

Spis treści

Przedmowa	9
 1	
Tolerancje i pasowania wymiarów liniowych	11
1.1. Wiadomości podstawowe	11
1.2. Układ tolerancji wg PN-EN 20286-1:1996 i PN-89/M-02103	14
1.2.1. Tolerancje normalne dla wymiarów nominalnych do 500 mm	14
1.2.2. Obliczanie tolerancji normalnych dla wymiarów nominalnych powyżej 500 do 3150 mm wg PN-EN 20286-1:1996	16
1.2.3. Obliczanie tolerancji normalnych dla wymiarów nominalnych powyżej 3150 do 10 000 mm wg PN-89/M-02103	16
Zadania	18
1.3. Obliczanie pasowań otworów i wałków	21
Zadania	21
 2	
Sprawdziany do otworów i wałków oraz wymiarów mieszanych	54
2.1. Tolerancje i obliczanie sprawdzianów do otworów	54
Zadania	57
2.2. Tolerancje i obliczanie sprawdzianów do wałków	64
Zadania	67
2.3. Tolerancje i obliczanie sprawdzianów wymiarów mieszanych	69
Zadania	77
 3	
Rachunek błędów pomiarów	81
3.1. Wiadomości podstawowe	81
3.2. Zagadnienia podstawowe wybrane z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej	83

Zadania	84
3.3. Błędy przypadkowe w pomiarach bezpośrednich równej dokładności	93
3.3.1. Oszacowanie niepewności pomiaru metodą typu A	93
Zadania	95
3.3.2. Wybrane zagadnienia uzupełniające analizę błędów przypadkowych	104
3.3.2.1. Konieczna liczba pomiarów	104
3.3.2.2. Porównywanie wartości średnich	105
3.3.2.3. Porównywanie dwóch wariancji	106
3.3.2.4. Sprawdzenie normalności rozkładu	107
Zadania	109
3.4. Błędy przypadkowe w pomiarach pośrednich	116
3.4.1. Metoda błędu średniego kwadratowego	116
3.4.2. Metoda różniczki zupełnej	118
3.4.3. Metoda pochodnej logarytmicznej	118
3.4.4. Uzupełniające wiadomości z rachunku błędów przypadkowych w pomiarach pośrednich	119
Zadania	120
3.5. Błędy systematyczne najczęściej spotykane w metrologii technicznej długości i kąta	134
3.5.1. Błąd temperaturowy	134
Zadania	135
3.5.2. Błąd spowodowany odkształceniem powierzchniowym	137
Zadania	139
3.5.3. Błąd spowodowany odkształceniem sprężystym występującym na skutek nacisku zewnętrznego oraz własnego ciężaru	140
Zadania	143
3.6. Błędy nadmierne – metody wykluczania z wyników pomiarów	143
3.6.1. Kryterium wykluczania przy znanym średnim błędzie kwadratowym	143
3.6.2. Kryterium wykluczania przy nieznanym błędzie średnim kwadratowym	144
Zadania	145

4

Analiza wymiarowa 147

4.1. Działania matematyczne na wymiarach tolerowanych	147
4.1.1. Metody obliczeń	147
4.1.2. Dodawanie wymiarów tolerowanych	148
Zadania	149
4.1.3. Odejmowanie wymiarów tolerowanych	150
Zadania	151
4.1.4. Mnożenie wymiarów tolerowanych	152
4.1.4.1. Mnożenie przez stałą k	152
Zadania	153
4.1.4.2. Mnożenie wymiaru przez wymiar	154
Zadania	155
4.1.5. Dzielenie wymiarów tolerowanych	156
4.1.5.1. Dzielenie przez stałą k	156

4.1.5.2. Dzielenie wymiaru przez wymiar	156
Zadania	157
4.1.6. Podnoszenie do kwadratu	158
4.1.7. Pierwiastkowanie	158
4.1.8. Działania złożone	158
Zadania	160
4.2. Łańcuchy wymiarowe	162
4.2.1. Definicje podstawowe	162
4.2.2. Rodzaje łańcuchów wymiarowych	163
4.2.3. Obliczanie łańcuchów wymiarowych	165
4.2.3.1. Łańcuchy proste	165
4.2.3.2. Łańcuchy płaskie złożone	166
Zadania	167
4.2.3.3. Łańcuchy przestrzenne	168
Zadania	169
4.3. Zamienność części maszyn	172
4.3.1. Zasady ogólne	172
4.3.2. Obliczanie tolerancji wymiarów składowych w zamienności całkowitej	172
4.3.2.1. Metoda jednakowej tolerancji	173
4.3.2.2. Metoda jednakowej klasy tolerancji	174
4.3.2.3. Metoda jednakowego wpływu	174
4.3.2.4. Metoda minimum kosztów	175
Zadania	176
4.3.3. Obliczanie tolerancji wymiarów składowych w zamienności częściowej	184
4.3.3.1. Metoda jednakowej tolerancji	185
4.3.3.2. Metoda jednakowej klasy tolerancji	185
4.3.3.3. Metoda jednakowego wpływu	186
4.3.3.4. Metoda minimum kosztów	186
Zadania	186