

24-5126

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

В.И. Нездойминов В.С. Рожков Ю.В. Васильева

**ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ
АЗОТА И ФОСФОРА В БИОРЕАКТОРАХ С
ЭРЛИФТНОЙ СИСТЕМОЙ АЭРАЦИИ**

24-05126

Макеевка
2024 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В.И. Нездойминов, В.С. Рожков, Ю.В. Васильева

**ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И
ФОСФОРА В БИОРЕАКТОРАХ С ЭРЛИФТНОЙ
СИСТЕМОЙ АЭРАЦИИ**

Макеевка 2024

УДК 628.35 (03)

ББК 38.761.2

Н 44

Рекомендовано к изданию ученым советом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» 26 апреля 2024 г., протокол №10.

Рецензенты:

Найманов А.Я. доктор технических наук, профессор, профессор кафедры городского строительства и хозяйства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

Костюков В.П. кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры водного хозяйства, инженерных сетей и защиты окружающей среды Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова».

Н 44 Нездойминов, В.И. Очистка сточных вод от соединений азота и фосфора в биореакторах с эрлифтной системой аэрации / В.И. Нездойминов, В.С. Рожков, Ю.В. Васильева; ФГБОУ ВО «ДОННАСА». – Макеевка, 2024. – 220 с.

Научная работа посвящена вопросам очистки сточных вод от органических веществ, соединений азота и фосфора в сооружениях с аэротенками-отстойниками с затопленной эрлифтной системой аэрации (эрлифтными биореакторами).

ISBN 978-5-6051979-0-4

УДК 628.35 (03)

ББК 38.761.2

© В.И. Нездойминов,

В.С. Рожков, Ю.В.

Васильева, 2024

© ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2024

Оглавление

Перечень использованных сокращений и условных обозначений	6
ВВЕДЕНИЕ.....	8
Глава 1. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	10
1.1. Требования к современным системам биологической очистки сточных вод.....	10
1.1.3. Нормирование качества очищенных сточных вод.....	14
1.1.4. Оценка технико-экономической эффективности работы станций биологической очистки сточных вод.....	18
1.1.5. Обоснование основных требований к станциям очистки сточных вод.....	26
1.2. Схемы и реакторы биологической очистки сточных вод	30
1.2.1. Действующие, наилучшие доступные и перспективные технологии биологической очистки сточных вод.....	30
1.2.1.1 Модифицированный процесс Лудзака-Эттингера.....	31
1.2.1.2 Процесс A^2/O	33
1.2.1.3 Процесс Phoredox	34
1.2.1.4 Процесс Кейптаунского университета (УСТ).....	35
1.2.1.5 Йоханнесбургский процесс (JNB)	38
1.2.1.6 Многоиловые системы.....	39
1.2.1.7 Сравнительный анализ схем биологической очистки..	41
1.2.2. Способы отделения возвратного ила	46
1.2.2.1 Гравитационные методы.....	46
1.2.2.2 Мембранные методы илоразделения	48
1.2.2.3 Илоразделение во взвешенном слое.....	49
1.2.3. Способы повышения ИПКО биологически очищенных стоков.....	52
1.2.3.1 Комбинирование биологической и химической обработки.....	52

1.2.3.2 Третьичная очистка	57
1.2.3.3 Ацидофикация сырого осадка и отказ от первичного отстаивания.	60
1.2.3.4 Организация процессов одновременной нитри-денитрификации.....	62
1.3. Биохимические процессы биологической очистки	68
1.3.1 Аэробное гетеротрофное разложение органики	68
1.3.2 Биологическое удаление соединений азота	72
1.3.3 Усовершенствованное биологическое удаление фосфора	76
1.4. Способы математического описания биохимических процессов.....	76
1.5. Заключение по первой главе.	81
Глава 2. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ С АКТИВНЫМ ИЛОМ	82
2.1. Метод реализации имитационного моделирования в программной среде Cell Designer.	82
2.2. Описание зависимостей накопления фосфора микроорганизмами	90
2.3. Модель активного ила для описания жизнедеятельности автотрофов, ординарных гетеротрофов и денитрификаторов в условиях одновременной нитри-денитрификации	96
2.4. Заключение к главе 2.	106
Глава 3. НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ СИСТЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ С ЭРЛИФТНЫМИ БИОРЕАКТОРАМИ.....	107
3.1. Концепция биологической очистки с эрлифтными биореакторами	107
3.2. Математическое описание гидродинамических процессов в эрлифтных биореакторах	112
3.3. Процесс аэрации в эрлифтных биореакторах	117

3.4. Илоотделение в самообновляющемся взвешенном слое	128
3.4.1 Исследование эффективности илоразделения в эрлифтных биореакторах.....	128
3.4.2 Определение мнимой максимальной гидравлической крупности при осветлении (полуэмпирическая теория самообновляющегося взвешенного слоя).....	133
3.5. Заключение к третьей главе.....	138
Глава 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ С ЭРЛИФТНЫМИ БИОРЕАКТОРАМИ.....	139
4.1. Натурные исследования биологической очистки с одновременной нитри-денитрификаций в аэротенке с затопленной эрлифтной аэрацией.....	139
4.2. Экспериментальные исследования биологической очистки с одновременной нитри-денитрификацией в эрлифтном биореакторе.....	152
4.3. Реагентное удаление соединений фосфора в системах с эрлифтными биореакторами.....	158
4.3.1 Предосаждение фосфора из сточных вод г. Макеевки. 158	
4.3.2 Соосаждение фосфора в эрлифтных биореакторах.....	161
4.4. Заключение к четвертой главе.....	165
5.1. Область применения технологических схем БОСЭБ . 167	
5.2. Рекомендации на проектирование систем БОСЭБ.....	170
5.3. Заключение к пятой главе.....	181
Глава 6. ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕНИЙ БОСЭБ.....	182
Заключение	190
Список литературы	192
Приложение А.....	216
Приложение Б.....	218