

Spis treści

CZĘŚĆ I. FALE W OŚRODKACH JEDNORODNYCH

Wojciech Szczepiński 1

1. NAPRĘŻENIA, ODKSZTAŁCENIA I PRĘDKOŚCI RUCHU CZĄSTEK OŚRODKA

	3
1.1. Wstęp	3
1.1. Stan naprężenia	4
1.2. Stan odkształcenia	6
1.3. Prędkości odkształcenia	8
1.4. Równania ruchu	9

2. FALE NAPRĘŻEŃ W NIEOGRANICZONYM SPRĘŻYSTYM OŚRODKU IZOTROPOWYM

	13
2.1. Prawo Hooke'a dla sprężystych ośrodków izotropowych	14
2.2. Zależności podstawowe	15
2.2.1. Fale podłużne dylatacyjne	17
2.2.2. Fale ścinania (fale poprzeczne)	17
2.2.3. Uwagi uzupełniające	18
2.3. Mechanika ruchu podstawowych fal naprężeń	19
2.3.1. Płaska fala podłużna (dylatacyjna) w nieograniczonym ośrodku izotropowym	20
2.3.1.1. Rozwiązania równania falowego	20
2.3.1.2. Rozwiązanie metodą charakterystyk	22
2.3.2. Analiza wpływu konwekcyjnej części przyspieszenia na prędkość propagacji fali	25
2.4. Kulista i walcowa fala dylatacyjna	27
2.4.1. Kulista fala dylatacyjna	27
2.4.2. Walcowa fala dylatacyjna	28
2.5. Płaska fala ścinania w nieograniczonym ośrodku izotropowym	30
2.6. Opór akustyczny (impedancja akustyczna)	31
2.7. Osłabianie się fali w ośrodku lepkosprężystym	32

3. FALE NAPRĘŻEŃ W OŚRODKACH IZOTROPOWYCH OGRANICZONYCH POWIERZCHNIAMI ZEWNĘTRZNYMI	39
3.1 Uwagi ogólne	39
3.2. Fala naprężeń podłużnych w smukłym pręcie	39
3.2.1. Teoria elementarna	39
3.2.2. Odbicie fali od końca pręta o skończonej długości	43
3.2.3. Fala odciążania	45
3.2.4. Podłużna fala naprężeń w smukłym pręcie o przekroju kołowym - rozwiązanie Pochhammera - Chree	46
3.2.5. Uwagi o znaczeniu praktycznym	48
3.3. Fale naprężeń w ośrodku ograniczonym dwiema równoległymi płaszczyznami - fale płytowe	49
3.3.1. Uwagi ogólne	49
3.3.2. Teoria elementarna	50
3.3.3. Rozwiązania ścisłe - fale Lamba	51
3.4. Odbicie płaskich fal naprężeń od swobodnej powierzchni ośrodka	54
3.4.1. Przykład odbicia fali naprężeń	56
3.5. Przejście impulsu ściskania przez pasmo z otworem	59
3.6. Fale giętne w prętach	60
4. ZWIĄZKI DYSPEKSYJNE - PRĘDKOŚĆ GRUPOWA	63
4.1. Uwagi ogólne	63
4.2. Prędkość grupowa	64
5. FALE POWIERZCHNIOWE	67
5.1. Fale Rayleigha	67
5.2. Fale Love'a	71
6. FALE NAPRĘŻEŃ W SPRĘŻYSTYCH OŚRODKACH ANIZOTROPOWYCH	75
6.1. Podstawowe zależności fizyczne dla sprężystych ośrodków anizotropowych	75
6.1.1. Związki fizyczne dla sprężystych ośrodków ortotropowych	77
6.2. Zależności ogólne	78
6.3. Fale naprężeń w słabo nieliniowych ośrodkach sprężystych z nabytą ortotropią akustyczną wywołaną istniejącymi w nich naprężeniami	82
7. FALE DYLATACYJNE W OŚRODKACH CIEKŁYCH	91
7.1. Fale płaskie	91
7.2. Fala kulista	93

7.3. Fala walcowa	97
8. FALE DŹWIĘKOWE W POWIETRZU	99
8.1 Fala płaska	99
8.2 Fala kulista	101
9. FALE POWIERZCHNIOWE NA WODZIE	103
9.1. Zależności ogólne	103
9.2. Przybliżona analiza ruchu lokalnego zaburzenia na powierzchni płytkiej wody o poziomym dnie	109
10. DODATEK – CHARAKTERYSTYKI	113
11. LITERATURA DO CZĘŚCI I	115

CZĘŚĆ II. FALE W OŚRODKACH SKOKOWO NIEJEDNORODNYCH

<i>Zbigniew Kotulski</i>	119
1. FALE PRZEMIESZCZEŃ W OŚRODKACH WARSTWOWYCH	121
1.1. Wstęp	121
1.2. Fale przemieszczeń na granicy ośrodków sprężystych	122
1.3. Przejście fali przez warstwę sprężystą	127
2. PRZEJŚCIE FALI PRZEZ WIELE WARSTW. MACIERZ PRZEJŚCIA	131
2.1. Problem w ogólnym sformułowaniu	131
2.2. Przypadek macierzy przejścia o wartościach rzeczywistych	137
3. PRZYPADEK ZEROWEGO KĄTA PADANIA	141
3.1. Równania ogólne	141
3.2. Fala podłużna	142
3.3. Fala poprzeczna	143
4. PRZYPADEK GRANICZNY WIELU WARSTW	145
4.1. Sformułowanie problemu	145
4.2. Ośrodek o budowie okresowej. Przypadek graniczny	145
4.3. Fale sprężyste w ośrodku zhomogenizowanym	149
4.4. Większa liczba warstw w płycie	150
5. PRAWO ZACHOWANIA ENERGII NA GRANICY DWÓCH OŚRODKÓW	153
5.1. Wektor Poyntinga	153
5.2. Przykład obliczeniowy	156

6. IMPULSY FALOWE W JEDNOWYMIAROWYCH OŚRODKACH WARSTWOWYCH	165
6.1. Wprowadzenie	165
6.2. Sformułowanie problemu	167
6.3. Macierz przejścia	170
6.4. Fale w pręcie o budowie okresowej – przypadek graniczny	173
6.5. Numeryczne rozwiązanie problemu i dyskretna transformata Fouriera	176
6.6. Przykład liczbowy	179
7. FALA PŁASKA W DWUWYMIAROWYM OŚRODKU WARSTWOWYM	185
7.1. Wstęp	185
7.2. Sformułowanie problemu	185
7.3. Antypłaski stan przemieszczenia fali wymuszającej	185
7.4. Płaski stan przemieszczenia fali wymuszającej	187
7.5. Fale sprężyste w ośrodku warstwowym	192
7.6. Przykład numeryczny	199
7.7. Podsumowanie	205
8. FALA TERMOSPŘĘŻYSTA W OŚRODKU WARSTWOWYM	207
8.1. Wprowadzenie	207
8.2. Równania ruchu	207
8.3. Powierzchnie nieciągłości i warunki ciągłości	210
8.4. Wymuszenie, warunki brzegowe, warunki początkowe	210
8.5. Wielomiany Legendre’a i macierz przejścia	211
8.6. Warstwowy ośrodek termosprężysty	212
8.7. Przypadek graniczny – homogenizacja	213
8.8. Przypadek szczególny	216
9. LITERATURA DO CZĘŚCI II	221
CZĘŚĆ III. FALE W OŚRODKACH BIOLOGICZNYCH	
<i>Andrzej Nowicki</i>	225
1. ROZCHODZENIE SIĘ FAL ULTRADŹWIĘKOWYCH W TKANKACH	227
1.1. Wprowadzenie	227
1.2. Oscylator mechaniczny	227
1.3. Energia drgań	231

1.4. Fale w ośrodkach jednorodnych –równanie falowe	232
1.4.1. Równanie stanu dla cieczy	232
1.4.2. Równanie sił Eulera	234
1.4.3. Równanie ciągłości	235
1.4.4. Potencjał prędkości akustycznej	236
1.5. Impedancja akustyczna	239
1.6. Energia, natężenie i moc fali akustycznej	241
1.7. Odbicie i załamanie fali	243
2. PROMIENIOWANIE ŹRÓDEŁ ULTRADŹWIĘKOWYCH	249
2.1 Wprowadzenie	249
2.2. Promieniowanie pulsującej kuli	249
2.3. Promieniowanie przetwornika płaskiego	253
2.3.1. Funkcja Greena	253
2.3.2. Pole dalekie	256
2.3.3. Pole bliskie	261
2.4. Promieniowanie przetworników prostokątnych	264
2.4. Przetworniki sferyczne	266
3. LITERATURA DO CZĘŚCI III	271

