válec. Cylindrický monopól.....	109
1.7.7.2 Cylindrický vysílač 1. řádu. Cylindrický dipól	111

1.7.7.3	Oscilující válec	112
1.7.8	Výkon zdroje	116
1.8	Zdroje umístěné na rovinné stěně a v její blízkosti	120
1.8.1	Úvod	120
1.8.2	Zdroj umístěný ve stěně. Rayleighův integrál	121
1.8.3	Blízké a vzdálené pole v ose kruhového pístově kmitajícího zářiče umístěného v nekonečně rozlehlé rovinné stěně	123
1.8.4	Vzdálené pole kruhového pístově kmitajícího zářiče umístěného v nekonečně rozlehlé rovinné stěně	126
1.8.5	Vyzařovací impedance rovinného pístově kmitajícího zdroje umístěného v nekonečné stěně. Helmholtzův integrál	129
2	Akustické pole v pevných látkách	137
2.1	Vlny v elastickém izotropním neohrazeném prostředí	137
2.1.1	Podélná vlna	138
2.1.2	Příčná vlna	139
2.1.3	Obecná vlnová rovnice	141
2.1.3.1	Úvod	141
2.1.3.2	Zobecněný Hookův zákon	145
2.1.3.3	Vztahy mezi izotropními elastickými konstantami	149
2.1.3.4	Rovnováha sil na hmotném elementu	153
2.1.3.5	Vlnová rovnice ve vektorovém tvaru	155
2.1.3.6	Skalární a vektorový potenciál výchylky	155
2.1.3.7	Řešení vlnové rovnice pro rovinnou vlnu v neohrazeném prostředí	156
2.1.3.8	Rovinná vlna. Jednotkový vektor šíření a výchylky	158
2.1.3.9	Rovinná harmonická vlna uniformní a neuniformní (nehomogenní)	160
2.3.1.10	Přehled rovnic v kartézských, sférických a cylindrických souřadnicích	164
2.1.4	Energie a výkon přenášený rovinnou harmonickou vlnou	170
2.1.5	Skupinová (grupová) rychlost	173
2.2	Rovinné vlny v poloprostoru	175
2.2.1	Úvod	175
2.2.2	Odraz (reflexe) a lom (refrakce) vln	176
2.2.2.1	Úvod	176
2.2.2.2	Odraz P-vlny	180
2.2.2.3	Rozdělení energie při odrazu na volném rozhraní	189
2.2.2.4	Odraz SH-vlny	191
2.2.2.5	Odraz SV-vlny	192
2.2.2.6	Odraz a lom SH-vlny	201
2.2.3	Rayleighova povrchová vlna	204
2.2.4	Povrchové vlny na rozhraní pevná látka–kapalina (plyn) a pevná látka–pevná látka	212
2.3	Vlny ve vlnovodech v pevných látkách	214
2.3.1	Šíření vln ve vrstvě	214
2.3.1.1	SH-vlna ve vrstvě s volnými rozhraními	214
2.3.1.2	Výkon přenášený SH-vlnou ve vrstvě	221
2.3.1.3	Loveho vlny	225
2.3.1.4	Skalární a vektorový potenciál vln ve vrstvě s výchylkami v rovině (1,3)	226
2.3.1.5	Rayleighova–Lambova frekvenční rovnice. Lambovy vlny	231
2.3.2	Šíření vln ve válcovém vlnovodu	242
2.3.2.1	Základní vztahy ve válcových souřadnicích	242
2.3.2.2	Frekvenční spektrum válcového vlnovodu pro longitudinální vlny	248

2.3.2.3	Aplikace jednorozměrného řešení na válcový vlnovod.....	252
2.3.2.4	Válcový vlnovod s vnitřním tlumením.....	255
2.3.3	Vlnovody proměnného průřezu.....	258
2.3.3.1	Úvod.....	258
2.3.3.2	Kuželový vlnovod.....	260
2.3.3.3	Exponenciální vlnovod.....	265
3	Mechanické soustavy se soustředěnými a rozprostřenými prvky.....	275
3.1	Úvod.....	275
3.2	Lineární mechanické translační soustavy se soustředěnými prvky.....	277
3.2.1	Úvod.....	277
3.2.2	Symbolická a analogická schémata.....	280
3.3	Lineární mechanické rotační soustavy se soustředěnými prvky.....	289
3.3.1	Úvod.....	289
3.3.2	Symbolická a analogická schémata.....	290
3.4	Lineární mechanické soustavy s rozprostřenými parametry.....	293
3.4.1	Mechanický vlnovod konstantního průřezu.....	293
3.4.2	Ohybově kmitající nosníky konstantního průřezu.....	296
3.4.3	Vlastní ohybové kmity destičky oboustranně vetknuté.....	300
3.4.4	Vlastní ohybové kmity destičky jednostranně vetknuté.....	302
3.4.5	Vlastní kmitočty destičky obdélníkového průřezu.....	306
3.4.6	Vynucené ohybové kmity destičky konstantního průřezu. Přibližné řešení.....	307
3.5	Tenkové membrány.....	314
3.5.1	Tenká kruhová membrána.....	314
3.5.2	Ekvivalentní obvod tenké kruhové membrány.....	326
3.5.3	Tenká pravoúhelníková membrána.....	330
3.5.4	Ekvivalentní obvod tenké pravoúhelníkové membrány.....	337
3.5.5	Kmity tenkého pásku.....	339
3.5.6	Ekvivalentní obvod tenkého pásku.....	342
4	Akustické soustavy se soustředěnými a rozprostřenými prvky.....	345
4.1	Úvod.....	345
4.2	Prvky lineárních akustických soustav se soustředěným elementy.....	350
4.2.1	Úvod.....	350
4.2.2	Akustický inertor.....	350
4.2.3	Akustický elastor.....	352
4.2.4	Akustický rezistor.....	353
4.2.5	Vnitřní tření v plynech.....	354
4.2.6	Akustický odpor trubice kruhového průřezu při nízkých kmitočtech.....	356
4.2.7	Akustický odpor trubice obdélníkového průřezu při nízkých kmitočtech.....	359
4.2.8	Impedance trubice (štěrbiny) obdélníkového průřezu.....	361
4.2.9	Impedance válcové trubice.....	366
4.3	Symbolická a analogická schémata.....	369
4.3.1	Řešení akustických soustav.....	369
4.3.2	Směšené soustavy.....	371
4.4	Akustické vlnovody.....	373
4.4.1	Úvod.....	373
4.4.2	Kuželový rozbíhavý (divergentní) vlnovod nekonečné délky.....	375
4.4.3	Kuželový rozbíhavý (divergentní) vlnovod konečné délky.....	376
4.4.4	Exponenciální rozbíhavý (divergentní) vlnovod nekonečné délky.....	377

5	Měníče.....	379
5.1	Úvod.....	379
5.2	Elektrodynamický měnič	382
5.2.1	Princip měniče.....	382
5.2.2	Popis měniče	383
5.3	Elektromagnetický měnič	385
5.3.1	Princip měniče.....	385
5.3.2	Kvazistatická stabilita měniče	388
5.3.3	Rovnice elektromechanické přeměny	390
5.3.4	Náhradní schéma měniče.....	392
5.4	Piezoelektrické látky a měniče.....	394
5.4.1	Úvod.....	394
5.4.2	Popis piezoelektrických látek	398
5.4.2.1	Elastické vlastnosti.....	398
5.4.2.2	Dielektrické a piezoelektrické vlastnosti	401
5.4.2.3	Lineární piezoelektrické stavové rovnice.....	404
5.4.2.4	Činitel elektromechanické vazby	409
5.4.2.5	Piezoelektrický element jako dvojbran	412
5.4.3	Druhy piezoelektrických látek.....	420
5.4.3.1	Krystalické piezoelektrické látky	420
5.4.3.2	Piezoelektrická keramika	430
5.4.3.3	Piezoelektrické polymery	433
5.4.3.4	Přehled matic	436
5.4.4	Uniformní rovinná vlna v piezoelektrických látkách.....	444
5.4.4.1	Úvod	444
5.4.4.2	Vlnová rovnice v piezoelektrických látkách	446
5.4.4.3	Vlny v krychlové soustavě.....	448
5.4.4.4	Vídy kmitání piezoelektrických tyčinek.....	454
5.4.4.5	Tloušťkové vídy tenkých piezoelektrických destiček.....	465
5.4.5	Náhradní obvody.....	467
5.4.5.1	Úvod	467
5.4.5.2	Náhradní obvod podélně kmitající tyčinky s vektorem elektrického pole kolmým na jednotkový vektor šíření a výchylky	467
5.4.5.3	Náhradní obvod podélně kmitající tyčinky s vektorem elektrického pole rovnoběžným s jednotkovým vektorem šíření a výchylky	472
5.4.5.4	Náhradní obvod tloušťkově kmitající destičky	476
5.4.5.5	Náhradní obvod tloušťkově střízně kmitající destičky.....	478
5.4.5.6	Náhradní obvod interdigitálního měniče.....	479
5.5	Elektrostatický měnič	484
5.5.1	Jednočinný elektrostatický měnič.....	484
5.5.2	Kvazistatická stabilita jednočinného měniče.....	485
5.5.3	Rovnice elektromechanické přeměny jednočinného měniče	491
5.5.4	Vliv parazitní kapacity na režim jednočinného měniče.....	493
5.5.5	Dvojčinný elektrostatický měnič	499
5.6	Akustické přijímače.....	505
5.6.1	Úvod.....	505
5.6.2	Gradientní přijímače.....	508
5.6.2.1	Úvod	508
5.6.2.2	Gradientní přijímače 0. řádu	509

5.6.2.3 Gradientní přijímače 1. řádu	513
5.6.2.4 Gradientní přijímače 2. řádu	516
5.6.2.5 Kombinované přijímače	517
5.6.3 Vlnové přijímače	518
Literatura	521
Rejstřík	523