

Spis treści

I. Wstęp	11
II. Chemiczna analiza wody i ścieków	12
1. Zasadowość	12
1.1. Wprowadzenie	12
1.2. Oznaczanie zasadowości ogólnej metodą miareczkową wobec wskaźnika metylooranżu	13
1.3. Oznaczanie zasadowości alkalicznej metodą miareczkową wobec wskaźnika fenoloftaleiny	14
1.4. Oznaczanie zasadowości metodą miareczkowania potencjometrycznego	15
1.5. Oznaczanie zasadowości węglanowej, wodorowęglanowej i wodorotlenowej metodą pośrednią	16
2. Kwasowość	20
2.1. Wprowadzenie	20
2.2. Oznaczanie kwasowości mineralnej (K_m) metodą miareczkową wobec wskaźnika metylooranżu	22
2.3. Oznaczanie kwasowości ogólnej (K_{og}) metodą miareczkową wobec wskaźnika fenoloftaleiny	23
2.4. Oznaczanie kwasowości metodą potencjometryczną	24
3. Gazy rozpuszczone	25
3.1. Dیتlenek węgla	25
3.1.1. Wprowadzenie	25
3.1.2. Oznaczanie wolnego ditlenku węgla	28
Oznaczanie za pomocą miareczkowania wobec fenoloftaleiny	29
Oznaczanie za pomocą miareczkowania potencjometrycznego	29
3.1.3. Oznaczanie agresywnego ditlenku węgla metodą bezpośrednią	30
Metoda pierwsza	30
Metoda druga	30

3.1.4. Oznaczanie zawartości agresywnego ditlenku węgla metodą pośrednią na podstawie wolnego CO ₂ i zasadowości	31
3.1.5. Oznaczanie zawartości wolnego, przynależnego i agresywnego ditlenku węgla metodą pośrednią na podstawie wartości pH i zasadowości	34
3.1.6. Oznaczanie agresywnego ditlenku węgla metodą pośrednią na podstawie nomogramu	36
3.1.7. Ocena stopnia korozyjności wody	38
3.2. Ozon	39
3.2.1. Wprowadzenie	39
3.2.2. Oznaczanie ozonu	40
Przygotowanie próbki do oznaczenia	41
Sporządzenie skali wzorców	41
Oznaczenie zawartości ozonu	41
4. Związki nieorganiczne i właściwości wody wynikające z ich obecności	42
4.1. Chlorki	42
4.1.1. Wprowadzenie	42
4.1.2. Oznaczanie chlorków metodą Mohra	44
Przygotowanie próbki do oznaczenia	45
Nastawienie miana roztworu AgNO ₃	45
Oznaczanie chlorków	45
4.1.3. Oznaczanie chlorków metodą potencjometryczną	46
Kalibracja miernika	47
Oznaczenie zawartości chlorków	47
4.2. Siarczany(VI)	47
4.2.1. Wprowadzenie	47
4.2.2. Oznaczanie siarczanów(VI) metodą turbidymetryczną	49
Sporządzenie skali wzorców	50
Oznaczenie zawartości siarczanów(VI)	50
4.2.3. Oznaczanie siarczanów(VI) metodą jonitową [1]	51
4.2.4. Oznaczanie siarczanów(VI) metodą miareczkową	52
Nastawienie miana roztworu EDTA	53
Oznaczenie zawartości siarczanów(VI)	53
5. Usuwanie niektórych składników z wód (ścieków) i ich oznaczanie	54
5.1. Magan	54
5.1.1. Wprowadzenie	54
5.1.2. Odmanganianie wody	55
Określenie stopnia odmanganiania wody przy zastosowaniu napowietrzania i filtracji	56
Odmanganowanie wody za pomocą alkalizacji, napowietrzania, sedymentacji i filtracji	56

5.1.3.	Zastosowanie aktywowanej masy do jednoczesnego odżelaziania i odmanganiania wody	60
	Filtracja techniką ciągłą	60
	Filtracja techniką okresową	61
5.1.4.	Metody oznaczania manganu	63
	Oznaczanie manganu metodą manganianową(VII)	63
	Oznaczanie manganu zmodyfikowaną metodą kolorymetryczną	66
	Oznaczanie manganu metodą kolorymetryczną formaldoksymową	67
5.2.	Żelazo	70
5.2.1.	Wprowadzenie	70
5.2.2.	Odżelazianie wody	71
	Przygotowanie filtru piaskowego do pracy	73
	Przygotowanie próbek i zakres analiz wody „surowej”	73
	Odżelazianie wody metodą filtrowania	73
	Odżelazianie wody metodą napowietrzania otwartego i filtrację przez filtr piaskowy	73
	Odżelazianie wody metodą ciśnieniowego napowietrzania i filtracji	74
	Odżelazianie wody metodą alkalizacji, napowietrzania, sedymentacji i filtracji	74
	Odżelazianie wody za pomocą koagulacji	74
5.2.3.	Metody oznaczania żelaza w wodach (ściekach)	78
	Oznaczanie żelaza ogólnego metodą z rodankiem	79
	Oznaczanie żelaza ogólnego metodą z 1,10-fenantroliną	82
	Oznaczanie żelaza ogólnego metodą z 1,10-fenantroliną i ekstrakcją	85
	Oznaczanie żelaza ogólnego i rozpuszczonego w ściekach metodą wersenianową	86
5.3.	Odkrzemianie wody	88
5.3.1.	Wprowadzenie	88
5.3.2.	Usuwanie krzemionki z wody	89
	Analiza wody „surowej”	90
	Odkrzemianie wody za pomocą wapnia	90
	Odkrzemianie wody tlenkiem magnezu	91
	Odkrzemianie wody siarczanem(VI) glinu $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	91
	Odkrzemianie wody chlorkiem żelaza(III) $FeCl_3 \cdot 6H_2O$	91
5.4.	Usuwanie fluoru z wody	97
5.4.1.	Wprowadzenie [31]	97
5.4.2.	Usuwanie fluoru z wody	99
	Analiza wody „surowej”	99
	Fluorkowanie wody uzdatnionej	99

Odfluorkowanie wody solami magnezu	100
Usuwanie jonów fluorkowych z wody na złożu sorpcyjnym	100
Literatura	104
III. Metody fizykochemiczne usuwania zanieczyszczeń	106
1. Adsorpcja zanieczyszczeń	106
1.1. Wprowadzenie	106
1.2. Wyznaczanie izoterm adsorpcji fenolu na węglu aktywnym	108
1.3. Metody oznaczania fenolu	110
1.3.1. Oznaczanie fenolu metodą bromianometryczną	110
1.3.2. Spektrofotometryczne oznaczanie fenolu metodą 4-aminoantypirynową bez ekstrakcji chloroformem	111
2. Flotacja homogeniczna	113
2.1. Wprowadzenie	113
2.2. Wpływ stężenia kolektora na uzysk kolligenda	115
2.3. Flotacja osadów niklu (kobaltu)	117
2.4. Flotacja selektywna osadów ksantogenu i kobaltu	118
3. Koagulacja zanieczyszczeń	119
3.1. Wstęp	119
3.2. Badanie wpływu parametrów fizykochemicznych na proces koagulacji zanieczyszczeń	121
3.2.1. Oznaczenie podstawowych parametrów wody „surowej”	122
3.2.2. Dobór koagulantu	122
3.2.3. Dobór optymalnej dawki koagulantu	123
3.2.4. Badanie przebiegu procesu koagulacji	124
3.2.5. Określenie wpływu pH na efektywność koagulacji	125
3.2.6. Korekta optymalnej dawki koagulantu dla optymalnego pH	126
3.2.7. Określenie wpływu temperatury na skuteczność koagulacji	127
4. Flokulacja zanieczyszczeń	128
4.1. Wstęp	128
4.1.1. Dobór rodzaju i optymalnej dawki flokulantu	131
4.1.2. Ustalenie optymalnego czasu flokulacji	132
4.1.3. Określenie wpływu flokulantu na szybkość sedymentacji zawiesin o małym zagęszczeniu	134
5. Zdolność wymienna jonitu	135
5.1. Wstęp	135
5.2. Wyznaczenie gęstości nasypowej jonitu	137
5.3. Wyznaczenie roboczej zdolności wymiennej jonitu	138
5.4. Wykorzystanie wymienniczy jonowych do zmiękczenia wody	141
6. Wykorzystanie membran ciekłych do usuwania zanieczyszczeń	142
6.1. Wprowadzenie	142
6.2. Wykorzystanie ciekłych membran do usuwania fenolu z wody	144
Literatura	146

IV. Metody chemiczne oczyszczania wody i ścieków	149
1. Neutralizacja	149
1.1. Wprowadzenie	149
1.2. Neutralizacja ścieków kwaśnych i alkalicznych przez ich wzajemne wymieszanie	150
1.3. Neutralizacja ścieków kwaśnych w warunkach dynamicznych na złożu alkalicznym	152
Analiza ścieków „surowych”	153
Dobór optymalnego materiału wypełniającego złoża	154
Dobór optymalnej prędkości przepływu (obciążenia hydraulicznego złoża)	154
1.4. Neutralizacja ścieków kwaśnych wodorotlenkiem wapnia w warunkach statycznych	156
1.5. Neutralizacja ścieków kwaśnych wodorotlenkiem sodu w warunkach statycznych	158
1.6. Neutralizacja ścieków alkalicznych w warunkach statycznych gazowym ditlenkiem węgla	159
1.7. Wpływ pH neutralizacji ścieków na stopień ich oczyszczenia i zużycie reagenta	161
1.8. Wpływ rodzaju reagenta na proces neutralizacji ścieków	163
2. Utlenianie	164
2.1. Wprowadzenie	164
2.2. Wpływ dawki chloru na stopień utlenienia cyjanków	164
Analiza ścieków „surowych”	165
Analiza wody chlorowej	165
Utlenianie cyjanków	165
2.3. Wpływ odczynu na efekt utlenienia cyjanków chlorem	166
Analiza ścieków „surowych”	167
Ustalenie zależności pomiędzy ilością $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a odczynem ścieków ...	167
Utlenianie cyjanków	167
2.4. Wpływ czasu reakcji na efekt utlenienia cyjanków	168
Analiza ścieków „surowych”	168
Utlenianie cyjanków	169
2.5. Wpływ dawki wody utlenionej na stopień utlenienia cyjanków	170
Analiza ścieków „surowych”	170
Utlenianie cyjanków	170
2.6. Wpływ dawki ozonu na stopień utlenienia cyjanków	171
Analiza ścieków „surowych”	172
Utlenianie cyjanków	172
3. Redukcja	174
3.1. Wprowadzenie	174

3.2. Ustalenie optymalnych parametrów procesu redukcji jonów chromu(VI) siarczanem(VI) żelaza(II) w środowisku alkalicznym	174
Analiza ścieków „surowych”	175
Redukcja jonów chromu(VI)	175
3.3. Ustalenie optymalnych parametrów procesu redukcji jonów chromu(VI) siarczanem(VI) żelaza(II) w środowisku kwaśnym	176
Analiza ścieków „surowych”	177
Redukcja jonów chromu(VI)	177
3.4. Wpływ odczynu i czasu reakcji na proces redukcji jonów chromu(VI) kwaśnym siarczanem(IV) sodu	178
Analiza ścieków „surowych”	179
Redukcja jonów chromu(VI)	179
3.5. Wpływ dawki reduktora na czas i skuteczność redukcji jonów chromu(VI) kwaśnym siarczanem(IV) sodu	180
Analiza ścieków „surowych”	181
Redukcja jonów chromu(VI)	181
3.6. Oznaczanie chromu w wodzie (ściekach)	182
3.6.1. Oznaczanie chromu(VI) metodą kolorymetryczną z difenylokarbazydem	184
Przygotowanie próbki do oznaczenia	185
Sporządzenie skali wzorców nietrwałych	185
Oznaczenie zawartości chromu(VI)	185
3.6.2. Oznaczenie chromu ogólnego z difenylokarbazydem metodą manganianowo-azydkową	186
Przygotowanie próbki do oznaczenia	187
Sporządzenie skali wzorców	187
Oznaczenie zawartości chromu	187
3.6.3. Oznaczenie chromu ogólnego z difenylokarbazydem metodą alkaliczno-podbrominową	187
Przygotowanie próbki do oznaczenia	188
Sporządzenie skali wzorców	188
Oznaczenie zawartości chromu	188
3.6.4. Oznaczenie chromu ogólnego w ściekach metodą jodometryczną ...	189
Przygotowanie próbki do oznaczenia	189
Oznaczenie zawartości chromu ogólnego	190
3.6.5. Oznaczenia chromu ogólnego w ściekach metodą kolorymetryczną z difentylokarbazydem	191
Przygotowanie próbki do oznaczenia	191
Sporządzenie skali wzorców do pomiarów wizualnych	192
Sporządzenie skali wzorców do pomiarów spektrofotometrycznych	192
Oznaczenie zawartości chromu	193

3.6.6. Oznaczenie chromu ogólnego w ściekach metodą manganianową(VII)	194
Przygotowanie próbki do oznaczenia	194
Oznaczenie zawartości chromu	194
3.6.7. Oznaczanie chromu(VI) i chromu(III) w ściekach	195
4. Metody strąceniowe	196
4.1. Wprowadzenie	196
4.2. Strącanie baru w postaci BaSO ₄	197
5. Ekstrakcja	198
5.1. Wprowadzenie	198
5.2. Wyznaczenie współczynnika podziału Nernsta	201
5.3. Wyznaczenie współczynnika podziału n-oktanol/woda dla kwasu octowego jako przykład określenia stopnia chemicznych zagrożeń środowiska	205
6. Dezynfekcja wody	211
6.1. Wprowadzenie	211
6.2. Dezynfekcja wody za pomocą wolnego chloru	215
6.2.1. Oznaczenia zawartości chloru metodą jodometryczną	216
Literatura	217

V. Metody biologiczne

1. Wprowadzenie	219
2. Wykorzystanie źródeł biologicznych do wykorzystania zanieczyszczeń	220
3. Usuwanie zanieczyszczeń metodą osadu czynnego	220
3.1. Morfologia kłaczków	222
3.1.1. Kształt kłaczków	222
3.1.2. Struktura kłaczków	222
3.1.3. Trwałość kłaczków (spójność)	222
3.1.4. Wielkość kłaczków	223
3.1.5. Skład kłaczków	223
4. Biologiczne metody kontroli procesów oczyszczania ścieków na złożach biologicznych	224
4.1. Badania błony biologicznej złoża zraszanego	224
5. Biologiczne metody kontroli procesów oczyszczania ścieków w osadzie czynnym	227
5.1. Obserwacje makroskopowe osadu czynnego	227
5.2. Wyznaczanie indeksu objętościowego osadu czynnego I_0	228
5.3. Analiza i badania mikroskopowe osadu czynnego	229
Barwienie metodą Grama	232
Barwienie metodą Neissera	232
Literatura	235

VI. Zagęszczanie i odwadnianie osadów ściekowych	236
1. Wprowadzenie	236
2. Oznaczanie gęstości osadów ściekowych	238
3. Oznaczanie zawartości wody, suchej masy, substancji mineralnych i organicznych w osadach ściekowych	239
3.1. Zawartość suchej masy i wody w osadzie	240
3.2. Zawartość substancji mineralnych i organicznych	240
4. Określenie warunków grawitacyjnego zagęszczania osadów	241
5. Wpływ odczynników chemicznych na efekt zagęszczania osadów	242
6. Wyznaczanie oporu właściwego osadu	243
7. Zagęszczanie osadów w wirówce	244
Literatura	245