

26-3097

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Ж. А. Сапронова, И. Г. Шайхиев
Ю. С. Воронина, А. В. Святченко

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

Учебное пособие

26-03097

Белгород — Казань
2025

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Ж. А. Сапронова, И. Г. Шайхиев
Ю. С. Воронина, А. В. Святченко

Современные технологии очистки сточных вод и газовых выбросов

*Утверждено ученым советом университета
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность*

Белгород – Казань
2025

УДК 5023(07)

ББК 20.1я7

С56

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор Белгородского
государственного технологического университета

им. В.Г. Шухова *В. И. Павленко*

Директор ООО "ГЭКОР+" *Р. Р. Гафаров*

С56 **Современные технологии очистки сточных вод и газовых выбросов: учеб. пособие / Ж. А. Сапронова, И. Г. Шайхиев, Ю. С. Воронина, А. В. Святченко. – Белгород: Изд-во БГТУ; Казань, 2025. – 142 с.**

ISBN 978-5-361-01574-0

В учебном пособии изложены основные понятия водных ресурсов и условия их использования, определены условия сброса сточных вод в водные объекты, рассмотрены современные способы очистки сточных вод и отходящих газов от загрязняющих веществ.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность.

Данное издание публикуется в авторской редакции.

УДК 5023(07)

ББК 20.1я7

ISBN 978-5-361-01574-0

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2025

Оглавление

Введение	6
1. Водные ресурсы и их использование	8
1.1. Мировые водные ресурсы	8
1.2. Классификация вод по уровню минерализации	9
1.3. Значение водных ресурсов	10
1.4. Проблемы водообеспеченности	11
1.5. Водоснабжение	12
1.6. Загрязнение водных объектов	15
1.7. Качество поверхностных водных объектов	16
1.8. Оценка состояния водных объектов	19
1.9. Качество воды и заболевания населения	24
2. Экологическая экспертиза в области охраны водных объектов	27
2.1. Общие сведения об экологической экспертизе	27
в области охраны водных объектов	27
2.2. Данные, подлежащие учету при проведении экспертизы	28
2.3. Пути борьбы с загрязнением водных объектов	30
2.4. Согласование условий сброса сточных вод	32
3. Условия выпуска сточных вод	34
3.1. Условия выпуска производственных сточных вод	34
3.2. Показатели промышленных сточных вод	35
лимитирующие их сброс в водные объекты	35
3.3. Сброс сточных вод в поверхностный водный объект как один из видов воздействия на окружающую среду	44
3.4. Условия сброса сточных вод в водные объекты	47
3.5. Условия выпуска сточных вод в озера и водохранилища	51
3.6. Расчетные методы определения условий выпуска сточных вод в водоемы и прогнозирование их санитарного состояния	52
3.6.1. Определение условий сброса сточных вод	52
3.6.2. Прогнозирование санитарного состояния водоема у места сброса сточных вод	53
3.6.3. Прогнозирование возможных санитарно-гигиенических ситуаций в водных объектах при выборе места сброса сточных вод	54
3.6.4. Выпуск сточных вод от нескольких близлежащих предприятий	54
3.6.5. Выпуск сточных вод, когда в общем стоке производственные загрязнения относятся к одной группе по лимитирующему признаку вредности	55
3.6.6. Определение необходимой степени очистки	

производственных сточных вод	56
4. Расчет нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов в водные объекты	62
4.1. Назначение и область применения методики расчета НДС	62
4.2. Методическая основа расчета нормативов допустимых сбросов	68
4.3. Расчет величин НДС для отдельных выпусков водотоков	69
4.3.1. Общие расчетные формулы	69
4.3.2. Определение норматива допустимого сброса по концентрации взвешенных веществ	72
4.3.3. Определение норматива допустимого сброса по БПК _{полн}	72
4.3.4. Определение кратности начального разбавления	73
4.3.5. Определение кратности основного разбавления	75
4.4. Выбор условий для расчета	77
4.5. Расчет массы загрязняющих веществ, сбрасываемых с территории предприятий с ливневыми и тальными водами	78
4.5.1. Общие сведения	78
4.5.2. Алгоритм расчета массы сброса	80
4.6. Порядок и особенности определения массы сброса загрязняющих веществ	83
4.7. Условия соблюдения норм качества воды	85
5. Промышленные методы очистки сточных вод и применяемое оборудование	87
5.1. Основные методы очистки сточных вод	87
5.2. Механические способы очистки	87
5.2.1. Очистка от суспендированных и эмульгированных примесей	87
5.2.2. Методы устранения и уничтожения нерастворенных и растворенных примесей	88
5.2.3. Удаление взвешенных частиц из сточных вод	89
5.2.4. Очистка сточных вод отстаиванием	89
5.2.5. Песколовки	91
5.2.7. Вертикальные отстойники	92
5.2.8. Радиальные отстойники	93
5.2.9. Удаление всплывающих примесей	93
5.2.10. Очистка сточных вод фильтрованием	94
5.2.11. Фильтры с зернистым слоем	96
5.2.12. Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил и отжиманием	96
5.2.13. Открытые (безнапорные) гидроциклоны	98
5.3. Физико-химические методы очистки сточных вод	98

5.3.1. Коагуляция	98
5.3.2. Флокуляция	100
5.3.3. Флотация	101
5.3.4. Адсорбция	102
5.3.5. Основы процесса адсорбции	103
5.3.6. Адсорбционные установки, работающие при перемешивании адсорбента с водой	104
5.4. Очистка сточных вод методом ионного обмена	106
5.4.1. Природные и синтетические иониты	106
5.4.2. Основы процесса ионного обмена	107
5.5. Химические методы очистки сточных вод	109
5.5.1. Нейтрализация	109
5.5.2. Нейтрализация фильтрованием кислых вод через нейтрализующие материалы	110
5.5.3. Нейтрализация кислыми газами	111
5.5.4. Реагентная и тепловая обработка осадков	111
6. Основные промышленные методы очистки отходящих газов	115
6.1. Производственные загрязнения	115
6.2. Источники загрязнения атмосферного воздуха	116
6.3. Характеристика отходящих газов	116
6.4. Выбор метода и аппарата очистки газов от аэрозолей	117
6.5. Очистка отходящих газов от пыли и свойства частиц	120
7. Очистка дымовых газов от оксидов азота и соединений серы	124
7.1. Очистка газов от оксидов азота	124
7.2. Одновременная очистка газов от диоксида серы и оксидов азота	127
7.3. Очистка газов от SO ₂	128
7.4. Известняковые и известковые методы	129
7.5. Рекуперационные методы очистки газов от SO ₂	130
Термины, определения, сокращения и обозначения	133
Библиографический список	139