

**Очистка
муниципальных сточных вод
с повторным использованием воды
и обработанных осадков**

теория и практика



Москва • 2014 • Логос

УДК 628.3
ББК 38.761
О94

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации идентификационный номер RFMEFI60714X0024

Рекомендовано к опубликованию Ученым советом Института микробиологии РАН

Авторы

Н.И. Куликов (руководитель авторского коллектива),
А.Н. Ножевникова, Г.М. Зубов, М.Г. Зубов, Д.Н. Куликов,
Е.Н. Куликова, Ю.В. Литти, Р.К. Мамлютов, Л.Н. Приходько

Рецензенты

Н.С. Серпокрылов, доктор технических наук, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения Ростовского государственного строительного университета

Л.Н. Фесенко, доктор технических наук, профессор кафедры водного хозяйства предприятий и населенных мест Южно-Российского государственного технического университета

О94 Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков: теория и практика / Н.И. Куликов, А.Н. Ножевникова, Г.М. Зубов [и др.]; под общ. ред. Н.И. Куликова, А.Н. Ножевниковой. — М.: Логос, 2014. — 400 с.

ISBN 978-5-98704-802-3

Рассмотрены системы водоснабжения и водоотведения жилых массивов и промышленных предприятий как единое целое, где главным источником снабжения водой технического качества жилых массивов и промышленных предприятий являются очищенные сточные воды. Освещены новые концептуальные подходы к очистке сточных вод и подготовки выделяемых осадков в качестве топлива и органоминерального удобрения. Предложены способы достижения минимизации размеров канализационно-очистных сооружений и эксплуатационных затрат, упрощение эксплуатации и проведения пусконаладочных работ. Большая часть технологий и конструкций устройств и сооружений защищены патентами Российской Федерации.

Для ученых и специалистов в области гидрологии, водоснабжения, водоочистки и водоотведения, рекуперации сточных вод. Представляет интерес для экологов, специалистов по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и канализации. Может использоваться в учебном процессе при подготовке и повышении квалификации кадров в области водоснабжения и водоочистки.

УДК 628.3
ББК 38.761

ISBN 978-5-98704-802-3

© Институт микробиологии РАН
© Авторы, указанные на обороте
титального листа, 2014
© Логос, оформление, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	8
1. Основные физико-химические характеристики воды	9
2. Классификация примесей природных и сточных вод и методов их удаления	14
2.1. Понятие о природных и сточных водах	14
2.2. Примеси природных и сточных вод	15
2.3. Классификация примесей воды по их фазово-дисперсному состоянию	16
2.4. Характеристика примесей по группам	18
2.5. Выбор методов очистки воды	20
2.5.1. Очистка воды от примесей I группы	20
2.5.2. Очистка воды от примесей II группы	21
2.5.3. Очистка воды от примесей III группы	21
2.5.4. Очистка воды от примесей IV группы	22
2.6. Влияние устройств механической очистки сточных вод на работу всей цепи сооружений канализационных очистных станций	23
3. Теоретические основы биологической очистки воды	25
3.1. Микробиологические аспекты биологической очистки воды	25
3.1.1. Функции микроорганизмов	25
3.1.2. Морфология бактерий	25
3.1.3. Строение клеток бактерий	27
3.1.4. Классификация и систематика бактерий	31
3.1.5. Размножение и рост бактерий	34
3.1.6. Эукариотные одноклеточные и мелкие многоклеточные организмы	35
3.1.7. Трофическая (пищевая) цепь гидробионтов	37
3.2. Анаэробные и аэробные процессы и микроорганизмы при очистке сточных вод	40
3.2.1. Типы метаболизма у микроорганизмов	40
3.2.2. Аэробные процессы, аэробное дыхание микроорганизмов	43
3.2.3. Анаэробные процессы и микроорганизмы	47

3.2.4. Аэробно-анаэробное удаление азота.....	63
3.3. Особенности кинетики биологических процессов очистки сточных вод сообществами прикрепленных и свободноплавающих микроорганизмов.....	70
3.4. Основы единичных биологических процессов.....	73
3.4.1. Кривые и фазы роста микроорганизмов.....	73
3.4.2. Фазы роста бактерий и типы биологических процессов	75
3.4.3. Базовая формула роста клетки.....	77
3.4.4. Рост бактерий в процессе загрузки сооружений.....	77
3.4.5. Рост и питание бактерий	78
3.4.6. Воздействие внутреннего обмена веществ на процесс прироста биомассы.....	79
3.4.7. Воздействие температуры.....	80
3.4.8. Кинетика биологических процессов обработки сточных вод	81
3.4.9. Влияние внешних факторов на окислительную мощность биомассы микроорганизмов	82
3.4.10. Формирование равновесия биомассы и питания	86
3.4.11. Концентрация микроорганизмов и питательных веществ в воде, выходящей из реактора.....	87
3.4.12. Единичные биологические процессы	89
3.4.13. Цели биологических процессов очистки.....	90
3.4.14. Аэробные единичные процессы	91
3.5. Насадка для удерживания гидробионтов в биореакторах и ее свойства	107
3.6. Соответствие окислительной мощности и окислительной способности в аэробных биореакторах	118
3.6.1. Конструктивное оформление аэробных биореакторов с насадкой из полимерных ершей	118
3.6.2. Внесение кислорода в аэробные биореакторы.....	120
3.6.3. Возможности ускорения процесса биологической очистки сточных вод задействованием пространственной сукцессии биоценозов прикрепленных микроорганизмов и рециркуляции очищаемой сточной воды	124
3.6.4. Роторный биофильтр	129
3.7. Анаэробные процессы обработки воды.....	134
3.7.1. Классификация анаэробных биологических процессов	134
3.7.2. Микробиология анаэробного процесса.....	136
3.7.3. Анаэробный процесс переработки	137

3.8. Биологическое удаление азота и фосфора при очистке сточных вод.....	148
3.8.1. Удаление соединений азота.....	148
3.8.2. Удаление фосфора.....	153
3.9. Пути совершенствования систем очистки сточных вод и обработки выделяемых осадков на действующих и на вновь проектируемых канализационных очистных станциях (КОС).....	155
3.10. Система переработки осадков сточных вод в плодородную почву ...	170
3.11. Резерв крупных канализационных очистных станций.....	172
4. Пути совершенствования систем очистки природных и сточных вод, обработки выделяемых осадков на действующих и вновь проектируемых очистных станциях.....	176
4.1. Новая концепция формирования систем водоснабжения и водоотведения в целом по Российской Федерации	176
4.2. О специфике создания систем водоснабжения и водоотведения на территории РФ, в Сочи и в Крыму	178
4.3. Канализационная очистная станция – фабрика по преобразованию экологически опасных отходов населения в сырье для промышленности, сельского хозяйства и оздоровления воздушного бассейна.....	181
4.4. Концепция эффективности ведения механической предобработки для хозяйственно-фекальных сточных вод и предварительной физико-химической очистки производственных сточных вод	185
4.5. Универсальная биотехнология комплектования канализационной очистной станции	189
4.6. О стратегии проектирования канализационных очистных станций по современной биотехнологии очистки сточных вод и переработки выделенных осадков.....	198
4.7. Концепция очистки ливневых и дренажных вод в условиях Большого Сочи и Крыма	204
4.8. Очистка иловой воды и переработка осадков на сливных станциях.....	209
4.9. Экономичное и экологичное технологическое и техническое решение по реконструкции действующей канализационной очистной станции на примере г. Михайловка Волгоградской области без прерывания ее эксплуатации и сброса неочищенных сточных вод в водоем рыбохозяйственного значения р. Медведица.....	213

4.10. Организация системы кормления рыбы при ее индустриальном выращивании в искусственных условиях.....	217
4.11. Улучшение качества воды прибрежной полосы морей и рек и состояния береговой полосы, используемой для отдыха жителей	221
4.11.1. Использование плавающих биореакторов для водоподготовки воды рек, водохранилищ, морской воды к дальнейшей очистке или использованию	221
4.11.2. Очистка природной воды гидробионтами, закрепленными на волокнистых насадках	222
4.11.3. Опытно-промышленные испытания биотехнологии очистки речной воды	224
4.12. Осадки сточных вод и биогенные элементы.....	232
4.12.1. Очистка сточных вод	232
4.12.2. Аэробное биокомпостирование	235
4.12.3. Анаэробная стабилизация осадков сточных вод в метантенках	237
5. Технические решения на уровне изобретений и полезных моделей с задействованием ершовой насадки для удержания микроорганизмов и комбинированных сооружений	243
5.1. Анаэробный биореактор.....	243
5.2. Биореактор доочистки биологически очищенных сточных вод.....	250
5.3. Блочно-модульная канализационная очистная станция закрытого типа.....	256
5.4. Блочно-модульная канализационная очистная станция закрытого типа с процессом апамтох	272
5.5. Блочно-модульная канализационная очистная станция башенного типа с процессом апамтох	287
5.6. Комплектно-блочная канализационная очистная станция с анаэробной стабилизацией осадков первичных отстойников и обезвреживания иловой воды от обезвоживания осадков с процессом апамтох.....	304
5.7. Комплектно-блочная модульная очистная станция заводского изготовления с подготовкой выделенных осадков к утилизации....	316
5.8. Комплектно-блочная модульная очистная установка заводского изготовления.....	329
5.9. Комплектно-блочная модульная очистная установка заводского изготовления с подготовкой выделяемых осадков к утилизации....	341

5.10. Способ безотстойной биологической очистки бытовых сточных вод в комплектно-блочных модульных очистных станциях заводского изготовления	351
5.11. Способ биологической очистки сточных вод с удалением азота с помощью биоценозов с апаттох	362
5.12. Способ обработки сточных вод с получением очищенной воды и обеззараженных отходов.....	375
5.13. Усреднитель-денитрификатор для комплектно-блочных очистных станций канализации.....	386
Литература	392

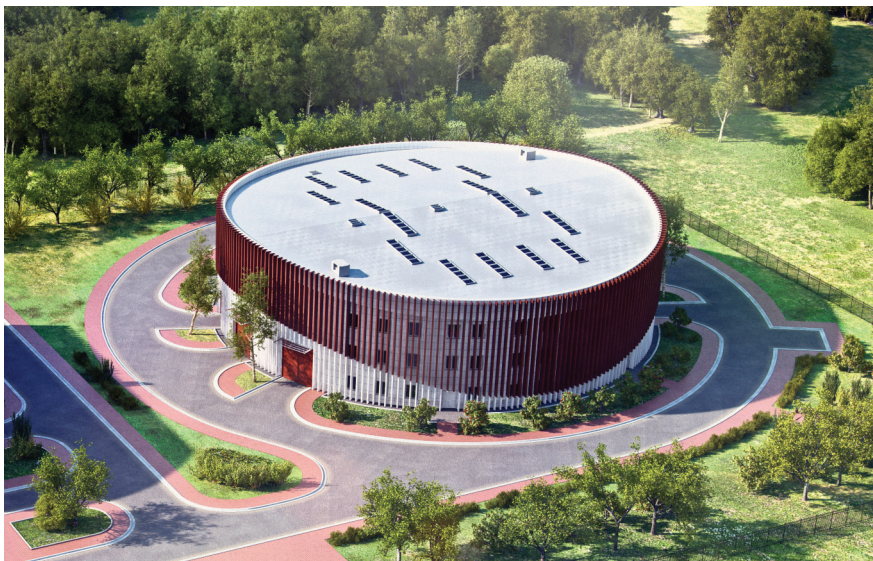


Рис. 5. Комплексный блок очистной станции канализации закрытого типа в бетонном исполнении. Проект для инновационного центра «Сколково»



Рис. 6. Комплексный блок очистной станции канализации закрытого типа в бетонном исполнении. Строительство «под ключ» ЗАО «Компания «ЭКОС»» в инновационном центре «Сколково»

Научное издание

Куликов Николай Иванович
Ножевникова Алла Николаевна
Зубов Геннадий Михайлович
Зубов Михаил Геннадьевич
Куликов Дмитрий Николаевич
Куликова Елена Николаевна
Литти Юрий Владимирович
Мамлютов Равиль Камильевич
Приходько Людмила Николаевна

Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков

теория и практика

Монография

В оформлении использована фотография проекта канализационных
очистных сооружений Мегаполис ЗАО «Компания “ЭКОС”»

Выпускающий редактор *Ю.П. Голобокова*
 Редактор *Н.В. Герцеништейн*
 Корректор *А.А. Нотик*
 Компьютерная верстка *Т.В. Клейменовой*
 Оформление *А.М. Моисеева*

Подписано в печать 08.12.2014. Формат 60×90/16.
 Печать офсетная. Бумага офсетная. 25 печ. л.
 Тираж 1000 экз.

Литературное агентство «Университетская книга»

105120, Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, д. 5/7, стр. 8
Тел.: (495) 221-50-16

Издательская группа «Логос»

111024, Москва, ул. Авиамоторная, д. 55, корп. 31
Тел.: (495) 981-51-12, 955-78-30

Электронная почта: universitas@mail.ru

Дополнительная информация на сайте: www.logosbook.ru

По вопросам приобретения и издания литературы обращайтесь:

111024, Москва, ул. Авиамоторная, д. 55, корп. 31

Тел.: (495) 981-51-12, 955-78-30

Электронная почта: universitas@mail.ru

Дополнительная информация на сайте: www.logosbook.ru