

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	11
1. KOAGULACJA	13
1.1. Wprowadzenie	13
1.2. Mechanizm procesu koagulacji	14
1.3. Stosowane koagulanty	16
1.4. Chemizm koagulacji	17
1.4.1. Koagulacja siarczanem glinu	17
1.4.2. Koagulacja solami żelaza	19
1.5. Sposoby prowadzenia koagulacji	20
1.6. Czynniki wpływające na przebieg procesu koagulacji	22
1.7. Część doświadczalna	25
1.7.1. Cel badań	25
1.7.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	25
1.7.3. Sposób wykonania badań	25
1.7.4. Opracowanie wyników	26
1.7.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	29
2. SEDYMENTACJA ZAWIESIN	30
2.1. Wstęp	30
2.2. Opadanie cząstek zawiesin w wodzie	32
2.2.1. Teoretyczne metody określania szybkości opadania zawiesin	32
2.2.2. Technologiczne metody określania prędkości opadania zawiesin	36
- stosowane testy	36
2.3. Urządzenia do oddzielania zawiesin od fazy ciekłej w procesie sedymentacji	41
2.3.1. Urządzenia o przepływie poziomym	42
2.3.2. Osadniki o przepływie pionowym	44
2.3.3. Osadniki o przepływie poziomo-pionowym	46
2.3.4. Osadniki radialne	46
2.3.5. Osadniki wielostrumieniowe	47
2.4. Sedymentacja a inne procesy jednostkowe w oczyszczaniu wody	48
2.4.1. Klarowniki	49
2.4.2. Pulsatory	49
2.4.3. Akcelatory	49
2.5. Uregulowania prawne	49
2.6. Część doświadczalna	50
2.6.1. Cel badań	50
2.6.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	50
2.6.3. Sposób wykonania badań	50

2.6.4. Opracowanie wyników	51
2.6.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	53
3. FILTRACJA	54
3.1. Mechanizm filtracji	55
3.2. Materiały filtracyjne	57
3.3. Rodzaje i charakterystyka filtrów	58
3.4. Część doświadczalna	62
3.4.1. Analiza sitowa	62
3.4.1.1. Cel badań	62
3.4.1.2. Sprzęt laboratoryjny	62
3.4.1.3. Sposób wykonywania badań	62
3.4.2. Filtracja wody	63
3.4.2.1. Cel badań	63
3.4.2.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	63
3.4.2.3. Sposób wykonania badań	63
3.4.2.4. Opracowanie wyników	65
3.4.3. Przygotowanie sprawozdania z badań	65
4. ADSORPCJA	66
4.1. Podstawy teoretyczne procesu	66
4.2. Izotermy adsorpcji i dynamika procesu	67
4.3. Sorbenty stosowane do uzdatniania wód	70
4.3.1. Adsorbenty węglowe	71
4.4. Rodzaj substancji adsorbowanych z wody	76
4.5. Układy technologiczne oczyszczania wody z zastosowaniem węgla aktywnych ...	77
4.5.1. Pylisty węgiel aktywny	77
4.5.2. Granulowany węgiel aktywny	79
4.6. Część doświadczalna	80
4.6.1. Cel badań	80
4.6.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	80
4.6.3. Sposób wykonania badań	81
4.6.4. Opracowanie wyników	82
4.6.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	83
5. ODŻELAZIANIE I ODMANGANIANIE WODY	85
5.1. Wstęp	85
5.2. Chemizm procesu odżelaziania i odmanganiania wody	87
5.2.1. Krążenie żelaza i manganu w środowisku	87
5.2.2. Procesy jednostkowe zachodzące podczas odżelaziania i odmanganiania wody	89
5.3. Technologia usuwania związków żelaza i manganu z wody	92
5.3.1. Metody usuwania żelaza i manganu	92
5.4. Część doświadczalna	98
5.4.1. Odżelazianie wody w procesach napowietrzania i filtracji przez złożo piaskowe	98
5.4.1.1. Cel badań	98
5.4.1.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	98
5.4.1.3. Sposób wykonania badań	99
5.4.1.4. Opracowanie wyników	100

5.4.1.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	100
5.4.2. Odżelazianie i odmanganianie wody w procesach napowietrzania, alkalizacji i filtracji	100
5.4.2.1. Cel badań	100
5.4.2.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	100
5.4.2.3. Sposób wykonania badań	101
5.4.2.4. Opracowanie wyników	102
5.4.2.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	102
6. DEZYNFEKCJA WODY	105
6.1. Wstęp	105
6.2. Charakterystyka organizmów patogennych występujących w wodzie	105
6.3. Ogólna charakterystyka metod stosowanych do dezynfekcji wody	106
6.4. Chemiczne metody dezynfekcji	107
6.4.1. Dezynfekcja wody chlorem i jego związkami	107
6.4.2. Ozonowanie wody	113
6.4.3. Dezynfekcja kwasem nadoctowym	116
6.5. Fizyczne metody dezynfekcji wody	116
6.5.1. Metody termiczne	116
6.5.2. Promienie ultrafioletowe	117
6.5.3. Fale ultradźwiękowe	119
6.5.4. Ultrafiltracja	120
6.6. Metody oligodynamiczne	120
6.7. Przepisy prawne dotyczące dezynfekcji wody	121
6.8. Część doświadczalna	122
6.8.1. Wyznaczanie zapotrzebowania wody na chlor	122
6.8.1.1. Cel badań	122
6.8.1.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	122
6.8.1.3. Sposób wykonania badań	123
6.8.2. Wyznaczanie zapotrzebowania wody na ozon	124
6.8.2.1. Cel badań	124
6.8.2.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	124
6.8.2.3. Sposób wykonania badań	124
6.8.3. Przygotowanie sprawozdania z badań	124
7. STABILNOŚĆ I KOROZYJNOŚĆ WODY	127
7.1. Wprowadzenie	127
7.2. Korozja elektrochemiczna	128
7.3. Korozja chemiczna i inne procesy o podłożu chemicznym	128
7.4. Korozja ogólna, miejscowa i wżerowa	129
7.5. Metody oceny agresywności wód, ich tendencji do wytrącania osadów oraz korozyjności	129
7.5.1. Metody oceny stabilności wód opierające się na stężeniu w wodach określonych związków chemicznych	130
7.5.2. Metody oceny korozyjności wód opierające się na stężeniu w wodach określonych związków chemicznych	133
7.5.3. Metody oceny stabilności opierające się na formach występowania w wodzie soli wapnia	136
7.6. Metody stabilizacji wody i ochrony antykorozyjnej materiałów	137

7.6.1. Metody wykorzystujące desorpcję dwutlenku węgla do atmosfery.....	137
7.6.2. Chemiczne wiązanie dwutlenku węgla	138
7.6.3. Metody ochrony antykorozyjnej materiałów instalacyjnych	139
7.7. Niekonwencjonalne metody stabilizacji wody	140
7.7.1. Zastosowanie magnetyzerów	140
7.7.2. Zastosowanie urządzeń zmieniających równowagę termodynamiczną pomiędzy zawartymi w wodzie jonami	140
7.8. Unormowania prawne	141
7.9. Wykonanie badań	141
7.9.1. Cel badań	141
7.9.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	141
7.9.3. Wykonanie badań	142
7.9.4. Opracowanie wyników	142
7.9.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	143
8. DEKARBONIZACJA WODY	145
8.1. Metoda termiczna usuwania twardości węglanowej	146
8.2. Szczepienie wody kwasami	146
8.3. Dekarbonizacja wody wapnem	147
8.4. Dekarbonizacja wody na jonitach	150
8.5. Część doświadczalna	151
8.5.1. Szczepienie wody kwasami	151
8.5.1.1. Cel badań	151
8.5.1.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	151
8.5.1.3. Sposób wykonania badań	151
8.5.1.4. Opracowanie wyników	152
8.5.1.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	152
8.5.2. Dekarbonizacja wody wapnem	153
8.5.2.1. Cel badań	153
8.5.2.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	153
8.5.2.3. Sposób wykonania badań	153
8.5.2.4. Opracowanie wyników	154
8.5.2.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	154
9. METODY STRĄCENIOWE ZMIĘKCZANIA WODY	156
9.1. Zmiękczenie wody metodą wapno-soda	157
9.2. Zmiękczenie wody ługiem sodowym i sodą	158
9.3. Zmiękczenie wody fosforanami	159
9.4. Część doświadczalna	160
9.4.1. Zmiękczenie wody metodą wapno-soda	160
9.4.1.1. Cel badań	160
9.4.1.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	160
9.4.1.3. Sposób wykonania badań	160
9.4.1.4. Opracowanie wyników	161
9.4.1.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	161
9.4.2. Zmiękczenie wody fosforanami	162
9.4.2.1. Cel badań	162
9.4.2.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	162
9.4.2.3. Sposób wykonania badań	162

9.4.2.4. Opracowanie wyników	163
9.4.2.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	163
10. WYMIANA JONOWA	165
10.1. Definicja jonitu	165
10.2. Klasyfikacja i metody otrzymywania jonitów	165
10.3. Charakterystyka jonitów	166
10.4. Proces wymiany jonowej	168
10.5. Cykl pracy wymiennicza jonowego	169
10.6. Jonitowe metody uzdatniania wody	170
10.6.1. Zmiękczenie wody	170
10.6.2. Demineralizacja wody	174
10.7. Część doświadczalna	175
10.7.1. Cel badań	175
10.7.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	176
10.7.3. Sposób wykonania badań	176
10.7.4. Opracowanie wyników	179
10.7.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	181
11. ODGAZOWANIE WODY	182
11.1. Fizyczne odgazowanie wody	183
11.2. Chemiczne odgazowanie wody	187
11.3. Część doświadczalna	190
11.3.1. Cel badań	190
11.3.2. Sprzęt laboratoryjny i odczynniki	190
11.3.3. Sposób wykonania badań	191
11.3.4. Opracowanie wyników	191
11.3.5. Przygotowanie sprawozdania z badań	192
12. ANALIZY FIZYCZNO-CHEMICZNE	196
12.1. Barwa	194
12.1.1. Oznaczanie barwy wody wg skali platynowo-kobaltowej	194
12.1.2. Oznaczanie barwy specyficznej	195
12.2. Mętność	195
12.2.1. Oznaczanie mętności metodą nefelometryczną	196
12.2.2. Oznaczanie przezroczystości metodą Snellena	197
12.3. Sucha pozostałość	197
12.3.1. Oznaczanie suchej pozostałości	198
12.3.2. Oznaczanie zawiesin ogólnych metodą wagową bezpośrednią	199
12.4. Zapach	200
12.4.1. Oznaczanie zapachu metodą organoleptyczną bezpośrednią	201
12.5. Odczyn (pH)	202
12.5.1. Oznaczanie pH metodą potencjometryczną	203
12.6. Przewodność	204
12.6.1. Pomiar przewodności	204
12.7. Zasadowość	205
12.7.1. Oznaczanie zasadowości metodą miareczkową	206
12.8. Kwasowość	207
12.8.1. Oznaczanie kwasowości ogólnej i mineralnej	208
12.9. Dwutlenek węgla	209

12.9.1. Oznaczanie wolnego dwutlenku węgla	210
12.9.2. Oznaczanie agresywnego dwutlenku węgla	211
12.10. Twardość wody	212
12.10.1. Oznaczanie twardości wody metodą wersenianową	214
12.11. Wapń	215
12.11.1. Oznaczanie wapnia metodą wersenianową	216
12.12. Magnez	216
12.12.1. Oznaczanie magnezu metodą miareczkową kompleksometryczną ..	217
12.13. Żelazo	218
12.13.1. Oznaczanie żelaza ogólnego metodą z rodankiem	218
12.13.2. Oznaczanie żelaza ogólnego metodą z fenantroliną	220
12.13.3. Oznaczanie żelaza(II) metodą z fenantroliną	221
12.14. Mangan	221
12.14.1. Oznaczanie manganu metodą kolorymetryczną formaldoksymową ..	222
12.15. Utlenialność (ChZT_{Mn})	223
12.15.1. Oznaczanie utlenialności (ChZT_{Mn}) metodą nadmanganianową	223
12.16. Tlen rozpuszczony	224
12.16.1. Pomiar tlenu rozpuszczonego metodą elektrochemiczną	225
12.16.2. Pomiar tlenu rozpuszczonego metodą Winklera	225
12.17. Chlorki	227
12.17.1. Oznaczanie chlorków metodą z azotanem rtęci	228
12.18. Chlor pozostały	229
12.18.1. Oznaczanie chloru pozostałego metodą ortotolidynową	229
12.18.2. Oznaczanie chloru pozostałego użytecznego (wolnego) metodą miareczkową z dietyloparafenylenodiaminą (DFD)	229
12.18.3. Oznaczanie chloru użytecznego metodą jodometryczną	230
12.19. Siarczany	231
12.19.1. Oznaczanie siarczanów metodą wagową	231
12.20. Fenole	232
12.20.1. Wstępna destylacja fenoli	232
12.20.2. Oznaczanie fenoli metodą 4-aminoantypirynową z ekstrakcją chloroformem	233
12.21. Krzem	234
12.21.1. Oznaczanie krzemu metodą molibdenową	234
12.22. Glin	235
12.22.1. Oznaczanie glinu metodą z eriochromocyjaniną R	235
12.23. Ozon	236
12.23.1. Oznaczanie ozonu metodą spektrofotometryczną	236
ZAŁĄCZNIK I	238
ZAŁĄCZNIK II	248