

Spis treści

Przedmowa	IX
Wykaz symboli	XI
1. Zasoby wodne	1
2. Akty prawne obowiązujące w Polsce, dotyczące jakości wody i gospodarki wodnej	4
2.1. Polityka proekologiczna państwa	4
2.2. Akty prawne obowiązujące w Polsce	4
3. Charakterystyka jakościowa wód	8
3.1. Fizyczne i chemiczne właściwości wody	8
3.2. Wody podziemne	13
3.3. Wody powierzchniowe	15
3.4. Wody infiltracyjne	17
4. Podstawowe wskaźniki jakościowe i wybrane zanieczyszczenia wody	20
4.1. Mineralizacja wody	20
4.2. Twardość wody	21
4.3. Dیتlenek węgla	23
4.4. Barwa, mętność	23
4.5. Kwasowość i zasadowość wody	25
4.6. Węglowodory aromatyczne i WWA	26
4.7. Substancje humusowe	28
4.8. Pestycydy (biocydy)	33
4.9. Uboczne produkty dezynfekcji	34
4.10. Arsen	40
4.11. Kadm i ołów	41
4.12. Miedź i nikiel	42
5. Układy technologiczne oczyszczania wody	44
5.1. Wody podziemne i infiltracyjne	44
5.2. Wody powierzchniowe	47
6. Napowietrzanie i wymiana gazów	56
6.1. Cel napowietrzania i wymiany gazów	56

6.2. Podstawy teoretyczne procesu	56
6.3. Metody napowietrzania	60
6.3.1. Aeratory ciśnieniowe	60
6.3.2. Wieża strippingowa	62
6.3.3. Napowietrzanie pęcherzykowe	64
6.3.4. Napowietrzanie powierzchniowe	65
6.3.5. Napowietrzanie rozbryzgowo, dysze napowietrzające	66
7. Koagulacja	69
7.1. Podstawy teoretyczne koagulacji	69
7.1.1. Znaczenie potencjału ξ w procesie koagulacji	70
7.1.2. Znaczenie wodorotlenków w procesie koagulacji	72
7.1.3. Reagenty i reakcje towarzyszące procesowi koagulacji	75
7.1.4. Sposoby prowadzenia koagulacji	80
7.1.5. Kinetyka agregacji cząstek	82
7.1.6. Substancje wspomagające proces koagulacji	84
7.2. Urządzenia stosowane w procesie sedymentacji i koagulacji	85
7.2.1. Komory szybkiego mieszania	85
7.2.2. Komory wolnego mieszania	86
7.2.3. Osadniki o przepływie pionowym	86
7.2.4. Osadniki odśrodkowe	87
7.2.5. Osadniki lamelowe	88
7.2.6. Wielofunkcyjne urządzenia kontaktowe, akcelatory	90
7.2.7. Pulsatory	92
7.2.8. Filtry kontaktowe	94
7.2.9. Drenaż filtrów kontaktowych	96
8. Flotacja w procesie oczyszczania wody	100
8.1. Charakterystyka procesu	100
8.2. Odczynniki flotacyjne	101
8.2.1. Piana i odczynniki pianotwórcze	102
8.2.2. Zbieracze	103
8.2.3. Odczynniki modyfikujące (regulatory)	104
8.3. Techniki prowadzenia procesu flotacji	105
8.3.1. Flotacja próżniowa	105
8.3.2. Flotacja ciśnieniowa	106
8.3.3. Flotacja kolumnowa i dyszowa	109
8.3.4. Flotacja odśrodkowa	111
8.3.5. Elektroflotacja	112
8.3.6. Flotacja strumieniowa	113
8.3.7. Flotacja w oczyszczaniu wody	114
9. Wymiana jonowa-jonity	121
9.1. Ogólna charakterystyka procesu	121
9.2. Klasyfikacja jonitów	122

9.3. Charakterystyka procesu wymiany jonowej i zjawisk jej towarzyszących	126
9.3.1. Uwagi ogólne	126
9.3.2. Wymiana jonów w procesie kolumnowym	130
9.3.3. Regeneracja jonitów	131
9.4. Charakterystyka cyklu pracy wymiennika jonitowego	132
9.4.1. Wymiennik jonitowy w układzie współprądowym	132
9.4.2. Złoże mieszane	137
9.5. Układy technologiczne	138
9.6. Obliczenia projektowe	140
10. Procesy membranowe	145
10.1. Ogólna charakterystyka	145
10.2. Membrany	148
10.2.1. Membrany ciekłe	148
10.2.2. Membrany stałe nieorganiczne	153
10.2.3. Membrany stałe organiczne	156
10.3. Odwrócona osmoza	157
10.4. Ultrafiltracja	159
10.5. Urządzenia stosowane w procesie osmozy odwróconej, nanofiltracji i ultrafiltracji	160
10.6. Elektrodializa	163
10.7. Konstrukcja stosu elektrodializera	165
10.8. Płukanie i czyszczenie membran	166
10.9. Oczyszczanie wody z zastosowaniem procesów membranowych	166
10.10. Modelowanie przepływu przez membranę i obliczenia projektowe układów membranowych	166
11. Adsorpcja	173
11.1. Ogólna charakterystyka procesu	173
11.2. Nadmiar powierzchniowy	174
11.3. Równanie izotermy adsorpcji Freundlicha	175
11.4. Równanie izotermy adsorpcji Langmuira	176
11.5. Teoria adsorpcji wielowarstwowej BET	178
11.6. Znaczenie potencjału ξ (dzeta) w procesie adsorpcji	182
11.7. Inne znane izotermy stosowane przez różnych autorów	185
11.8. Izotermy prostoliniowe i nieliniowe	185
11.9. Adsorbenty stosowane do oczyszczania wody	186
11.9.1. Węgla aktywne	186
11.9.2. Żele kwasu krzemowego	188
11.9.3. Aktywny tlenek glinu	189
11.9.4. Zeolity - sita molekularne	190
11.9.5. Naturalne skały ilaste	196
11.9.6. Chityna i chitozan	197
11.9.7. Grafen	198

11.10. Sposoby prowadzenia procesu adsorpcji	199
12. Metody elektrochemiczne i kataliza	201
12.1. Elektroliza	201
12.1.1. Ogólna charakterystyka procesu	201
12.1.2. Podwójna warstwa elektryczna	204
12.1.3. Elektrody i membrany	206
12.1.4. Elektro-elektrodializa	206
12.2. Kataliza	207
12.2.1. Kataliza homogeniczna	207
12.2.2. Kataliza heterogeniczna	208
12.2.3. Autokataliza i kataliza biologiczna	209
13. Usuwanie substancji organicznych	210
13.1. Naturalne substancje organiczne	210
13.1.1. Metody usuwania naturalnych substancji organicznych	210
13.1.2. Koagulacja przyspieszona	217
13.1.3. Usuwanie mikroorganizmów i planktonu	219
13.2. Substancje organiczne będące wynikiem działalności człowieka	220
14. Usuwanie związków nieorganicznych	224
14.1. Ogólna charakterystyka substancji nieorganicznych	224
14.2. Usuwanie żelaza	227
14.3. Mangan	230
14.4. Arsen	237
14.4.1. Metody usuwania arsenu z wody	238
14.5. Chrom	242
14.5.1. Metody usuwania chromu z wody	244
14.6. Pierwiastki radioaktywne	246
15. Fluorowanie wody i fluoroza	250
15.1. Fluor i jego związki	250
15.2. Fluoroza i ochronne działanie fluoru przed próchnicą	251
15.3. Związki fluoru dozowane do wody	254
15.4. Systemy fluorowania wody	254
Literatura	256
Skorowidz	279