

SPIS TREŚCI

Prezumer	12
Wykaz symboli	13
Rozdział I	
Wstęp. Podstawowe pojęcia i definicje pomiarowe	
1.1. Uwagi wstępne: zakres, celność, klasyfikacja mierników pomiarowych	15
1.2. Podstawowe pojęcia. Znaczenie podstawowych	16
1.3. Właściwości statyczne urządzeń pomiarowych	22
1.3.1. Podstawowe statyczne właściwości metrologiczne	22
1.3.2. Czynności, błądów	23
1.3.3. Zakres pomiarowy, czasy, stabilność	24
1.3.4. Impulsowość oraz inne właściwości i wyjątki	24
1.3.5. Błędy pomiarowe	25
1.4. Metody i główne rodzaje pomiarów	26
1.4.1. Metody pomiarowe	26
1.4.2. Rodzaje pomiarów	26
1.4.2.1. Rodzaje z obserwacją bezpośrednią	26
1.4.2.2. Rodzaje z równoważeniem dynamicznym	31
1.4.2.3. Rodzaje z użyciem wzorów	34
1.4.3. Elementy układów pomiarowych	37
1.4.4. Wzajemne zależności pomiarowe	38
1.5. Źródła informacji: sygnał, wzmacniacz, zapis	39
1.5.1. Sygnał analogowy	39
1.5.2. Sygnał cyfrowo-kodowy	39
1.5.3. Przetwarzanie sygnałów analogowych na cyfrowo-kodowe	40
1.5.4. Rejestrowanie analogowe	41
1.5.5. Wzmacniacz sygnału, zapis cyfrowy i kodowy	42
1.5.6. Rozdzielczość sygnału pomiarowego	43
1.6. Pomiar właściwości dynamicznych w czasie (Pomiary dynamiczne)	46
1.6.1. Opis dynamicznych właściwości układów pomiarowych	47
1.6.2. Właściwości dynamiczne układów pomiarowych	48
1.6.3. Ogólne zasady pomiarów	51
1.6.4. Równania dynamiczne układów pomiarowych	52
1.6.5. Uśrednianie pomiarów jako lista danych informacyjnych	54
1.6.5.1. Zakresy listy informacyjnej od klasy układów pomiarowych	55
1.6.5.2. Zakresy listy informacyjnej od ogólności pomiarów	55
1.7. Wymagania właściwości dynamicznych pomiarów i elementów urządzeń pomiarowych	56
1.7.1. Właściwości dynamiczne pomiarów	57
1.7.1.1. Model idealnego pomiaru	57

1.1.1.2. Wzajemny model termiczny i oporności, wstępny	59
1.1.1.3. Uproszczony model termiczny	59
1.1.1.4. Metoda charakterystycznego parametru γ (metoda Löttersgala)	62
1.1.1.5. Empiryczne wyznaczanie dynamicznych właściwości termicznych do szereg specjalnych	63
1.1.1.6. Wpływowych właściwości ciepła α . Wpływ promieniowania	64
1.1.2. Właściwości dynamiczne przetworów i elementów mechanicznych	65
1.1.2.1. Właściwości dynamiczne właściwości płynów	66
1.1.2.2. Właściwości dynamiczne elementów elastycznych	69
1.1.3. Właściwości dynamiczne przetworów chemicznych i fizyo-chemicznych	73
1.1.3.1. Właściwości dynamiczne parametrów i zmiennych szkieletu	75
1.2. Rozważania do wartościowania elementów oraz własności właściwych	74
1.2.1. Odporność na szkodliwą wartość elementów	74
1.2.2. Umiejętności w ocenie ogólnym wybuchem	75
1.2.3. Właściwości umiarkowanych pomiarów	75
1.2.4. Obciążenie i kontrola	76
1.3. Rozważania ogólnego pomiaru	76
1.3.6. Międzynarodowy układ jednostek SI	76

Spis treści

Pomiar właściwości mechanicznych

2.1. Uwagi wstępne	82
2.2. Przetworstwa analogowe właściwości mechanicznych na ogólnie szkieletowy	82
2.2.1. Przetworstwa operacyjne szkieletu	83
2.2.2. Przetworstwa termodynamiczne-ogólnie	86
2.2.2.1. Zasada przetwarzania, szkielet termiczny	87
2.2.2.2. Wpływ	88
2.2.2.3. Technologia i rodzaje przetworów	91
2.2.2.4. Techniczny przetwarzanie	91
2.2.2.5. Właściwości pomiarowe	91
2.2.3. Przetworstwa magnetyczne	91
2.2.3.1. Przetworstwa indukcyjnościowe	91
2.2.3.2. Przetworstwa transformatorów	97
2.2.3.3. Przetworstwa magnetoindukcyjne	100
2.2.4. Przetworstwa pojemnościowe	100
2.3. Przetwarzanie dydaktyczne właściwości mechanicznych	100
2.4. Pomiar czasu	100
2.4.1. Cyfrowy metoda pomiaru czasu	100
2.4.2. Analogowa szkieletu pomiaru czasu	100
2.5. Umiejętności do pomiaru właściwości mechanicznych wykorzystujące przetworstwa szkieletu	111
2.5.1. Pomiar sił skrajnych, wagi szkieletu	111
2.5.1.1. Pomiar sił skrajnych	112
2.5.1.2. Właściwości metodami szkieletowymi	114
2.5.2. Pomiar szkieletu metodami szkieletowymi	117
2.5.3. Pomiar momentu skrajnego przetwarzającego prędkość	118
2.5.4. Pomiar wykładów, przetwarzanie, poleżenie, kąta	122
2.5.4.1. Analogowe metody pomiaru właściwości geometrycznych	123
2.5.4.2. Dydaktyczne metody pomiaru wykładów, poleżenie, przetwarzanie	126
2.5.5. Pomiaru proporcji (siłowej i igrowej)	131
2.5.5.1. Cyfrowy pomiar proporcji szkieletu	132
2.5.5.2. Pomiar proporcji na szkieletu szkieletu szkieletu szkieletu szkieletu	133

2.6. Pomiar ciśnienia przetworzonymi siłkami czujnymi	145
2.6.1. Manometry hydrostatyczne	146
2.6.2. Manometry hydrodynamiczne	147
2.6.3. Manometry dokow-spręż	147
2.6.4. Manometry sprężynowe	148
2.6.5. Manometry sprężyste	148
2.6.6. Instalacje i eksploatacja urządzeń manometrycznych	148
2.6.6.1. Pomiar ciśnienia	148
2.6.6.2. Instalacje pomiarowe	149
2.7. Pomiar natężenia przepływu i ilości płynu	151
2.7.1. Klasyfikacja metod i urządzeń do pomiaru natężenia i ilości płynu	151
2.7.2. Pomiar natężenia przepływu płynu za pomocą urządzeń	152
2.7.2.1. Pomiar przepływu	152
2.7.2.2. Pomiar przepływu za pomocą urządzeń mechanicznych	153
2.7.2.3. Właściwości przepływu	153
2.7.2.4. Norma PN-89/04-0000	153
2.7.2.5. Pomiar przepływu polichloru	153
2.7.2.6. Pomiar natężenia przepływu przy zmiennych parametrach ρ , μ , T	154
2.7.2.7. Urządzenia do wykonywania pomiarów	154
2.7.3. Przepływomierze z cięgien mechanicznych	154
2.7.4. Przepływomierze termodynamiczne	154
2.7.4.1. Przepływomierze z krętownic	154
2.7.4.2. Przepływomierze z urządzeniami obrotowymi	154
2.7.5. Przepływomierze kapilarnie	154
2.7.6. Przepływomierze magnetyczne indukcyjne	154
2.7.7. Przepływomierze ultrasoniczne	154
2.7.8. Różne metody pomiaru natężenia przepływu	154
2.8. Ciężki płyn	154
2.8.1. Ciężki płyn	154
2.8.2. Ciężki płyn	154
2.8.3. Ciężki płyn	154
2.9. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.1. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.2. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.3. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.4. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.5. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.6. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.7. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.8. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.9. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.10. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.11. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.12. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.13. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.14. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.15. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.16. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.17. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.18. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.19. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.20. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.21. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.22. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.23. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.24. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.25. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.26. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.27. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.28. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.29. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.30. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.31. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.32. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.33. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.34. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.35. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.36. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.37. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.38. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.39. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.40. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.41. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.42. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.43. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.44. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.45. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.46. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.47. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.48. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.49. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.50. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.51. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.52. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.53. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.54. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.55. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.56. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.57. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.58. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.59. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.60. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.61. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.62. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.63. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.64. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.65. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.66. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.67. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.68. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.69. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.70. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.71. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.72. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.73. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.74. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.75. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.76. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.77. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.78. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.79. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.80. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.81. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.82. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.83. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.84. Pomiar poziomu cieczy	154
2.9.85. Pomiar poziomu cieczy	154

1.2. Termometry termoelektryczne	118
1.2.1. Zjawisko termoelektryczne	118
1.2.2. Termoelementy	120
1.2.3. Konstrukcja termoelementów i czujek	121
1.2.4. Pomiar sily termoelektrycznej termoelementów	122
1.2.5. Kompensacja wpływu zmian temperatury odniesienia	124
1.2.6. Układ pomiaru instalacji pomiarowych	126
1.3. Węzły stażyciel opłowej metody pomiaru temperatury	129
1.3.1. Wymiana ciepła i czujnikiem przez wnikanie, z z stażycielem przez promieniowanie	129
1.3.2. Wymiana ciepła z czujnikiem przez wnikanie, z stażycielem przez przewodność ciepła termometru	130
1.3.3. Pomiar temperatury powierzchni ciała stałego	131
1.3. Termometry optyczne	134
1.3.1. Podstawy fizyczne termometrii optycznych	134
1.3.2. Zasady optycznego pomiaru temperatury mierzone w technice	139
1.3.3. Węzły metody pomiaru temperatury optycznych	142
1.3.3.1. Układy pomiaru ciepła tła	146
1.3.4. Technologia realizacji pomiarów optycznych	149
1.3.5. Przykłady zastosowań promieniowania	152
1.3.5.1. Pomiar całkowitego promieniowania i długości temperatury	152
1.3.5.2. Przykłady termometrii optycznej zastosowania	154
1.3.6. Przykłady termometrii optycznej	157
1.3.6.1. Przykłady monochromatycznej wiązki	158
1.3.6.2. Przykłady monochromatycznej fotodiody	161
1.3.7. Przykłady detektorów	164
1.3.7.1. Własności detektorów	165
1.3.7.2. Fotodiody	166
1.3.8. Metody i urządzenia do sprawdzania i wzorcowania urządzeń do pomiaru temperatury	170

Składowe

Pomiar ciepła słonecznego

4.1. Uwagi wstępne, symbolika	174
4.2. Podziałanie i rozpraszanie promieniowania słonecznego	177
4.2.1. Podziałanie promieniowania	177
4.2.2. Rozpraszanie światła	178
4.3. Analizatory działające na zasadzie podziałania promieniowania w składowych odbiorników i wiązki widzialnego światła	180
4.3.1. Podstawowy schemat analizatora absorpcyjnego	180
4.3.2. Własności charakterystyk widmowych	181
4.3.3. Detektory promieniowania	183
4.3.4. Źródła promieniowania	184
4.3.5. Układy pomiarowe absorpcyjnego	185
4.3.6. Realizacja absorpcyjnego	189
4.3.7. Zastosowanie absorpcyjnego	191
4.3.8. Instalacja absorpcyjnego	192
4.3.9. Zastosowanie podziałania i rozpraszania do pomiaru ciepła słonecznego, światła i ciepła	192
4.4. Analizatory działające na zasadzie podziałania w technice widma podczerwonego (APC)	194
4.4.1. Analizatory PC z układowym działaniem	194
4.4.2. Analizator jednowarstwowy	194

4.4.3. Analizatory PC z inteligentnym detektorem	399
4.4.4. Układy pomiarowe kompensujące	400
4.4.5. Wpływ, obciążenie czułości, sprawność, zastosowania	404
4.4.6. Analizatory PC z liniami konformacyjnymi	405
4.4.7. Podstawowe analizatory spektrometryczne	405
4.4.8. Analizatory wykorzystujące laser diodowy oprężony	406
4.5. Analizatory termokonduktometryczne gazu	407
4.5.1. Przewodność cieplna gazu	408
4.5.2. Zasada pomiarowa. Podstawowe właściwości	407
4.5.3. Metodyczki wyznaczania sfalca masywności i pomiaru przewodności cieplnej	411
4.5.4. Kontrolacja pomiarowa termokonduktometrycznego	411
4.5.5. Włady pomiarowe: sfalcy do kompensacji wpływu	417
4.5.6. Przykłady konstrukcji analizatorów termokonduktometrycznych	420
4.6. Analizatory akustoidal tlenu	424
4.6.1. Uwagi wstępne, metody stosowane do analizy tlenu	424
4.6.2. Magazynowe analizatory tlenu	426
4.6.2.1. Analizatory mechaniczne	428
4.6.2.2. Termomagazynowe analizatory tlenu	432
4.6.3. Elektroniczne metody analizy tlenu	436
4.6.3.1. Wyznaczanie sfalcy tlenu w wodzie	440
4.6.3.2. Wyznaczanie sfalcewego sfalcy tlenu w gazach	442
4.7. Spektrometry masowe	443
4.7.1. Uwagi wstępne	443
4.7.2. Zasady budowy spektrometrów masowych	444
4.7.3. Określenie właściwości masywnych spektrometrów masowych	447
4.7.4. Przykłady zastosowania spektrometrów masowych do ciągłej kontroli procesów przemysłowych	458
4.8. Analizatory wykorzystujące oddziaływanie pola elektrycznego na materię	458
4.8.1. Elektrokonduktometria	459
4.8.1.1. Przewodność elektrolitów, podstawowe właściwości	459
4.8.1.2. Pomiar przewodności elektrolitów	460
4.8.1.3. Włady pomiarowe	463
4.8.1.4. Kontrolacja czułości i sfalcy	464
4.8.1.5. Zastosowanie konduktometrii elektrolitowej	465
4.8.2. Pomiar właściwości dielektrycznych i sfalcy (dielektryczna, dielektryczna)	465
4.8.3. Różne metody elektrochemiczne	469
4.9. Analizatory chemiczne	470
4.9.1. Analizatory termochemiczne	470
4.9.2. Analizatory ze spalaniem katalizacyjnym	471
4.9.2.1. Analizatory z katalizatorem w postaci drożka	472
4.9.2.2. Analizatory z katalizatorem masywnym na rdzeniu termometrycznym	474
4.9.2.3. Analizatory z katalizatorem katalizatorem masywnym	475
4.9.3. Analizatory z układową sfalcy spektrometryczną	477
4.9.4. Analizatory objętościowe gazu sfalcy na analizie układowego podłożenia	480
4.9.5. Analizatory gazu i sfalcy barwny	482
4.10. Chromatografia gazowa	483
4.10.1. Uwagi wstępne	483
4.10.2. Zasady chromatografii gazowej	484
4.10.3. Aparatura chromatograficzna	486
4.10.4. Chromatografy z sfalcy automatycznym	491
4.10.5. Chromatografy z sfalcy automatyzacji	494
4.10.6. Współdziałanie chromatografii z sfalcy matematyczną	496

4.10.7. Zaczernianie chromatograficznie gazowych	407
4.11. Wyznaczanie stężenia płynów metodami mechanicznymi	407
4.11.1. Wyznaczanie stężenia przez pomiar przepływu cieczy	408
4.12. Pomiar wilgotności	408
4.12.1. Pojęcia i składowe wilgotności gazu	408
4.12.2. Metody pomiaru wilgotności	409
4.12.3. Higrometry kondensacyjne	409
4.12.4. Higrometry kondensacyjne suche	409
4.12.5. Psychrometry	409
4.12.6. Higrometry włosowe	410
4.12.7. Higrometry elektrostatyczne	410
4.12.8. Higrometry oporowe	411
4.12.9. Wzrostowanie i sprawdzanie wilgotnościomierzy	411
4.12.10. Pomiar wilgotności ciał stałych i ciekłych	412
4.13. Wzrostowanie i sprawdzanie analizatorów	413
4.13.1. Wzrostowanie analizatorów	413
4.13.2. Sprawdzanie analizatorów	419
4.14. Podtwarzanie i przygotowanie próbek do analizy	420
4.14.1. Zasada urzędzeń do podtwarzania próbek	420
4.14.2. Konstrukcyjne zasady	420
4.14.3. Schładzanie i filtry	422
4.14.4. Pompy do zasysania i tłoczenia próbek	423
4.14.5. Elementy konstrukcyjne oraz układ instalacji	423

Skazniki B

Pomiar kwasowości i siły-tlenkowej związków substancji

1.1. Uwagi wstępne	429
1.2. Pomiar stężenia jonów wodorowych (pH)	429
1.2.1. Chemizm aktywności jonów i masil. Definicja skali pH	429
1.2.2. Zależności między EMF ogniw a stężeniem jonów wodorowych. Praktyczna skala pH	432
1.2.3. Elektrody i ogniw do pomiaru pH	433
1.2.3.1. Elektrody metalowe	433
1.2.3.2. Elektroda tlenowa	434
1.2.4. Elektrody podtrzymawcze (referencyjne)	442
1.2.5. Pomiar potencjału ładunku elektrolizowanego elektrolit	443
1.2.6. Wpływ instalacji i uzależnienia środowiska na działania przyrządów z elektrodą odniesienia	444
1.2.7. Uwagi końcowe	445
1.3. Pomiar gazów płynów	445
1.3.1. Pomiar gazów ciekłych	445
1.3.2. Pomiar gazów gazów	454
1.4. Pomiar lepkości	454
1.4.1. Definicja i pojęcia podstawowe związane z pomiarem	454
1.4.2. Własności viskozymetry kapilarny	458
1.4.3. Inne viskozymetry laboratoryjne	460
1.4.4. Viskozymetry przemysłowe	460

Skazniki C

Zastosowanie granulowania kostkowego w układach pomiarowych

1.1. Uwagi wstępne	464
1.1.1. Definicje i definicje	464

4.2. Wzajemne oddziaływanie promieniowania jonizującego i materii	466
4.2.1. Rodzaje promieniowania jonizującego	466
4.2.2. Oddziaływanie promieniowania α	466
4.2.3. Oddziaływanie promieniowania β	467
4.2.4. Oddziaływanie promieniowania γ	469
4.2.5. Oddziaływanie promieniowania	470
4.3. Zbliża promieniowania izotopowego	472
4.4. Rodzaje promieniowania jonizującego	474
4.4.1. Rodzaje wypromieniowania gazu	474
4.4.1.1. Rodzaje jonizacji	474
4.4.1.2. Rodzaje promieniowania	475
4.4.1.3. Rodzaje promieniowania	476
4.4.1.4. Rodzaje promieniowania	477
4.5. Udziały promieniowania jonizującego	481
4.6. Specyficzne promieniowanie izotopowe w medycynie	483
4.6.1. Przegląd ogólny o promieniowaniu	483
4.6.2. Przegląd ogólny o promieniowaniu jonizującym	484
4.6.3. Przegląd ogólny o promieniowaniu jonizującym	484
4.6.4. Udziały jonizacji i kompensacji	485
4.6.5. Produkty jonizacji	487
4.7. Ciepłota i ciepło promieniowania	489
4.7.1. Ciepłota promieniowania	489
4.7.2. Ciepłota promieniowania jonizującego	490
4.8. Promieniowanie jonizujące jonizacji do promieniowania jonizującego	494
4.9. Oddziaływanie jonizacji	496
4.10. Oddziaływanie jonizacji	498
Spis literatury	500
Wskazówki	511