

Spis treści

Od Autorów	9
------------------	---

CZEŚĆ I OCZYSZCZANIE WODY

1. Wody naturalne	13
1.1. Charakterystyka wód	13
1.2. Ćwiczenia laboratoryjne	23
1.2.1. Fizyczno-chemiczna analiza jakości wody	23
1.2.2. Ocena agresywności i korozyjności wody	26
2. Filtracja	33
2.1. Charakterystyka procesu	33
2.2. Ćwiczenia laboratoryjne	37
2.2.1. Wpływ uziarnienia i prędkości filtracji na efekt usunięcia zawieszin z wody	37
2.2.2. Badanie wpływu prędkości filtracji na straty hydrauliczne	39
2.2.3. Płukanie złoża filtracyjnego	44
2.2.4. Analiza sitowa złoża filtracyjnego	47
3. Koagulacja	51
3.1. Charakterystyka procesu	51
3.2. Ćwiczenia laboratoryjne	56
3.2.1. Koagulacja objętościowa zanieczyszczeń wody – dobór optymalnej dawki koagulantu	56
3.2.2. Zależność efektywności koagulacji od pH wody	60
4. Adsorpcja	63
4.1. Charakterystyka procesu	63
4.2. Ćwiczenia laboratoryjne	67
4.2.1. Wyznaczanie izoterm adsorpcji fenolu na granulowanym węglu aktywnym	67

4.2.2. Badanie kinetyki adsorpcji fenolu na granulowanym węglu aktywnym	72
4.2.3. Charakterystyka węgla aktywnego	76
5. Dezynfekcja wody	81
5.1. Charakterystyka procesu	81
5.2. Ćwiczenia laboratoryjne	85
5.2.1. Wyznaczanie zapotrzebowania wody na chlor	85
5.2.2. Wyznaczanie punktu przełamania podczas chlorowania wody	87
6. Odkwaszanie wody	89
6.1. Charakterystyka procesu	89
6.2. Ćwiczenia laboratoryjne	93
6.2.1. Fizyczne odkwaszanie wody metodą napowietrzania	93
6.2.2. Chemiczne odkwaszanie wody za pomocą wapna	95
6.2.3. Chemiczne odkwaszanie wody na filtrze ze złożem węglanowym	97
7. Odżelazianie i odmanganianie wód podziemnych	101
7.1. Charakterystyka procesu	101
7.2. Ćwiczenia laboratoryjne	108
7.2.1. Odżelazianie wody metodą napowietrzania i filtracji przez złożo piasku kwarcowego	108
7.2.2. Wyznaczanie dawki utleniacza do usuwania żelaza oraz manganu z wody podziemnej	109
7.2.3. Odmanganianie wody na złożach handlowych z MnO_2	112
8. Wymiana jonowa	115
8.1. Charakterystyka procesu	115
8.2. Ćwiczenia laboratoryjne	121
8.2.1. Określenie zdolności wymiennej jonitów	121
8.2.2. Zmiękczenie wody na kationicie w cyklach sodowym i wodorowym	125
8.2.3. Wymiana jonu amonowego z wody na klinoptylolicie	127
9. Separacja membranowa	131
9.1. Charakterystyka procesu	131
9.2. Ćwiczenia laboratoryjne	136
9.2.1. Odsalanie wody w procesie odwróconej osmozy	136
9.2.2. Usuwanie mętności wody w procesie mikrofiltracji	138

10. Zmiękczenie wody metodami strącaniowymi	141
10.1. Charakterystyka procesu	141
10.2. Ćwiczenia laboratoryjne	146
10.2.1. Zmiękczenie wody wapnem	146
10.2.2. Zmiękczenie wody wodorotlenkiem sodu	148
11. Odtlenianie wody	151
11.1. Charakterystyka procesu	151
11.2. Ćwiczenia laboratoryjne	153
11.2.1. Odtlenianie wody metodami fizycznymi	153
11.2.2. Odtlenianie wody metodami chemicznymi	155
CZĘŚĆ II	
OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW	
12. Ścieki komunalne	161
12.1. Charakterystyka i technologia oczyszczania ścieków	161
12.2. Ćwiczenia laboratoryjne	167
12.2.1. Fizyczno-chemiczna analiza jakości ścieków bytowych	167
12.2.2. Fizyczno-chemiczna analiza jakości ścieków z przemysłu rolno-spożywczego	168
13. Mechaniczne oczyszczanie ścieków	171
13.1. Charakterystyka procesu	171
13.2. Ćwiczenia laboratoryjne	175
13.2.1. Kinetyka sedymentacji zawiesiny łatwo opadającej	175
13.2.2. Usuwanie olejów w procesie flotacji	178
14. Biologiczne oczyszczanie ścieków	181
14.1. Charakterystyka procesu	181
14.2. Ćwiczenia laboratoryjne	186
14.2.1. Pomiar prędkości pobierania tlenu przez osad czynny	186
14.2.2. Wyznaczanie zdolności do natleniania napowietrzacza pęcherzykowego ...	188
14.2.3. Wyznaczanie zdolności do natleniania w napowietrzaniu powierzchniowym	191
14.2.4. Wyznaczanie parametrów pracy komór osadu czynnego	194
14.2.5. Charakterystyka osadu czynnego	196

15. Chemiczne oczyszczanie ścieków	203
15.1. Charakterystyka procesu	203
15.2. Ćwiczenia laboratoryjne	205
15.2.1. Strącanie fosforanów siarczanem(VI) żelaza(III)	205
15.2.2. Strącanie fosforanów wapnem	207
16. Osady ściekowe	209
16.1. Charakterystyka osadów ściekowych	209
16.2. Ćwiczenia laboratoryjne	214
16.2.1. Badanie właściwości osadów ściekowych	214
16.2.2. Grawitacyjne zagęszczanie osadu	216
16.2.3. Tlenowa stabilizacja osadu	218
16.2.4. Beztlenowa stabilizacja osadu	220
16.2.5. Dezintegracja osadu	223
16.2.6. Wapnowanie osadu	225

CZĘŚĆ III

METODYKA OZNACZEŃ WYBRANYCH PARAMETRÓW WODY I ŚCIEKÓW

17. Parametry fizyczne wody i ścieków	231
17.1. Barwa. Oznaczenie barwy rzeczywistej z użyciem spektrofotometru	231
17.2. Mętność. Oznaczenie mętności przy użyciu mętnościomierza laboratoryjnego	231
17.3. Przewodnictwo elektrolityczne. Oznaczenie przewodnictwa właściwego wody	232
17.4. Zapach. Oznaczenie zapachu na zimno metodą organoleptyczną bezpośrednią oraz oznaczanie zapachu progowego	233
18. Wskaźniki ogólne charakteryzujące wodę i ścieki	235
18.1. Oznaczenie suchej pozostałości, pozostałości po prażeniu i strat przy prażeniu w wodzie i ściekach metodą wagową	235
18.2. Zawartość suchej masy, substancji organicznych i mineralnych w osadach ściekowych	237
18.3. Zawiesina ogólna. Oznaczenie stężenia zawiesiny ogólnej metodą wagową	238
19. Związki nieorganiczne oraz wskaźniki wynikające z ich obecności w wodzie i ściekach	239
19.1. Azot i jego związki. Jon amonowy. Oznaczenie jonu amonowego metodą kolorymetryczną z odczynnikiem Nesslera	239
19.2. Azot i jego związki. Azotany(V). Oznaczenie azotanów(V) metodą kolorymetryczną z salicylanem sodowym	240

19.3. Azot i jego związki. Azot ogólny. Oznaczenie azotu ogólnego przy użyciu spektrofotometru DR 5000 Hach	240
19.4. Chlorki. Oznaczenie chlorków metodą argentometryczną według Mohra	241
19.5. Fosfor. Oznaczenie fosforu ogólnego oraz rozpuszczonych fosforanów kolorymetryczną metodą molibdenianową przy użyciu spektrofotometru DR 5000 Hach	242
19.6. Kwasowość. Oznaczenie kwasowości ogólnej oraz mineralnej metodą miareczkową	243
19.7. pH. Oznaczenie pH metodą potencjometryczną	244
19.8. Siarczany. Oznaczanie siarczanów metodą turbidymetryczną	245
19.9. Twardość. Oznaczanie twardości ogólnej metodą wersenianową	245
19.10. Zasadowość. Oznaczanie zasadowości metodą miareczkową wobec wskaźników	246
20. Jony metali	249
20.1. Glin. Oznaczenie glinu kolorymetryczną metodą z aluminium z użyciem spektrofotometru DR 5000 Hach	249
20.2. Mangan. Oznaczenie manganu metodą nadmanganianową	249
20.3. Wapń i magnez. Oznaczenie wapnia i magnezu metodą miareczkową za pomocą wersenianu sodowego	250
20.4. Żelazo. Oznaczenie żelaza ogólnego metodą spektrometryczną z 1,10-fenantroliną	251
21. Wskaźniki ogólnej zawartości związków organicznych w wodzie i ściekach	253
21.1. BZT. Oznaczenie biochemicznego zapotrzebowania tlenu z użyciem systemu OxiTop Control	253
21.2. ChZT. Oznaczenie chemicznego zapotrzebowania tlenu metodą chromianową	253
21.3. Ekstrakt eterowy. Oznaczenie całkowitej zawartości substancji organicznych ekstrahujących się eterem naftowym metodą wagową	256
21.4. Utlenialność. Oznaczenie utlenialności w środowisku kwaśnym	257
21.5. UV-absorbancja	258
21.6. Zagniwalność	259
22. Gazy rozpuszczone w wodzie lub ściekach	261
22.1. Dwutlenek węgla. Oznaczenie wolnego dwutlenku węgla	261
22.2. Dwutlenek węgla. Oznaczenie agresywnego dwutlenku węgla	262
22.3. Tlen rozpuszczony. Oznaczenie tlenu rozpuszczonego w wodzie metodą Winklera	263

CZĘŚĆ IV
INTERPRETACJA WYNIKÓW I SZACOWANIE BŁĘDÓW POMIAROWYCH

23. Wprowadzenie	269
23.1. Rodzaje błędów pomiarowych	269
23.2. Statystyki opisowe	274
23.3. Analiza korelacji i regresji	276

CZĘŚĆ V
ZASADY PRACY W LABORATORIUM

24. Przepisy porządkowe	283
25. Bezpieczeństwo i higiena pracy w laboratorium – przepisy ogólne	285
Bibliografia	287