

Spis rzeczy

Przedmowa do wydania drugiego	11
Wykaz ważniejszych oznaczeń	12
1. Wstęp	15
2. Zagadnienia podstawowe	22
2.1. Wprowadzenie	22
2.2. Drgania układu o jednym stopniu swobody	23
2.3. Fale akustyczne	31
2.3.1. Pojęcia podstawowe	31
2.3.2. Równanie fali akustycznej w ośrodku płynnym	34
2.3.3. Fala płaska	40
2.3.4. Fala kulista	41
2.3.5. Zagadnienia energetyczne fal akustycznych	42
2.3.6. Ruch falowy w ośrodku stałym	45
2.3.7. Właściwości fal akustycznych (odbicie, pochłanianie i załamane fal akustycznych)	49
2.3.8. Ugięcie fali	51
2.3.9. Interferencja fal	52
2.4. Pole akustyczne, źródła dźwięku	53
2.4.1. Wprowadzenie	53
2.4.2. Właściwości i rodzaje źródeł dźwięku	56
2.4.3. Monopol	58
2.4.4. Źródło dipolowe	60
2.4.5. Kwadrupol	61
2.4.6. Tłok drgający w nieskończenie wielkiej odgradzie	63
2.4.7. Uwagi końcowe	63
3. Źródła drgań mechanicznych i akustycznych	66
3.1. Wstęp. Klasyfikacja źródeł	66
3.2. Przyczyny powstawania drgań mechanicznych	72
3.3. Aerodynamiczne i hydrodynamiczne źródła hałasu	84
3.3.1. Podstawy teorii aerodynamicznej generacji dźwięku	84
3.3.2. Rzeczywiste źródła dźwięku	87
3.3.2.1. Poddźwiękowy, swobodny wypływ gazu z dyszy zbieżnej	87
3.3.2.2. Swobodny, krytyczny, dławiony wypływ gazu z dyszy zbieżnej	89
3.3.2.3. Opływ ciał w przewodzie jednostronnie otwartym	90
3.3.2.4. Hałas wentylatorów i dmuchaw	93
3.3.3. Hydrodynamiczne źródła dźwięku	97

3.4. Uderzeniowe źródła dźwięku	100
3.5. Źródła hałasu wybranych elementów maszyn. Hałas wybranych maszyn i urządzeń . . .	103
3.5.1. Hałas przekładni zębatych	103
3.5.2. Hałas łożysk	105
3.5.3. Hałas transformatorów	107
3.5.4. Źródła hałasu niektórych maszyn elektrycznych	108
3.5.5. Silniki spalinowe	112
3.6. Procesy technologiczne jako źródła hałasów	114
4. Wpływ drgań mechanicznych na człowieka, maszyny, konstrukcje	115
4.1. Wprowadzenie	115
4.2. Wpływ drgań na organizm człowieka	119
4.3. Kryteria oceny działania drgań na organizm ludzki	129
4.4. Wpływ drgań na maszyny i konstrukcje	144
5. Wpływ hałasu na człowieka	155
5.1. Wprowadzenie	155
5.2. Wpływ hałasu na organizm człowieka	165
5.2.1. Wprowadzenie	165
5.2.2. Wpływ hałasu na narząd słuchu	167
5.2.3. Pozasłuchowe skutki działania hałasu	169
5.3. Kryteria oceny szkodliwości hałasu	171
5.3.1. Zagadnienia ogólne	171
5.3.2. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku na stanowiskach pracy	174
5.3.3. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach	175
5.3.4. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku	178
5.4. Hałas infradźwiękowy	181
6. Układy do pomiarów i analizy parametrów drgań i hałasu	183
6.1. Wstęp	183
6.2. Przetworniki	190
6.2.1. Przetworniki pojemnościowe	191
6.2.2. Przetworniki indukcyjne	192
6.2.3. Przetworniki piezoelektryczne	197
6.2.4. Mikrofony	206
6.3. Układy pośredniczące	214
6.3.1. Układy mostkowe	214
6.3.2. Przedwzmacniacze	215
6.3.3. Wzmacniacze	216
6.3.4. Układy różniczkujące i całkujące	218
6.3.5. Filtry	219
6.4. Procesory sygnałów	221
6.5. Układy obserwacji i rejestracji	224
6.6. Specjalne przyrządy pomiarowe	227
6.6.1. Miernik poziomu dźwięku	227
6.6.2. Dozymetry hałasu	230

7. Badania nad procesami wibroakustycznymi	232
7.1. Wstęp	232
7.2. Analiza wyników pomiarów	233
7.2.1. Wprowadzenie	233
7.2.2. Metody analizy sygnałów wibroakustycznych	238
7.2.3. Wprowadzenie do analizy korelacyjnej	240
7.3. Laboratoria wibroakustyczne	245
7.3.1. Wprowadzenie	245
7.3.2. Komora bezdechowa	246
7.3.3. Komora pogłosowa	252
7.3.4. Laboratorium badania właściwości dynamicznych układów wibroizolacyjnych	253
7.4. Pomiary hałasu	255
7.4.1. Wprowadzenie	255
7.4.2. Pomiary poziomu hałasu na stanowiskach pracy	258
7.4.3. Pomiary poziomu hałasu w środowisku	260
7.4.3.1. Pomiary zewnętrznego hałasu przemysłowego	260
7.4.3.2. Pomiary poziomu hałasu drogowego	261
7.4.3.3. Pomiary poziomu hałasu kolejowego	263
7.5. Badania akustyczne w pomieszczeniach	264
7.5.1. Wprowadzenie. Określenia podstawowe	264
7.5.2. Czas pogłosu	268
7.5.3. Metody badania właściwości pola akustycznego w pomieszczeniach	270
7.6. Pomiary parametrów akustycznych maszyn i urządzeń	273
7.6.1. Poziom mocy akustycznej	274
7.6.2. Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł na podstawie pomiarów natężenia dźwięku	278
7.7. Wyznaczanie poziomu ciśnienia akustycznego emisji	281
7.8. Ocena ryzyka zawodowego ze względu na hałas i wibracje	283
8. Metody obniżenia poziomu drgań mechanicznych	287
8.1. Wprowadzenie	287
8.2. Eliminowanie źródeł drgań	290
8.2.1. Wstęp	290
8.2.2. Wyrównowywanie elementów maszyn	292
8.2.2.1. Wyrównowywanie wirników	292
8.2.2.2. Wyrównowywanie mechanizmów płaskich	296
8.2.3. Modyfikacje strukturalne	297
8.2.4. Modyfikacje parametryczne	302
8.3. Tłumienie drgań	304
8.3.1. Wstęp	304
8.3.2. Tłumienie coulombowskie	306
8.3.3. Tłumienie turbulentne	308
8.3.4. Tłumienie materiałowe (wewnętrzne)	308
8.3.5. Tłumienie konstrukcyjne	313
8.4. Pokrycia tłumiące. Konstrukcje wielowarstwowe	313
8.5. Wibroizolacja maszyn i urządzeń	316
8.5.1. Wprowadzenie	316
8.5.2. Ogólne zasady wibroizolacji maszyn	317
8.5.3. Obliczanie sprężyn stalowych	324
8.5.4. Elementy gumowe	327

8.5.5. Korek	328
8.5.6. Sprężyny pneumatyczne	328
8.6. Aktywne układy wibroizolacji	332
9. Metody obniżenia poziomu hałasu	336
9.1. Wstęp	336
9.2. Problemy obniżenia emisji hałasu	342
9.2.1. Wprowadzenie	342
9.2.2. Wybrane metody identyfikacji źródeł hałasu	342
9.2.2.1. Metody bezpośrednie	343
9.2.2.2. Metody statystyczne	344
9.2.2.3. Metody energetyczne i natężeniowe	347
9.2.2.4. Moc akustyczna emitowana przez drgającą płytę	348
9.2.3. Sposoby ograniczania emisji źródeł dźwięku	350
9.2.3.1. Redukcja wymuszenia	351
9.2.3.2. Redukcja współczynnika sprawności promieniowania	351
9.2.3.3. Zmiana warunków aerodynamicznych	354
9.3. Tłumiki	355
9.3.1. Wprowadzenie	355
9.3.2. Tłumiki refleksyjne	358
9.3.3. Tłumiki absorpcyjne	365
9.4. Bierne metody ochrony środowiska przed hałasem	372
9.4.1. Wprowadzenie	372
9.4.2. Adaptacja akustyczna pomieszczeń	374
9.4.3. Stosowanie przegród budowlanych	379
9.5. Obudowy dźwiękochłonno-izolacyjne	385
9.5.1. Wprowadzenie	385
9.5.2. Projektowanie obudów	387
9.5.3. Izolacyjność akustyczna	387
9.5.4. Obudowy częściowo zamknięte	393
9.6. Kabin dźwiękoszczelne	394
9.6.1. Wprowadzenie	394
9.6.2. Zasady projektowania kabin dźwiękoszczelnych	395
9.6.3. Wymagania dotyczące kabin	396
9.7. Ekrany akustyczne	397
9.7.1. Pojęcia i określenia podstawowe	397
9.7.2. Ekrany w pomieszczeniach	400
9.7.3. Ekrany w przestrzeni otwartej	404
9.7.3.1. Podziały ekranów	404
9.7.3.2. Obliczenia akustyczne ekranów	406
9.7.3.3. Ekranowanie przez pasy zieleni	409
9.8. Przykłady rozwiązań technicznych	411
9.9. Aktywne metody zwalczania hałasu	416
9.10. Ochronniki słuchu	419
9.10.1. Ochronniki słuchu i ich klasyfikacja	419
9.10.2. Dobór ochronników słuchu	422
9.10.2.1. Dokładna metoda doboru ochronników słuchu	423
9.10.2.2. Przybliżona metoda doboru ochronników słuchu	425
9.10.3. Właściwości ochronników słuchu	425
9.10.3.1. Zasady użytkowania ochronników słuchu	427

10. Materiały i ustroje w zwalczaniu wibracji i hałasu	430
10.1. Wstęp	430
10.2. Wibroizolatory	431
10.2.1. Dobór wibroizolatorów sprężynowych	431
10.2.2. Układy wibroizolacyjne	436
10.3. Materiały dźwiękochłonne	449
10.3.1. Wprowadzenie	449
10.3.2. Pomiary współczynnika pochłaniania dźwięku	451
10.3.3. Właściwości akustyczne materiałów	453
10.4. Ustroje dźwiękochłonne	461
10.4.1. Omówienie cech ustrojów	461
10.4.2. Ustroje płytowe	462
10.4.3. Ustroje membranowe	463
10.4.4. Ustroje perforowane	464
10.4.5. Pochłaniacze przestrzenne	465
10.4.6. Karty katalogowe	469
Bibliografia	477
Załącznik 1. Najważniejsze akta prawne dotyczące ochrony przeciwhałasowej	483
Załącznik 2. Wykaz niektórych programów komputerowych stosowanych w zwalczaniu hałasu i wibracji	488
Załącznik 3. Ocena akustyczna maszyn. Ocena ryzyka	489
Skorowidz rzeczowy	497