Spis treści

PRZEDMOWA 9

Rozdział 1: Wiadomości wstępne 13

Wykład 1

1.1. Istota, występowanie i znaczenie drgań 13
1.2. Modele układów drgających 14
1.3. Modele oddziaływań wzbudzających drgania 16
1.4. Klasyfikacja drgań 17
1.5. Składanie drgań harmonicznych 18
1.6. Analiza harmoniczna drgań okresowych 23
1.7. Budowanie równań ruchu układów drgających 26

Pytania sprawdzające do wykładu 1 29

Rozdział 2: Drgania układu liniowego o jednym stopniu swobody 31

Wykład 2

2.1. Modele fizyczne układów o jednym stopniu swobody 31
2.2. Nieliniowe równanie ruchu i jego lokalna linearyzacja 32
2.3. Rozwiązanie liniowego równania drgań swobodnych 35
2.4. Logarytmiczny dekrement tłumienia 40

Pytania sprawdzające do wykładu 2 44

Wykład 3

2.5. Istota i przykłady drgań wymuszonych 45
2.6. Model matematyczny oscylatora liniowego z wymuszeniem harmonicznym 46
2.7. Rozwiązanie równania ruchu oscylatora liniowego z wymuszeniem harmonicznym 47
2.8. Drgania oscylatora liniowego przy wymuszeniu bezwładnościowym 53
2.9. Drgania oscylatora liniowego przy wymuszeniu kinematycznym 55
2.10. Amortyzacja drgań 57

Pytania sprawdzające do wykładu 3 60

Wykład 4

2.11. Zasada superpozycji i drgania przy wymuszeniu poliharmonicznym 61
2.12. Drgania oscylatora liniowego przy wymuszeniu dowolnym 63
2.13. Zastosowanie liczb zespolonych do badania drgań z wymuszeniem harmonicznym 66
2.14. Przykłady uzupełniające 67

Pytania sprawdzające do wykładu 4 73

Rozdział 3: Badanie i interpretacja drgań na płaszczyźnie fazowej 74

Wykład 5

3.1. Płaszczyzna fazowa, trajektoria fazowa, obraz fazowy 74
3.2. Punkty osobliwe układu liniowego 78
3.3. Izokliny i trajektorie proste w obrazie fazowym 83

Pytania sprawdzające do wykładu 5 86

Wykład 6

3.4. Mnogość punktów osobliwych i ich stateczność 87
3.5. Trajektorie separujące 91
3.6. Szkicowanie trajektorii i obrazów fazowych. Metoda izoklin 93

Pytania sprawdzające do wykładu 6 96

Rozdział 4: Drgania układów liniowych o wielu stopniach swobody 97

Wykład 7

4.1. Ogólna postać równań ruchu układów liniowych o wielu stopniach swobody 97
4.2. Drgania swobodne nietłumione 99
4.3. Postać ruchu odpowiadająca zerowej częstości własnej 105
4.4. Drgania swobodne tłumione 108

Pytania sprawdzające do wykładu 7 111

Wykład 8

4.5. Drgania nietłumione wymuszone harmonicznie 112
4.6. Drgania tłumione z wymuszeniem harmonicznym 116
4.7. Dynamiczny eliminator drgań 118
4.8. Drgania układów liniowych o wielu stopniach swobody przy wymuszeniu dowolnym 126

Pytania sprawdzające do wykładu 8 127

Rozdział 5: Drgania liniowych układów ciągłych 129

Wykład 9

5.1. Wiadomości wstępne o ciągłych układach drgających 129
5.2. Drgania swobodne struny 130
5.3. Drgania swobodne podłużne pręta 138
5.4. Drgania swobodne skrętne wału 141

Pytania sprawdzające do wykładu 9 144

Wykład 10

5.5. Równanie drgań poprzecznych belki 145
5.6. Drgania swobodne belki bez tłumienia 146
5.7. Dyskretyzacja zagadnienia drgań swobodnych belki – metoda Rayleigha 156

Pytania sprawdzające do wykładu 10 160

Wykład 11

5.8. Drgania belki wymuszone rozłożoną siłą harmoniczną ... 161
5.9. Drgania belki wymuszone skupioną siłą harmoniczną ... 166
5.10. Drgania belek wymuszone kinematycznie ... 168

Pytania sprawdzające do wykładu 11 ... 172

Rozdział 6: Drgania układów nieliniowych ... 173

Wykład 12

6.1. Pochodzenie i rodzaje nieliniowości układów drgających ... 173
6.2. Właściwości nieliniowych drgań swobodnych nietłumionych ... 178
6.3. Drgania swobodne tłumione tarciem suchym ... 181

Pytania sprawdzające do wykładu 12 ... 184

Wykład 13

6.4. Pochodzenie wymuszeń i ich modele matematyczne ... 185
6.5. Właściwości nieliniowych drgań wymuszonych nietłumionych ... 186
6.6. Wpływ tłumienia na rezonans układu z nieliniową charakterystyką sprężystą ... 191
6.7. Rezonans ultra-sub-harmoniczny ... 192

Pytania sprawdzające do wykładu 13 ... 193

Rozdział 7: Drgania parametryczne ... 194

Wykład 14

7.1. Istota drgań parametrycznych ... 194
7.2. Przykłady drgań parametrycznych w technice ... 195
7.3. Przykładowa analiza równania Hilla – rezonans parametryczny ... 203

Pytania sprawdzające do wykładu 14 ... 208

Rozdział 8: Drgania samowzbudne ... 209

Wykład 15

8.1. Istota układów i drgań samowzbudnych ... 209
8.2. Podstawowe właściwości drgań samowzbudnych ... 209
8.3. Przykłady drgań samowzbudnych w technice ... 212

Pytania sprawdzające do wykładu 15 ... 219

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA ... 220