

# Spis treści

Wykaz akronimów	IX
Słownik terminów	XV
<b>1. WPROWADZENIE</b>	<b>1</b>
Elżbieta MALINOWSKA, Wojciech WRÓBLEWSKI	
<b>2. SENSORY ELEKTROCHEMICZNE</b>	<b>7</b>
2.1. Sensory potencjometryczne	7
Mariusz PIETRZAK	
2.1.1. Pomiar potencjometryczny	7
2.1.2. Metody analizy z wykorzystaniem sensorów potencjometrycznych	9
2.1.3. Elektrody odniesienia	11
2.1.4. Elektrody jonoselektywne	13
2.1.5. Parametry pracy elektrod jonoselektywnych	15
2.1.6. Rodzaje elektrod jonoselektywnych	20
2.1.7. Miniaturyzacja elektrod jonoselektywnych	29
2.1.8. Półprzewodnikowe sensory potencjometryczne	33
2.1.9. Zastosowanie sensorów potencjometrycznych	35
2.2. Sensory amperometryczne i woltamperometryczne	36
Marta JARCZEWSKA	
2.2.1. Pomiar amperometryczny	36
2.2.2. Pomiar woltamperometryczny	36
2.2.3. Podstawy działania sensorów amperometrycznych i woltamperometrycznych	38
2.2.4. Przykłady zastosowań	39
2.3. Sensory potencjometryczne w warunkach elektrochemicznych technik prądowych	41
Agata MICHALSKA, Krzysztof MAKSYMIOUK	
2.3.1. Wykorzystanie chronopotencjometrii	43
2.3.2. Wykorzystanie metod woltamperometrycznych	48
2.3.3. Wykorzystanie metod kulometrycznych	50
2.3.4. Wykorzystanie metod z rejestracją sygnału optycznego	51
2.3.5. Perspektywy zastosowań	52
<b>3. SENSORY OPTYCZNE</b>	<b>55</b>
Dorota STADNIK, Ewa KOBYLKA	
3.1. Wprowadzenie	55
3.2. Zjawiska optyczne wykorzystywane w czujnikach	58
3.2.1. Absorpcja i odbicie promieniowania	58
3.2.2. Fluorescencja	61
3.2.3. Rozpraszanie Ramana	67

3.2.4. Zmiana współczynnika załamania światła	70
3.2.5. Interferencja światła	73
3.3. Konstrukcje sensorów optycznych	75
3.3.1. Sensory na bazie włókien optycznych	75
3.3.2. Sensory na bazie planarnych światłowodów	77
3.3.3. Sensory w mikrosystemach przepływowych	78
3.4. Nanomateriały i funkcjonalizacja warstw receptorowych w sensorach optycznych	79
3.4.1. Nanomateriały	79
3.4.2. Funkcjonalizacja powierzchni	83
<b>4. SENSORY GAZOWE</b>	<b>89</b>
<i>Jacek GĘBICKI, Bartosz SZULCZYŃSKI, Tomasz WASILEWSKI</i>	
4.1. Katalityczne (temperaturowe) czujniki gazowe	91
4.2. Masowe czujniki gazowe	94
4.2.1. Mikrowagi kwarcowe	94
4.2.2. Czujniki z akustyczną falą powierzchniową	96
4.3. Optyczne czujniki gazowe	97
4.3.1. Czujniki pracujące w widmie podczerwieni	97
4.3.2. Czujniki fotojonizacyjne	99
4.4. Elektrochemiczne czujniki gazowe	101
4.4.1. Czujniki potencjometryczne	101
4.4.2. Czujniki amperometryczne	104
4.4.3. Czujniki półprzewodnikowe (konduktometryczne)	107
4.5. Czujniki gazowe wykorzystujące nanomateriały	111
4.5.1. Nanomateriały półprzewodnikowe na bazie tlenków metali	113
4.5.2. Nanomateriały węglowe	114
4.5.3. Nanomateriały polimerowe	114
4.5.4. Nanokompozyty biologiczne	115
4.5.5. Nanocząstki metali	116
4.6. Komercyjnie dostępne gazowe czujniki chemiczne	119
<b>5. BIOSENSORY</b>	<b>123</b>
<i>Marta JARCZEWSKA</i>	
5.1. Terminologia i podstawy działania	123
5.2. Warstwy receptorowe biosensorów (klasy biosensorów)	124
5.3. Immunosensory – istotne narzędzia współczesnej diagnostyki medycznej	125
<i>Agata KOWALCZYK, Magdalena BAMBUROWICZ-KLIMKOWSKA, Monika NISIEWICZ, Anna M. NOWICKA</i>	
5.3.1. Budowa i zasada działania immunosensora	125
5.3.2. Rozpoznanie antygeny przez przeciwciała – podstawą działania immunosensorów	126
5.3.3. Sposoby wprowadzania przeciwciała do warstwy receptorowej	128
5.3.4. Wizualizacja rozpoznania antygeny przez przeciwciała	132

5.3.5. Nanotechnologia – siła napędowa współczesnej analityki medycznej	134
5.3.6. Przykłady aplikacji immunosensorów w diagnostyce medycznej	135
5.3.7. Perspektywy i ograniczenia	137
5.4. Biosensory DNA i aptasensory	139
<b>Marta JARCZEWSKA, Robert ZIÓŁKOWSKI</b>	
5.4.1. Proces SELEX	140
5.4.2. Zastosowanie aptamerów i kwasów nukleinowych	142
5.4.3. Metody immobilizacji kwasów nukleinowych	143
5.4.4. Mechanizmy generowania sygnału w biosensorach elektrochemicznych z warstwą receptorową w postaci kwasów nukleinowych	151
5.4.5. Przykłady aptasensorów	159
5.4.6. Przykłady biosensorów DNA	162
5.5. Biosensory mikrobiologiczne	165
<b>Łukasz GÓRSKI</b>	
5.5.1. Mikroorganizmy stosowane w sensorach	166
5.5.2. Immobilizacja mikroorganizmów na przetwornikach	166
5.5.3. Układy pomiarowe	167
5.5.4. Zastosowania biosensorów mikrobiologicznych	170
5.6. Biosensory enzymatyczne	173
<b>Urszula WAWRZYNIAK</b>	
5.6.1. Układy jednoenzymowe	177
5.6.2. Układy wieloenzymowe	187
<b>6. SENSORY CHEMICZNE WYKORZYSTUJĄCE NANOMATERIAŁY W WARSTWACH RECEPTOROWYCH</b>	<b>205</b>
6.1. Klasyfikacja i podstawowe właściwości nanomateriałów	205
<b>Marcin DROZD, Aleksandra SZUPLEWSKA</b>	
6.1.1. Nanomateriały zerowymiarowe	206
6.1.2. Nanomateriały jednowymiarowe	209
6.1.3. Nanomateriały dwuwymiarowe	211
6.2. Warstwy receptorowe sensorów i biosensorów oparte na nanomateriałach	213
<b>Marcin DROZD</b>	
6.2.1. Zastosowanie nanomateriałów w warstwach przetwornikowych i pośrednich	214
6.2.2. Zastosowanie nanomateriałów jako znaczników	223
6.2.3. Przykłady zastosowań	233
6.3. Mikro- i nanomateriały samodzielne jako sensory	236
<b>Krzysztof MAKSYMIOUK, Agata MICHALSKA</b>	
6.3.1. Nanostruktury – nanocząstki jako samodzielne sensory	236
6.3.2. Nanowłókna jako sensory	238
6.3.3. Specyfika transportu analitu do sensorów nanostrukturalnych	240

6.3.4. Nano- i mikro sensory z różnych materiałów – otrzymywanie i właściwości	243
6.3.5. Nano- i mikro sensory – zastosowania	244
<b>7. UKŁADY MULTISENSOROWE – ELEKTRONICZNY NOS I JĘZYK</b>	<b>251</b>
Patrycja CIOSEK-SKIBIŃSKA	
7.1. Sensory stosowane w matrycach czujnikowych	254
7.2. Metody rozpoznawania obrazu	261
7.3. Rozwiązania komercyjne i zastosowania	270
<b>8. SENSORY CHEMICZNE JAKO DETEKTORY W PRZEPEŁYWOWYCH UKŁADACH (BIO)ANALITYCZNYCH</b>	<b>277</b>
Michał CHUDY, Ewa KOBYSKA	
8.1. Najważniejsze konfiguracje stosowane w analizie przepływowej	278
8.1.1. Wprowadzenie	278
8.1.2. Konstrukcja układów pomiarowych	278
8.1.3. Tryby pracy	279
8.1.4. Wykorzystanie sensorów w klasycznych układach przepływowych	288
8.1.5. Wykorzystanie sensorów w mikrosystemach „Lab-on-a-chip”	290
8.2. Zastosowania przepływowych układów (bio)analitycznych	293
8.2.1. Zastosowania okołomedyczne sensorów zintegrowanych z układami przepływowymi	293
8.2.2. Zastosowanie sensorów zintegrowanych z układami przepływowymi w badaniach środowiskowych	295
8.2.3. Zastosowanie sensorów zintegrowanych z układami przepływowymi w przemyśle	296
8.3. Podsumowanie	298
<b>9. PERSPEKTYWY ROZWOJU SENSORÓW CHEMICZNYCH I BIOSENSORÓW</b>	<b>303</b>
Zbigniew BRZÓZKA	
9.1. Kierunki rozwoju sensorów chemicznych i biosensorów	303
9.2. Rozwój komercjalizacji sensorów chemicznych i biosensorów	306
9.3. Przyszłość wykorzystania sensorów chemicznych i biosensorów w diagnostyce medycznej	307
<b>10. APPENDIX. SENSORY JAKO WYROBY MEDYCZNE – REGULACJE PRAWNE</b>	<b>311</b>
Dorota STADNIK, Jacek STADNIK	
10.1. Definicje	311
10.2. Klasyfikacja wyrobów medycznych	312
10.3. Rejestracja wyrobów medycznych	320
<b>VIII</b> Indeks ważnych haseł i słów kluczowych	<b>325</b>