

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 | 18 |

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 | 46 |
| 2.5.3 Rychlost šíření podélných vln v pevných látkách | 48 |
| 2.5.4 Rychlost šíření příčných vln v pevných látkách | 49 |
| 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 | 58 |
| 2.8.1 | Interference vlnění stejných frekvencí | 58 |
| 2.8.2 | Úplné stojaté vlnění | 60 |
| 2.8.3 | Částečné 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 A | 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 impulsních tónů | 106 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.6 | Hodnocení hluku | 107 |
| 4.6.1 | Hluk na pracovišti | 109 |
| 4.6.2 | Hluk v chráněných vnitřních prostorech staveb, v chráněných venkovních prostorech staveb, v chráněném venkovním prostoru staveb | 112 |
| 4.6.3 | Hygienické limity hluku | 113 |
| 4.6.4 | Určení hladiny akustického tlaku A | 121 |
| 4.7 | Zásady pro výrobu a projekci strojů a strojních zařízení | 125 |
| 4.7.1 | Povinnosti výrobních, dodavatelských a dovozních organizací | 125 |
| 4.7.2 | Povinnosti projektových a stavebních organizací | 126 |

Kapitola 5 - Šíření akustických vln ve volném prostoru

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.1 | Vlna rovinná | 127 |
| 5.2 | Vlna kulová | 131 |
| 5.2.1 | Rychlostní potenciál kulové vlny | 131 |
| 5.2.2 | Intenzita zvuku kulové vlny | 136 |
| 5.3 | Akustické pole lineárního zdroje zvuku | 144 |
| 5.4 | Akustické pole plošného zářiče | 146 |
| 5.5 | Interference akustických vln ve volném prostoru | 148 |
| 5.6 | Ohyb a odraz akustické vlny | 150 |
| 5.7 | Šíření zvuku v reálném plynném prostředí | 158 |
| 5.7.1 | Úvodem | 158 |
| 5.7.2 | Útlum zvuku vlivem absorpce ve vzduchu | 159 |
| 5.7.3 | Útlum zvuku vlivem mlhy, deště nebo sněhu | 160 |
| 5.7.4 | Útlum zvuku vlivem větru, teplotních gradientů a přízemního efektu | 161 |
| 5.7.5 | Útlum zvuku vlivem překážek | 163 |
| 5.8 | Určení hladiny hluku v akustickém poli | 175 |

Kapitola 6 - Šíření zvuku v ohraničeném prostoru

| | |
|--|-----|
| 6.1 Úvod | 177 |
| 6.2 Vlastní kmitočty uzavřeného pravoúhlého prostoru | 177 |
| 6.3 Doba dozvuku | 183 |
| 6.4 Hladina akustického tlaku v poli odražených vln | 187 |
| 6.5 Celková hladina akustického tlaku v uzavřeném prostoru | 188 |
| 6.6 Šíření zvuku zvukovodem | 194 |
| 6.6.1 Válcový zvukovod | 194 |
| 6.6.2 Zvukovod s náhlou změnou průřezu | 200 |
| 6.6.3 Elementy potrubí | 202 |

Kapitola 7 - Mechanické zdroje zvuku

| | |
|---|-----|
| 7.1 Úvod | 211 |
| 7.2 Hypotetické zdroje zvuku | 212 |
| 7.2.1 Zdroj zvuku 0. řádu | 212 |
| 7.2.2 Zdroj 1. řádu | 217 |
| 7.2.3 Zářič 2. řádu | 219 |
| 7.2.4 Vyzařování akustické energie kmitající deskou | 220 |
| 7.2.5 Vyzařování zvuku z konce potrubí | 226 |
| 7.2.6 Vliv okolních stěn na směrovou charakteristiku zdroje | 227 |
| 7.3 Hluk částí strojů | 230 |
| 7.3.1 Hlučnost valivých ložisek | 230 |
| 7.3.2 Hluk ozubených převodů a převodových skříní | 231 |
| 7.3.3 Hluk pístových strojů | 233 |
| 7.3.4 Hluk elektrických strojů | 236 |
| 7.4 Hluk čerpadel | 238 |
| 7.5 Hluk hořáků | 239 |

Kapitola 8 - Aerodynamické zdroje zvuku

| | |
|---|-----|
| 8.1 Úvod | 243 |
| 8.2 Hluk turbulentního proudu | 244 |
| 8.2.1 Změna výkonnosti zdroje tekutiny | 245 |
| 8.2.2 Změny setrvačných sil | 249 |
| 8.2.3 Turbulentní pulzace v proudu tekutiny | 250 |
| 8.3 Hluk při výtoku tekutiny | 254 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 8.4 | Hluk při obtékání těles | 260 |
| 8.5 | Hluk ventilátorů | 262 |
| 8.5.1 | Teoretické závislosti | 262 |
| 8.5.2 | Praktické výpočetní vztahy | 264 |
| 8.5.3 | Spektrum zvuku ventilátorů | 267 |
| 8.5.4 | Sirénový zvuk | 268 |
| 8.5.5 | Dodatek k teorii hluku ventilátorů | 269 |
| 8.6 | Vlastní hluk elementů potrubní sítě | 272 |
| 8.6.1 | Hluk vznikající prouděním v přímých kanálech | 273 |
| 8.6.2 | Hluk vznikající v kolenech | 274 |
| 8.6.3 | Hluk vznikající v odbočkách a obloucích | 275 |
| 8.6.4 | Hluk vznikající v klapkách | 280 |
| 8.6.5 | Vlastní hluk kulisových tlumičů hluku | 282 |
| 8.6.6 | Hluk koncových elementů | 283 |

Kapitola 9 - Šíření chvění v konstrukcích

| | | |
|-------|--|-----|
| 9.1 | Veličiny charakterizující chvění | 287 |
| 9.2 | Kmitání strun | 292 |
| 9.3 | Kmitání tyčí | 294 |
| 9.3.1 | Kmitání nekonečně dlouhé tyče | 294 |
| 9.3.2 | Kmitání tyčí konečných délek | 298 |
| 9.4 | Kmitání membrán | 303 |
| 9.4.1 | Kmitání nekonečně velkých membrán | 303 |
| 9.4.2 | Kmitání membrán konečných rozměrů | 305 |
| 9.5 | Kmitání desek | 311 |
| 9.5.1 | Ohybové kmitání nekonečně velkých desek | 311 |
| 9.5.2 | Volné kmitání pravoúhlých desek | 312 |
| 9.6 | Útlum chvění v konstrukcích | 313 |
| 9.6.1 | Útlum chvění odrazem | 313 |
| 9.6.2 | Útlum zvuku vlivem změny materiálu | 314 |
| 9.6.3 | Útlum zvuku při změně průřezu tyče | 315 |
| 9.6.4 | Útlum chvění při použití hradičích hmot | 316 |
| 9.7 | Pružné vložky v konstrukcích | 318 |
| 9.8 | Větvení konstrukcí | 322 |
| 9.9 | Útlum vlivem vnitřních ztrát v materiálu | 323 |
| 9.9.1 | Úvod | 323 |
| 9.9.2 | Činitel vnitřního tlumení | 324 |
| 9.9.3 | Antivibrační nátěry | 327 |

Kapitola 10 - Akustické prostředky snižování hluku

| | | |
|--------|---|------------|
| 10.1 | Materiály a konstrukce pro pohlcování zvuku | 333 |
| 10.1.1 | Činitel zvukové pohltivosti | 333 |
| 10.1.2 | Mechanismus pohlcování zvuku | 337 |
| 10.2 | Neprůzvučné konstrukce | 349 |
| 10.2.1 | Šíření zvuku přes stěnu | 349 |
| 10.2.2 | Neprůzvučnost | 351 |
| 10.2.3 | Vzduchová neprůzvučnost | 352 |
| 10.2.4 | Vzduchová neprůzvučnost jednoduché stěny | 355 |
| 10.2.5 | Vzduchová neprůzvučnost dvojité stěny | 364 |
| 10.2.6 | Vliv otvorů na neprůzvučnost | 366 |
| 10.2.7 | Neprůzvučnost potrubí | 367 |
| 10.2.8 | Vyzářený akustický výkon z potrubí | 371 |
| 10.2.9 | Potrubní úsek jako lineární zářič | 374 |
| 10.3 | Zvukoizolační kryty | 376 |
| 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 | 388 |
| 10.4.4 | Pasivní pružné ukládání | 390 |
| 10.4.5 | Druhy izolátorů chvění a jejich materiál | 391 |
| 10.5 | Absorpční tlumiče hluku | 393 |
| 10.5.1 | Kulisový tlumič | 393 |
| 10.5.2 | Návrh absorpčního tlumiče | 397 |
| | Seznam literatury | 399 |