

Podręcznik stanowi kompendium wiedzy z metrologii – dziedziny wiedzy towarzyszącej człowiekowi od dawna, zarówno w życiu codziennym, jak i w procesach wytwarzania wszelkich dóbr. Różne urządzenia pomiarowe są zainstalowane w domach i samochodach, spotyka się je w sklepach i na stacjach benzynowych. Szczególną rolę odgrywają pomiary w przedsiębiorstwach – dzięki nim można sterować procesami produkcyjnymi i kontrolować jakość wykonanych w wyrobów. Rozwój metrologii zapewnia produkcję coraz bardziej niezawodnych i bezpiecznych maszyn i urządzeń.

Spis treści

Wstęp

Rozdział 1. Metrologia — przedmiot i zadania

- 1.1. Przedmiot metrologii
 - 1.2. Rola i zadania metrologii współczesnej w procesach produkcyjnych
 - 1.3. Główny Urząd Miar i inne instytucje ważne dla metrologii
 - 1.4. Normy i ich znaczenie dla metrologii
- Pytania kontrolne

Rozdział 2. „Wielkość”, „pomiar”, „wzorzec”, „przyrząd pomiarowy” i inne pojęcia metrologiczne

- 2.1. Wielkość — definicja i znaczenie
 - 2.2. Pomiar we współczesnej metrologii jako źródło informacji, przykłady
 - 2.2.1. Wartość wielkości, przykłady
 - 2.2.2. Rozkłady wielkości, charakterystyki, funkcjonały i transformaty wielkości
 - 2.3. Wzorzec — definicja i podział
 - 2.4. Przyrządy pomiarowe — podział i charakterystyka
 - 2.5. Metody pomiarowe — charakterystyka i podział
- Pytania kontrolne

Rozdział 3. Czujniki i przetworniki pomiarowe

- 3.1. Właściwości czujników i przetworników pomiarowych
 - 3.1.1. Charakterystyka statyczna
 - 3.1.2. Charakterystyka dynamiczna
 - 3.2. Rodzaje czujników
 - 3.2.1. Czujnik a przetwornik
 - 3.2.2. Klasyfikacje czujników ze względu na sygnał
 - 3.2.3. Czujniki generacyjne i parametryczne
 - 3.2.4. Dobór czujnika do obiektu
 - 3.3. Przetwarzanie analogowe sygnału
 - 3.3.1. Filtracja sygnału
 - 3.3.2. Wzmacnianie sygnału
 - 3.3.3. Separacja galwaniczna
 - 3.3.4. Inne rodzaje kondycjonowania
 - 3.4. Przetwarzanie analogowo-cyfrowe
 - 3.4.1. Kwantowanie i próbkowanie
 - 3.4.2. Warunki doboru przetworników A/C
 - 3.4.3. Przetworniki o porównaniu bezpośrednim
 - 3.4.4. Przetworniki całkujące
 - 3.4.5. Przetworniki przyrostowe
 - 3.5. Czujniki inteligentne
- Pytania kontrolne

Rozdział 4. Międzynarodowy Układ Jednostek Miar (SI) i inne jednostki

- 4.1. Wielkości podstawowe i jednostki podstawowe układu SI
 - 4.2. Wielkości pochodne i jednostki pochodne
 - 4.3. Legalne jednostki miar spoza układu SI
 - 4.4. Nowe podejście w definiowaniu jednostek miar
 - 4.5. Jednostki anglosaskie
 - 4.6. Jednostki historyczne staropolskie i europejskie
- Pytania kontrolne

Rozdział 5. Błędy pomiaru i jego składowe, niepewność pomiaru

- 5.1. Pojęcia podstawowe
 - 5.1.1. Wartość prawdziwa wielkości podlegającej pomiarowi
 - 5.1.2. Błędy, oddziaływania i poprawki
 - 5.1.3. Niepewność pomiaru
- 5.2. Rozważania praktyczne
- 5.3. Maksymalny błąd graniczny przyrządu pomiarowego
- 5.4. Błąd rozdzielczości
- 5.5. Błąd paralaksy

- 5.6. Błąd interpolacji
- 5.7. Całkowity błąd odczytu
- 5.8. Błędy spowodowane oddziaływaniami cieplnymi
- 5.9. Błędy nadmierne
- Pytania kontrolne

Rozdział 6. Wyrażanie i wyznaczanie niepewności pomiaru według przewodnika ISO

- 6.1. Niepewność pomiaru — podstawowe definicje
 - 6.1.1. Obliczanie niepewności standardowej
 - 6.1.2. Obliczanie złożonej niepewności standardowej
 - 6.1.3. Obliczanie niepewności rozszerzonej
- 6.2. Procedura obliczania i wyrażania niepewności
- 6.3. Opracowanie wyniku pomiaru
- 6.4. Rozkłady prawdopodobieństwa najczęściej wykorzystywane w praktyce metrologicznej
 - 6.4.1. Krzywa rozkładu normalnego (krzywa Gaussa, krzywa dzwonowa)
 - 6.4.2. Standaryzacja rozkładu normalnego
 - 6.4.3. Rozkład t-Studenta
 - 6.4.4. Krzywa rozkładu jednostajnego (równomiernego, prostokątnego)
 - 6.4.5. Krzywa rozkładu trójkątnego — Simpsona
- 6.5. Budżet niepewności pomiaru
- 6.6. Przykłady wyznaczania niepewności pomiaru
- Pytania kontrolne

Rozdział 7. Pomiary wielkości geometrycznych

- 7.1. Specyfikacja geometrii wyrobów (GPS)
 - 7.1.1. Zasady wymiarowania i tolerowania
 - 7.1.2. Tolerancje geometryczne
 - 7.1.3. Tolerowanie stożków, gwintów i kół zębatych
- 7.2. Wzorce i przyrządy do pomiaru długości i kąta
 - 7.2.1. Wzorce długości i kąta
 - 7.2.2. Inkrementalne i kodowe układy pomiarowe
 - 7.2.3. Płytki wzorcowe, wałeczki pomiarowe i kulki pomiarowe
 - 7.2.4. Czujniki pomiarowe
 - 7.2.5. Maszyny pomiarowe
- 7.3. Pomiary długości
 - 7.3.1. Pomiar długości z użyciem płytek wzorcowych
 - 7.3.2. Pomiar długości suwmiarką i mikrometrem
 - 7.3.3. Pomiary otworów
- 7.4. Pomiary kąta
 - 7.4.1. Pomiary pośrednie kątów
 - 7.4.2. Pomiary kątów kątomierzami
- 7.5. Pomiary odchyłek geometrycznych i struktury geometrycznej powierzchni
 - 7.5.1. Pomiary odchyłek kształtu
 - 7.5.2. Parametry opisujące chropowatość i falistość powierzchni
 - 7.5.3. Profilometrię
 - 7.5.4. Metody optyczne i metody optoelektroniczne
- 7.6. Współrzędnościowa technika pomiarowa
 - 7.6.1. Istota współrzędnościowej techniki pomiarowej
 - 7.6.2. Budowa i wyposażenie współrzędnościowych maszyn pomiarowych
 - 7.6.3. Możliwości współrzędnościowych maszyn pomiarowych
- Pytania kontrolne

Rozdział 8. Pomiary wielkości elektrycznych

- 8.1. Pomiar napięcia i prądu
 - 8.1.1. Wartość średnia i wartość skuteczna
 - 8.1.2. Ustroje analogowych przyrządów pomiarowych
 - 8.1.3. Oscyloskop analogowy i oscyloskop cyfrowy
 - 8.1.4. Eliminacja zakłóceń i wpływów
- 8.2. Pomiar mocy i energii elektrycznej
 - 8.2.1. Moc i energia prądu stałego
 - 8.2.2. Moc i energia czynna, bierna i pozorna prądu przemiennego
 - 8.2.3. Przyrządy do pomiaru mocy i energii elektrycznej
- 8.3. Pomiar rezystancji
 - 8.3.1. Metody pomiaru rezystancji
 - 8.3.2. Przyrządy do pomiaru rezystancji
- 8.4. Pomiar impedancji
 - 8.4.1. Pojęcie impedancji
 - 8.4.2. Metody pomiaru pojemności
 - 8.4.3. Metody pomiaru indukcyjności
- 8.5. Ochrona przeciwporażeniowa
 - 8.5.1. Układy sieci elektroenergetycznej

8.5.2. Metody ochrony przeciwporażeniowej
8.5.3. Rola uziemienia w ochronie przeciwporażeniowej i technice pomiarowej
Pytania kontrolne

Rozdział 9. Pomiary wielkości mechanicznych

9.1. Pomiar kąta i prędkości kątowej
9.1.1. Metody czasowe i metody częstotliwościowe
9.1.2. Przetworniki generacyjne
9.1.3. Przetworniki indukcyjne i przetworniki magnetoindukcyjne
9.1.4. Przetworniki obrotowo-impulsowe
9.2. Pomiar przemieszczenia i prędkości liniowej
9.2.1. Metody pomiaru przemieszczeń
9.2.2. Pomiary tachometryczne
9.2.3. Pomiary fazowe i czasowe w pomiarach odległości
9.2.4. Grubościomierze ultradźwiękowe
9.2.5. Dalmierze laserowe i dalmierze ultradźwiękowe
9.3. Pomiar drgań
9.3.1. Zjawiska wykorzystywane w pomiarach przyspieszeń
9.3.2. Klasyczne układy do pomiaru drgań
9.3.3. Bezkontaktowe układy do pomiaru drgań
9.4. Pomiar sił
Pytania kontrolne

Rozdział 10. Pomiary wielkości termodynamicznych i hydraulicznych

10.1. Pomiar temperatury
10.1.1. Stykowe metody pomiaru temperatury
10.1.2. Bezstykowe metody pomiaru temperatury
10.2. Pomiar wilgotności
10.2.1. Wilgotność względna i bezwzględna
10.2.2. Czujniki do pomiaru wilgotności
10.3. Pomiar ciśnień i ich różnicy
10.3.1. Ciśnienie bezwzględne, względne i różnicowe
10.3.2. Hydrostatyczne metody pomiaru ciśnień
10.3.3. Przetworniki do pomiaru ciśnienia
10.4. Pomiar strumienia objętości i masy płynów
10.4.1. Strumień objętości a strumień masy
10.4.2. Metody pomiaru strumienia
10.4.3. Przepływomierze przemysłowe
10.5. Pomiar mocy i energii cieplnej
10.5.1. Entalpia wody i pary wodnej
10.5.2. Realizacja pomiaru strumienia ciepła
10.5.3. Ciepłomierze stosowane w rozliczeniach
Pytania kontrolne

Rozdział 11. Spójność pomiarowa, hierarchiczny układ sprawdzeń

11.1. Spójność pomiarowa
11.2. Wzorcowanie (kalibracja) wyposażenia pomiarowego
11.2.1. Wzorcowanie czujnika tarczowego mechanicznego
11.2.2. Wzorcowanie mikrometru
11.2.3. Wzorcowanie współrzędnościowych maszyn pomiarowych
11.3. Klasyfikacja środków pomiarowych
11.4. Zasada budowy i charakterystyka hierarchicznego układu sprawdzeń
11.4.1. Układ sprawdzeń jednostki masy
11.4.2. Układ sprawdzeń dla przyrządów do pomiaru długości, wzorcowanych za pomocą płytek wzorcowych
11.4.3. Układ sprawdzeń dla przyrządów do pomiaru długości, wzorcowanych za pomocą wzorców kreskowych
11.5. Laboratoria wzorcujące i badawcze (rola PCA)
11.6. Nadzorowanie wyposażenia pomiarowego
Pytania kontrolne

Rozdział 12. Prawna kontrola metrologiczna

12.1. Prawo o miarach, ocena zgodności i akty wykonawcze
12.2. Organizacja nadzoru metrologicznego
12.3. Międzynarodowa Organizacja Metrologii Prawnej (OIML)
Pytania kontrolne

Słownik ważniejszych pojęć

Bibliografia

Indeks