

SPIS TREŚCI

	Str.
Przedślowie	7
1. Wstęp: ekonomiczne podstawy, filozoficzne ujęcie i definicja pomiarów, podstawowa literatura pomocnicza	8
2. Cel pomiarów maszyn: cybernetyczne ujęcie przepływu informacji, kierunki i zadania pomiarów, banki informacji	10
3. Grupy pomiarów: eksploatacyjne, przyspieszone (elementarne, modelowe, poligonowe)	13
4. Rodzaje i metody pomiarowe: niszczące i nieniszczące, obserwacja, pomiary elektryczne i tensometryczne, metoda kruchych i elastooptycznych pokryw, metoda elastooptyczna, metody defektoskopowe, metoda izotopowa, metoda radiologiczna, metoda magnetyczna	18
5. Technika pomiaru: podstawowe kanony, hipoteza robocza, program pomiarów, obiekt i warunki pomiarowe, metoda i aparatura pomiarowa (kryteria wyboru), wybór próbki (losowość i liczebność), ekipa pomiarowa, harmonogram pracy badawczej, przeprowadzenie pomiaru, opracowywanie wyników (przrzędy i aparatura pomocnicza), przechowywanie wyników	26
6. Pisanie sprawozdań dysertacji i publikacji: cechy pracy naukowej, dyspozycja pracy, porady dla początkujących, forma zewnętrzna pracy	60
7. Analiza statystyczna wyników pomiarowych	68
7.1. Podstawowe pojęcia w doświadczalnictwie (błąd przypadkowy i systematyczny), szereg nieugrupowany i rozdzielczy, wartość średnia, gęstość rozkładu, wariancja, odchylenie standardowe, gęstość rozkładu, obliczanie statystyk, średnia modalna, mediana, współczynnik zmienności, estymator	68
7.2. Prawo rozkładu normalnego błędów: funkcja gęstości rozkładu, warunki istnienia rozkładu normalnego, korzyści stąd płynące, reguła 3 σ , rozkład standaryzowany	74
7.3. Dystrybucja zmiennej skokowej i ciągłej: definicja, częstość skumulowana	76
7.4. Inne typy rozkładów: asymetryczne, zmiennej skokowej i ciągłej, rozkład typu J, U, Poissona, Weibulla-Gniedienki, gamma, mieszane	77

7.5.	Sprawdzanie rozkładu normalnego: siatka rozkładu normalnego, testy wiarygodności (χ^2 Pearsona, Kołmogorowa i Smirnowa)	81
7.6.	Zmienna losowa χ^2 (chi-kwadrat) i jej funkcja rozkładu: zmienna losowa χ^2 , stopnie swobody, tablice rozkładu χ^2	83
7.7.	Test istotności χ^2 : hipoteza zerowa i alternatywna, błąd pierwszego i drugiego rodzaju, poziom istotności, postępowanie przy badaniu hipotez, statystyka χ^2 - Pearsona, funkcja wiarygodności	85
7.8.	Przedziały ufności: poziom ufności	90
7.9.	Rozkład t-Studenta (Gosseta): zmienna losowa t-Studenta, przedział ufności dla średniej μ rozkładu normalnego	91
7.10.	Korelacja i regresja: definicje, kowariancja i współczynnik korelacji dla próby i dla populacji, powierzchnia normalna (dzwonowa), regresja liniowa, stosunek korelacji	94
7.11.	Metoda najmniejszych kwadratów: istota metody, wyrównywanie wg prostej i wg paraboli, układ równań warunkowych i normalnych, nierównoważność pomiarów	100
7.12.	Technika rozwiązywania równań normalnych i ocena dokładności współczynników liczbowych: macierz układu równań normalnych, rozwiązywanie układu równań normalnych za pomocą schematu zwartego, macierz odwrotna, przedział ufności dla ocen współczynników a_j , ocena odchylenia standardowego	105
7.13.	Wyrównywanie krzywych pomiarowych za pomocą ortogonalnych wielomianów Czebyszewa: twierdzenie Weierstrassa, zapis Gaussa i macierzowy układ równań normalnych, ortogonalne wielomiany Czebyszewa, współczynniki liczbowe i rozwiązywanie równań normalnych za pomocą wielomianów Czebyszewa, tablice wielomianów Czebyszewa, Fishera i Yatesa	113
7.14.	Szacowanie granicznego błędu układu pomiarowego: błąd aparatury, odczytu, zapisu, rachunkowy, silnie wyróżniającego się wyniku, niewłaściwej metody pomiarowej, niewłaściwej hipotezy, praw i stałych fizycznych, błąd przypadkowy i systematyczny, uchwytny i nieuchwytny, błąd bezwzględny i względny, błędy funkcji algebraicznych	119
7.15.	Wykrywanie błędów systematycznych: kryterium Abbego, tablica prawdopodobieństwa przesuniętej średniej wartości, postępowanie obliczeniowe	131
7.16.	Odrzucanie silnie różniących się wyników pomiarowych: metoda i tablica Grubbsa, postępowanie obliczeniowe	133
7.17.	Wykreślanie eksperymentalnych wykresów: dobór rodziny krzywych, linearyzacja wykresu w nowym układzie współrzędnych, metoda średnich	135

8. Podstawowe wiadomości o procesach stochastycznych (losowych) . .	139
8.1. Determistyczne i probabilistyczne ujmowanie procesów technicznych, definicja procesu stochastycznego z czasem dyskretnym i ciągłym	139
8.2. Podstawowe wielkości procesu stochastycznego: wartość przeciętna, wartość średnia lub oczekiwana, nadzieja matematyczna, wariancja, kowariancja, funkcja auto- i interkorelacyjna, proces stacjonarny i ergodyczny	140
8.3. Badanie procesu stochastycznego za pomocą funkcji korelacyjnej, własności funkcji korelacyjnej, unormowana funkcja korelacyjna, korelogram	144
8.4. Wyznaczanie charakterystyk procesu stochastycznego niestacjonarnego: rodzaje zapisu procesu stochastycznego (ciągły lub dyskretny), sposoby obróbki matematycznej („ręczna”, pół- i zautomatyzowana), obliczanie oceny średniej wartości, wariancji i funkcji korelacyjnej	147
8.5. Wyznaczanie charakterystyk procesu stacjonarnego	151
8.6. Wyznaczanie charakterystyk procesu ergodycznego: obliczanie oceny wartości średniej, wariancji i funkcji korelacyjnej przy zapisie ciągłym i dyskretnym	153
8.7. Funkcja korelacji wzajemnej dwóch procesów stochastycznych: zastosowania, definicja, obliczanie oceny funkcji interkorelacji dla procesów niestacjonarnych, stacjonarnych i ergodycznych	157
8.8. Wybór okresu pomiarowego T i liczby pomiarów: warunki wyboru okresu obserwacji, odległość przekrojów czasowych, maksymalny „krok” czasowy przy obliczaniu funkcji korelacyjnej .	160
8.9. Aproksymacja charakterystyk procesu losowego	162
8.10. Szacowanie dokładności oceny charakterystyk procesu stochastycznego za pomocą przedziału ufności: Szacowanie przedziału ufności dla oceny średniej wartości i wariancji dla procesu niestacjonarnego, stacjonarnego i ergodycznego, warunki ważności dla rozkładu nienormalnego . .	162
8.11. Wyznaczanie funkcji korelacyjnej za pomocą korelatorów elektronicznych: zasada działania, pomiar wariancji i kowariancji	164
9. Badanie wytrzymałości zmęczeniowej maszyn roboczych ciężkich w zakresie trwałości ograniczonej	166
9.1. Determistyczna i probabilistyczna wytrzymałość konstrukcji: krzywe prawdopodobieństwa wytrzymałości	166
9.2. Ograniczona wytrzymałość zmęczeniowa materiału: krzywa Wöhlera (charakterystyka zmęczeniowa), wpływ poziomu naprężenia i liczby jego zmian na trwałość konstrukcji	170
9.3. Hipoteza liniowej kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych Minera-Palmgrena: związki matematyczne	171

9.4. Praktyczne wykorzystanie hipotezy Minera-Palmgren: obliczanie trwałości konstrukcji w zakresie ograniczonej wytrzymałości zmęczeniowej, przyspieszone badania zmęczeniowe, histogram naprężeń, ręczne i automatyczne opracowywanie histogramu, kryterium przekroczeń maksimów przedziału czasowego	172
9.5. Klasyfikator ZPT-274: charakterystyka, programy działania, błąd pomiaru	175
9.6. Przyspieszone metody wyznaczania parametrów wytrzymałości zmęczeniowej: warunki wyznaczania charakterystyki zmęczeniowej na próbkach, metoda Prota, Locati i Hajduka	178
Spis literatury	185