

Spis treści

Wykaz symboli	II
Oznaczenia łacińskie	II
Symbole greckie	16
1. Słowo wstępne	17
2. Modelowanie układów biologicznych	19
2.1. Wprowadzenie	19
2.2. Ogólny bilans bioreaktora	20
2.2.1. Bioreaktor o działaniu okresowym	22
2.2.2. Bioreaktor o działaniu ciągłym – chemostat	24
2.3. Analiza modelu biologicznego bioreaktora	26
2.3.1. Krzywa wzrostu biomasy	26
2.3.2. Wzrost limitowany pojedynczym substratem w bioreaktorze o działaniu okresowym	28
2.3.3. Wzrost limitowany pojedynczym substratem w chemostacie	30
2.3.4. Analiza parametrów równania Monoda, ich interpretacja i wyznaczanie	31
2.3.5. Chemostat Monoda z zawracaniem biomasy	37
2.4. Inne modele biologiczne opisujące wzrost biomasy	40
2.4.1. Kinetyka multisubstratowa – wzrost limitowany więcej niż jednym substratem	40
2.4.2. Inhibicja wzrostu biomasy	41
2.5. Przemiana podstawowa	43
2.6. Wymieranie biomasy	45
Literatura	46
3. Ścieki jako substrat dla mikroorganizmów	47
3.1. Podstawowe definicje	47
3.2. Skład ścieków	49
Literatura	52
4. Oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego	55
4.1. Kilka słów o historii technologii osadu czynnego	55
4.2. Zasada działania i ważniejsze parametry technologii osadu czynnego	57
4.3. Usuwanie biogenów ze ścieków – główne przemiany biochemiczne i technologie	60
4.4. Mikrobiologia osadu czynnego	67
4.5. Skład i budowa kłaczków osadu czynnego	69
4.6. Zakłócenia pracy osadu czynnego	72
Literatura	74

5. Historia modeli osadu czynnego	77
Literatura	82
6. Koncepcja i struktura modeli osadu czynnego	85
Literatura	92
7. Założenia do modeli ASM	93
Literatura	97
8. Składniki modeli ASM	99
8.1. Model ASM ₁	99
8.2. Modele ASM ₂ i ASM _{2d}	102
8.3. Model ASM ₃ i ASM _{3P}	105
Literatura	108
9. Charakterystyka biomasy i substratu w modelach osadu czynnego	109
9.1. Charakterystyka biomasy i wyznaczanie frakcji	109
9.2. Charakterystyka substratu i wyznaczanie frakcji	116
Literatura	124
10. Procesy uwzględnione w modelach ASM	127
10.1. Model ASM ₁	130
10.2. Modele ASM ₂ i ASM _{2d}	133
10.3. Modele ASM ₃ i ASM _{3P}	142
Literatura	149
11. Parametry modeli osadu czynnego	151
11.1. Współczynniki stechiometryczne	152
11.1.1. Model ASM ₁	152
11.1.2. Model ASM ₂ i ASM _{2d}	153
11.1.3. Model ASM ₃ i ASM _{3P}	158
11.2. Parametry kinetyczne	163
11.2.1. Wzrost i wymieranie zwykłych organizmów heterotroficznych (OHO)	164
11.2.2. Wzrost i wymieranie organizmów autotroficznych (AUT)	166
11.2.3. Wzrost i wymieranie mikroorganizmów akumulujących polifosforany (PAO)	168
11.2.4. Parametry kinetyczne procesu hydrolizy	171
11.2.5. Inne parametry modeli ASM	173
11.3. Wyznaczanie podstawowych parametrów kinetycznych modeli ASM	174
11.3.1. Wyznaczanie parametrów kinetycznych związanych z mikroorganizmami OHO	174
11.3.2. Wyznaczanie parametrów kinetycznych związanych z mikroorganizmami autotroficznymi	178
11.3.3. Wyznaczanie parametrów kinetycznych związanych z mikroorganizmami PAO	181
11.3.4. Przegląd metod wyznaczania parametrów modeli ASM	183
Literatura	186
12. Ograniczenia w zastosowaniu modeli ASM	187
12.1. Zakres stosowalności modeli ASM	187
12.2. Znaczenie temperatury procesu w modelach ASM	190
Literatura	192
13. Kalibracja modelu ASM	193
13.1. Pojęcia podstawowe	193
13.2. Zagadnienia hydrodynamiczne	202
13.3. Miary jakości dopasowania modelu	206
13.4. Protokoły kalibracyjne	208
13.5. Wrażliwość parametrów modeli ASM	214

13.6. Przykładowa kalibracja modelu ASM2d dla oczyszczalni ścieków w Zgierzu	215
13.6.1. Zdefiniowanie dziedziny projektu i określenie celów	215
13.6.2. Zbieranie danych i ocena ich jakości	216
13.6.3. Ustalenia modelowe	218
13.6.4. Kalibracja i walidacja modelu ASM2d	220
13.6.5. Symulacja i interpretacja wyników	222
Literatura	226
14. Programy komputerowe do symulacji biologicznego oczyszczania ścieków	229
Literatura	232
15. Porównanie modeli ASM z innymi modelami i kierunki rozwoju modelowania osadu czynnego .	233
Literatura	237
Załącznik – macierze modeli ASM	239