

Spis treści

Przedmowa	11
1. Woda w przyrodzie	13
1.1. Wprowadzenie	13
1.2. Fizyczne właściwości wody	13
1.3. Ogólna charakterystyka roztworów wodnych	15
1.3.1. Roztwory właściwe	15
1.3.2. Roztwory koloidalne	17
1.4. Skład wód występujących w przyrodzie	24
Literatura	26
2. Skład wód podziemnych	27
2.1. Procesy jednostkowe kształtujące skład wód podziemnych	27
2.2. Substancje występujące w wodach podziemnych	32
2.2.1. Gazy	32
2.2.2. Substancje rozpuszczone	38
2.2.3. Zanieczyszczenia organiczne	55
Literatura	57
3. Skład wód powierzchniowych	59
3.1. Czynniki kształtujące skład wody	59
3.2. Cechy fizyczne wody	62
3.3. Skład chemiczny	64
3.3.1. Substancje rozpuszczone	65
3.3.2. Gazy rozpuszczone	75
3.3.3. Substancje organiczne	77
3.4. Biocenoza wód powierzchniowych	84
3.5. Skład wód infiltracyjnych	86
Literatura	87
4. Oczyszczanie wody do picia i na potrzeby gospodarcze	89
4.1. Wymagania stawiane wodzie przeznaczonej na cele bytowo-gospodarcze	89
4.2. Wybór sposobu oczyszczania wody	94
4.3. Procesy oczyszczania wody	97
Literatura	104
5. Sedymentacja	105
5.1. Opadanie cząstek w wodzie	106
5.1.1. Swobodne opadanie cząstek	107
5.1.2. Zakłócone opadanie cząstek	115
5.1.3. Opadanie zawiesin kłaczkowatych	115

5.2. Osadniki	116
5.2.1. Osadniki o przepływie poziomym	118
5.2.2. Osadniki o przepływie pionowym	126
5.2.3. Osadniki o przepływie poziomo-pionowym	129
5.2.4. Osadniki odśrodkowe	130
5.2.5. Osadniki wielostrumieniowe	131
5.2.6. Osadniki kontaktowe z osadem zawieszonym	134
Literatura	148
6. Flotacja	149
6.1. Uwagi wstępne	149
6.2. Rodzaje flotacji i jej przebieg	150
6.3. Zastosowanie flotacji w oczyszczaniu wody	156
Literatura	160
7. Koagulacja	161
7.1. Zastosowanie koagulacji w oczyszczaniu wód	162
7.2. Mechanizm procesu koagulacji	165
7.3. Stosowane koagulanty i ich właściwości	170
7.4. Dawki koagulantów	173
7.5. Substancje wspomagające koagulację	174
7.6. Chemizm koagulacji	180
7.7. Sposoby prowadzenia koagulacji i wpływ składu fizyczno-chemicznego wody na przebieg i skuteczność procesu	184
7.8. Magazynowanie koagulantów i innych reagentów	191
7.9. Przygotowanie roztworów reagentów do ich dawkowania	195
7.9.1. Koagulanty	195
7.9.2. Mleko i woda wapienna	197
7.9.3. Syntetyczne floculanty organiczne	202
7.9.4. Krzemionka aktywowana	202
7.9.5. Pylisty węgiel aktywny	204
7.10. Dawkowanie reagentów do wody	205
7.11. Komory mieszania reagentów z oczyszczaną wodą	207
7.11.1. Komory szybkiego mieszania	207
7.11.2. Komory wolnego mieszania	211
Literatura	217
8. Filtracja	219
8.1. Historia stosowania filtracji i rodzaje filtrów	220
8.2. Mechanizm filtracji	221
8.3. Materiał filtracyjny	226
8.4. Filtry powolne	230
8.5. Filtry pospieszne	234
8.5.1. Filtry pospieszne grawitacyjne, otwarte	238
8.5.2. Filtry pospieszne ciśnieniowe	242
8.5.3. Specjalne rozwiązania filtrów pospiesznych	245
8.6. Filtry do usuwania żelaza i manganu	255
8.7. Charakterystyka filtrów pospiesznych	258
8.7.1. Prędkość filtracji	258
8.7.2. Złoża filtracyjne	260

8.7.3. Długość cyklu filtracji	265
8.7.4. Płukanie złóż filtracyjnych	266
8.7.5. Drenaż filtrów pospiesznych	270
8.7.6. Koryta popłuczyn	275
8.7.7. Rurociągi i osprzęt filtrów	277
Literatura	278
9. Adsorpcja	280
9.1. Przydatność adsorpcji w oczyszczaniu wody	280
9.2. Podstawy teoretyczne procesu adsorpcji	281
9.2.1. Kinetyka przenoszenia masy	281
9.2.2. Statyka procesu adsorpcji	282
9.2.3. Dynamika adsorpcji	285
9.3. Stosowane adsorbenty i ich charakterystyka	286
9.4. Zastosowanie adsorpcji na węglach aktywnych w oczyszczaniu wody	289
9.4.1. Rodzaje adsorbatów usuwanych z wód	290
9.4.2. Charakterystyka technologiczna procesu adsorpcji	293
9.4.3. Skuteczność adsorpcji na węglu aktywnym	299
9.5. Adsorpcja na aktywnym tlenku glinowym	304
9.5.1. Usuwanie arsenu	305
9.5.2. Usuwanie selenu	305
Literatura	306
10. Wymiana jonowa	308
10.1. Wprowadzenie	308
10.2. Istota wymiany jonowej	309
10.3. Wymieniacze jonowe	310
10.3.1. Rodzaje i budowa wymieniaczy jonowych	310
10.3.2. Właściwości jonitów	312
10.3.3. Czynniki wpływające na przebieg wymiany jonowej	314
10.4. Cykl wymiany jonowej	317
10.5. Zastosowanie wymiany jonowej w oczyszczaniu wody	318
10.5.1. Zmiękczenie wody	319
10.5.2. Demineralizacja i odsalanie wody	324
10.5.3. Usuwanie fosforanów i azotanów	328
10.5.4. Wymiana azotu amonowego, metali ciężkich i radionuklidów	328
10.5.5. Usuwanie zanieczyszczeń organicznych	330
10.6. Urządzenia do jonitowego uzdatniania wody	331
10.7. Projektowanie urządzeń do procesu wymiany jonowej	333
Literatura	336
11. Odkwaszanie wody	337
11.1. Cel odkwaszania	337
11.2. Metody fizyczne	338
11.2.1. Urządzenia do napowietrzania wody	340
11.3. Metody chemiczne	355
Literatura	359
12. Odżelazianie i odmanganianie wody	360
12.1. Występowanie żelaza i manganu	360

12.2.	Usuwanie żelaza z wody	363
12.2.1.	Usuwanie żelaza występującego w związkach nieorganicznych	364
12.2.2.	Usuwanie żelaza występującego w połączeniach ze związkami organicznymi	370
12.3.	Usuwanie manganu z wody	373
12.4.	Inne metody usuwania żelaza i manganu	380
12.4.1.	Utlanianie w warstwie wodonośnej	380
12.4.2.	Wymiana jonowa	382
12.4.3.	Sorpcja jonów Mn(II) na wodorotlenku żelazowym	382
12.4.4.	Filtracja przez złożę z minerałów manganowych	383
Literatura		383
13.	Infiltracja	385
13.1.	Wykorzystanie infiltracji w ujmowaniu i oczyszczaniu wody	385
13.2.	Warunki lokalizacji ujęć infiltracyjnych	388
13.3.	Obiekty zasilania warstwy wodonośnej wodą powierzchniową	389
13.4.	Infiltracja jako proces oczyszczania wody	393
13.4.1.	Rola basenów infiltracyjnych w oczyszczaniu wody	394
13.4.2.	Procesy jednostkowe zachodzące w warstwie wodonośnej	400
13.5.	Skuteczność infiltracji w oczyszczaniu wody powierzchniowej	404
Literatura		410
X 14.	Dezynfekcja wody	412
14.1.	Cel i istota dezynfekcji	412
14.2.	Fizyczne metody dezynfekcji wody	413
14.2.1.	Gotowanie i pasteryzacja wody	413
14.2.2.	Promienie ultrafioletowe	414
14.2.3.	Ultradźwięki	415
14.3.	Chemiczne metody dezynfekcji wody	416
14.4.	Chlorowanie	419
14.4.1.	Charakterystyka dezynfektantów chlorowych	419
14.4.2.	Reakcje chemiczne zachodzące w czasie dezynfekcji wody związkami chloru	422
14.4.3.	Sposoby chlorowania wody	428
14.4.4.	Urządzenia do przygotowania i dawkowania dezynfektantów chlorowych	430
14.4.5.	Zbiorniki kontaktu wody z dezynfektantami chlorowymi	432
14.4.6.	Dechloracja wody	434
14.4.7.	Chlorownie i magazyny chloru	435
14.5.	Ozonowanie wody	444
14.6.	Uboczne produkty dezynfekcji	451
Literatura		451
15.	Utlanianie chemiczne	453
15.1.	Cel i miejsce utleniania w układzie oczyszczania wody	453
15.2.	Podstawy fizyczno-chemiczne utleniania	455
15.3.	Zastosowanie utleniania chemicznego w oczyszczaniu wody	457
15.4.	Uboczne produkty utleniania chemicznego (UPU)	469
Literatura		477
16.	Procesy membranowe	479
16.1.	Charakterystyka procesów membranowych oraz membran	479
16.2.	Odwrócona osmoza (OO)	483

16.3. Ultrafiltracja (UF)	488
16.4. Elektrodializa (ED)	490
Literatura	493
17. Korozyjność wód	494
17.1. Skutki korozji	494
17.2. Podstawy teoretyczne korozji	495
17.3. Wpływ składu chemicznego wody na korozję	498
17.4. Ocena korozyjności wody	502
17.5. Stabilizacja wody wodociągowej	507
Literatura	510
18. Oczyszczanie wody do celów przemysłowych	511
18.1. Wymagany skład wody wykorzystywanej w przemyśle	511
18.2. Woda do celów chłodniczych	513
18.2.1. Wymagania stawiane wodzie przeznaczonej do celów chłodniczych	514
18.2.2. Powstawanie osadów w systemach chłodniczych	515
18.2.3. Zabezpieczenie układów chłodniczych przed wytrącaniem się osadów oraz przed korozją	519
18.3. Woda do celów kotłowych	529
18.3.1. Wymagania jakościowe wody	529
18.3.2. Oczyszczanie wody do celów kotłowych	537
18.3.3. Inhibitorowa ochrona przed korozją i wytrącaniem osadów	551
Literatura	552
19. Usuwanie z wody domieszek i zanieczyszczeń specyficznych	553
19.1. Wprowadzenie	553
19.2. Usuwanie glonów	553
X 19.3. Usuwanie związków azotowych	557
19.3.1. Usuwanie azotanów	557
19.3.2. Usuwanie azotu amonowego	560
19.4. Usuwanie metali ciężkich i radionuklidów	564
19.5. Usuwanie fluorków	568
Literatura	570
20. Gospodarka ściekami i osadami pochodzącymi z procesów oczyszczania wody	572
20.1. Rodzaje oraz ilość osadów i ścieków	572
20.2. Metody przeróbki i unieszkodliwiania osadów i ścieków	576
20.2.1. Grawitacyjne zagęszczanie, odwadnianie i suszenie	577
20.2.2. Kondycjonowanie osadów	582
20.2.3. Odwadnianie mechaniczne	583
20.2.4. Odzysk chemikaliów z osadu	587
20.2.5. Recyrkulacja wody	588
20.2.6. Ostateczne usuwanie osadów	589
20.2.7. Unieszkodliwianie koncentratów z procesów membranowych oraz zużytych czynników regenerujących jonity	590
Literatura	592
Załączniki	594
Indeks rzeczowy	603