

Předmluva

Kapitola 1 - Úvod do technické akustiky

1.1 Historie akustiky	13
1.2 Hluk jako faktor životního prostředí	14
1.3 Účinky hluku na člověka	16
1.4 Metody boje proti hluku	17

Kapitola 2 - Základní pojmy a veličiny v akustice

2.1 Zvuk	21
2.2 Akustické vlnění	21
2.2.1 Lineární oscilátor	23
2.2.2 Kmitočet	24
2.2.3 Energie kmitajícího bodu	25
2.2.4 Podélné vlnění v bodové řadě	26
2.2.5 Vlnová délka	28
2.2.6 Akustická rychlost	29
2.2.7 Akustický tlak	29
2.2.8 Složený periodický signál a akustické spektrum	31
2.3 Spektrální analýza	33
2.4 Šíření zvuku v trojrozměrném prostředí	40
2.4.1 Odvození obecné vlnové rovnice	40
2.4.2 Rychlostní potenciál	42
2.5 Rychlost šíření akustických vln	43
2.5.1 Obecné závislosti	43
2.5.2 Rychlost šíření zvukové vlny v plynech	47
2.5.3 Rychlost šíření podélných vln v pevných látkách	48
2.5.4 Rychlost šíření příčných vln v pevných látkách	50
2.5.5 Ohybové vlny	50
2.5.6 Délka vln	51

2.6	Energie přenášená vlněním	54
2.7	Intenzita zvuku	56
2.8	Interference akustických vln	59
2.8.1	Interference vlnění stejných frekvencí	59
2.8.2	Úplně stojaté vlnění	60
2.8.3	Částečně stojaté vlnění	62
2.8.4	Výsledná intenzita zvuku při interferenci dvou vlnění	63
2.9	Vznik rázů	65
2.10	Hustota akustické energie	68

Kapitola 3 - Decibelové stupnice v akustice

3.1	Hladina akustického výkonu	69
3.2	Hladina akustického tlaku	71
3.3	Hladina intenzity zvuku	73
3.4	Vzájemná souvislost decibelových veličin	75
3.5	Stanovení výsledné hladiny dvou a více zvuků	76
3.6	Oktávové kmitočtové pásmo	82
3.7	Třetinooktávové kmitočtové pásmo	85
3.8	Přepočty hladin na jinou šířku pásma	86
3.9	Hladina akustického tlaku A	90
3.10	Hodnocení proměnných hluků	92
3.10.1	Ekvivalentní hladina akustického tlaku	92
3.10.2	Hladina expozice zvuku	95
3.10.3	Distribuční hladina	95
3.10.4	Hladina spektrální hustoty	95
3.11	Decibelové vyjádření ostatních veličin	96

Kapitola 4 - Psychoakustická a hluková kritéria

4.1	Lidské ucho a mechanismus slyšení	97
4.2	Weber - Fechnerův zákon	100
4.3	Pojem kritického pásma	103
4.4	Maskovací účinek zvuku	104
4.5	Hlasitost impulzních tónů	106

4.6 Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. “ ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací”	107
4.6.1 Hluk na pracovišti	108
4.6.2 Hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb	109
4.6.3 Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru	111
4.6.4 Určení hladiny akustického tlaku A	115
4.7 Zásady pro výrobu a projekci strojů a strojních zařízení	119
4.7.1 Povinnosti výrobních, dodavatelských a dovozních organizací	119
4.7.2 Povinnosti projektových a stavebních organizací	120
Kapitola 5 - Šíření akustických vln ve volném prostoru	
5.1 Vlna rovinná	121
5.2 Vlna kulová	125
5.2.1 Rychlostní potenciál kulové vlny	125
5.2.2 Intenzita zvuku kulové vlny	130
5.3 Akustické pole lineárního zdroje zvuku	138
5.4 Akustické pole plošného zářiče	141
5.5 Interference akustických vln ve volném prostoru	143
5.6 Ohyb a odraz akustické vlny	144
5.7 Šíření zvuku v reálném plynném prostředí	153
5.7.1 Úvodem	153
5.7.2 Útlum zvuku vlivem absorpce ve vzduchu	154
5.7.3 Útlum zvuku vlivem mlhy, deště nebo sněhu	155
5.7.4 Útlum zvuku vlivem větru, teplotních gradientů a přízemního efektu	155
5.7.5 Útlum zvuku vlivem překážek	158
5.8 Určení hladiny akustického tlaku A v akustickém poli	166
Kapitola 6 - Šíření zvuku v ohraničeném prostoru	
6.1 Úvod	167
6.2 Vlastní kmitočty uzavřeného pravoúhlého prostoru	167

6.3	Doba dozvuku	174
6.4	Hladina akustického tlaku v poli odražených vln	178
6.5	Celková hladina akustického tlaku v uzavřeném prostoru	179
6.6	Šíření zvuku zvukovodem	185
6.6.1	Válcový zvukovod	185
6.6.2	Zvukovod s náhlou změnou průřezu	190

Kapitola 7 - Mechanické zdroje zvuku

7.1	Úvod	201
7.2	Hypotetické zdroje zvuku	202
7.2.1	Zdroj zvuku 0. řádu	202
7.2.2	Zdroj 1.řádu	207
7.2.3	Zářič 2. řádu	209
7.2.4	Vyzařování akustické energie kmitající deskou	210
7.2.5	Vyzařování zvuku z konce potrubí	216
7.2.6	Vliv okolních stěn na směrovou charakteristiku zdroje	217
7.3	Hluk částí strojů	220
7.3.1	Hlučnost valivých ložisek	220
7.3.2	Hluk ozubených převodů a převodových skříní	221
7.3.3	Hluk pístových strojů	225
7.3.4	Hluk elektrických strojů	228
7.4	Hluk čerpadel	230
7.5	Hluk hořáků	231
7.6	Hluk dopravních prostředků	234
7.7	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A dopravního proudu	238

Kapitola 8 - Aerodynamické zdroje zvuku

8.1	Úvod	241
8.2	Hluk turbulentního proudu	242
8.2.1	Změna výkonnosti zdroje tekutiny	243
8.2.2	Změny setrvačných sil	247
8.2.3	Turbulentní pulzace v proudu tekutiny	248
8.3	Hluk při výtoku tekutiny	252
8.4	Hluk při obtékání těles	258
8.5	Hluk ventilátorů	260

8.5.1	Teoretické závislosti	260
8.5.2	Praktické výpočetní vztahy	262
8.5.3	Spektrum zvuku ventilátorů	265
8.5.4	Sirénový zvuk	266
8.5.5	Dodatek k teorii hluku ventilátorů	267
8.6	Vlastní hluk elementů potrubní sítě	270
8.6.1	Hluk vznikající prouděním v přímých kanálech	270
8.6.2	Hluk vznikající v kolenech	271
8.6.3	Hluk vznikající v odbočkách a obloucích	274
8.6.4	Hluk vznikající v klapkách	278
8.6.5	Vlastní hluk kulisových tlumičů hluku	280
8.6.6	Hluk koncových elementů	281

Kapitola 9 - Šíření chvění v konstrukcích

9.1	Veličiny charakterizující chvění	285
9.2	Kmitání strun	290
9.3	Kmitání tyčí	292
9.3.1	Kmitání nekonečně dlouhé tyče	292
9.3.2	Kmitání tyčí konečných délek	296
9.4	Kmitání membrán	301
9.4.1	Kmitání nekonečně velkých membrán	301
9.4.2	Kmitání membrán konečných rozměrů	303
9.5	Kmitání desek	309
9.5.1	Ohybové kmitání nekonečně velkých desek	309
9.5.2	Volné kmitání pravoúhlých desek	310
9.6	Útlum chvění v konstrukcích	311
9.6.1	Útlum chvění odrazem	311
9.6.2	Útlum zvuku vlivem změny materiálu	312
9.6.3	Útlum zvuku při změně průřezu tyče	313
9.6.4	Útlum chvění při použití hradicích hmot	314
9.7	Pružné vložky v konstrukcích	316
9.8	Větvení konstrukcí	320
9.9	Útlum vlivem vnitřních ztrát v materiálu	321
9.9.1	Úvod	321
9.9.2	Činitel vnitřního tlumení	322
9.9.3	Antivibrační nátěry	325
9.9.4	Třívrstvá konstrukce	328

Kapitola 10 - Akustické prostředky snižování hluku

10.1	Materiály a konstrukce pro pohlcování zvuku	331
10.1.1	Činitel zvukové pohltivosti	331
10.1.2	Mechanismus pohlcování zvuku	335
10.2	Neprůzvučné konstrukce	347
10.2.1	Šíření zvuku přes stěnu	347
10.2.2	Neprůzvučnost	349
10.2.3	Vzduchová neprůzvučnost	350
10.2.4	Vzduchová neprůzvučnost jednoduché stěny	354
10.2.5	Vzduchová neprůzvučnost dvojité stěny	362
10.2.6	Vliv otvorů na neprůzvučnost	364
10.2.7	Neprůzvučnost potrubí	366
10.2.8	Vyzářený akustický výkon z potrubí	370
10.2.9	Potrubní úsek jako lineární zářič	372
10.3	Zvukoizolační kryty	375
10.4	Pružné ukládání strojů	379
10.4.1	Úvod	379
10.4.2	Kmitání těles s jedním stupněm volnosti	381
10.4.3	Vliv tuhosti základu	387
10.4.4	Pasivní pružné ukládání	390
10.4.5	Druhy izolátorů chvění a jejich materiál	390
10.5	Absorpční tlumiče hluku	393
10.5.1	Kulisový tlumič	393
10.5.2	Návrh absorpčního tlumiče	396

Seznam literatury