

24-5128

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

КАЗАНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

24-05128

Л. А. НИКОЛАЕВА, Н. Е. АЙКЕНОВА

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ОТ ФЕНОЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМ  
КАРБОНАТНЫМ ШЛАМОМ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Л. А. НИКОЛАЕВА, Н. Е. АЙКЕНОВА

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ОТ ФЕНОЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМ  
КАРБОНАТНЫМ ШЛАМОМ

Монография

Казань  
2024

УДК 628.3.477.8

ББК 30.69

Н63

*Рецензенты:*

д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «КНИТУ» *И. Г. Шайхиев;*

д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «КГЭУ» *А. Г. Лантес*

**Николаева, Лариса Андреевна.**

Н63 Очистка сточных вод промышленных предприятий от фенолов модифицированным карбонатным шламом : монография / Л. А. Николаева, Н. Е. Айкенова. – Казань : КГЭУ, 2024. – 104 с.

ISBN 978-5-89873-622-4

Рассмотрены методы очистки промышленных сточных вод от органических поллютантов. Описана технология производства модифицированных сорбционных материалов (гранулированного и порошкового) на основе карбонатного шлама, являющегося отходом АО «Актобе ТЭЦ» и образующегося в процессе известкования и коагуляции на стадии химводоподготовки. Произведен сравнительный анализ физико-химических характеристик модифицированных сорбентов. Проведены и изложены результаты практических исследований (на примере ТОО «Актобе нефтепереработка») по их использованию при очистке промышленных ливневых сточных вод путем адсорбции в динамических и статических условиях. Дано экономическое и экологическое обоснование целесообразности применения технологии адсорбционной очистки сточных вод в динамических условиях с использованием в качестве сорбента гранулированного модифицированного карбонатного шлама. Описано применение последнего в качестве вторичного энергетического ресурса для водогрейных котлов.

Предназначена для аспирантов, обучающихся по техническим направлениям подготовки. Может быть полезна для научных и инженерно-технических работников энергетической и химической отраслей.

УДК 628.3.477.8

ББК 30.69

*Печатается по решению научно-технического совета КГЭУ*

ISBN 978-5-89873-622-4

© Николаева Л. А., Айкенова Н. Е., 2024

© КГЭУ, 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Перечень сокращений</b> .....	3
<b>Введение</b> .....	4
<b>Глава 1. Технологии очистки сточных вод промышленных предприятий от фенолов</b> .....	6
1.1. Дистилляция.....	6
1.2. Адсорбция и экстракция .....	7
1.3. Мембранные методы очистки .....	9
1.4. Химическое окисление .....	11
1.5. Электрохимическое окисление .....	12
1.6. Усовершенствованные процессы окисления.....	14
1.7. Окисление влажным воздухом .....	17
1.8. Озонирование.....	18
1.9. Биологическая очистка .....	19
1.10. Ферментативная очистка .....	20
1.11. Применение модифицированных сорбционных материалов .....	21
<b>Глава 2. Модифицирование карбонатного шлама АО «Актобе ТЭЦ» (г. Актобе) для последующего использования в качестве сорбционного материала</b> .....	26
2.1. Механизм образования карбонатного шлама химводоподготовки на АО «Актобе ТЭЦ» (г. Актобе).....	26
2.2. Химический состав карбонатного шлама химводоподготовки.....	27
2.3. Модификация сорбционного материала на основе карбонатного шлама.....	28
2.4. Получение гранулированного модифицированного сорбционного материала на основе карбонатного шлама .....	31
2.5. Определение краевого угла смачивания сорбционных материалов .....	33
2.6. Исследование характеристик модифицированных сорбционных материалов по отношению к фенолу .....	34
2.7. Биотестирование токсичности водной вытяжки гранулированного сорбционного материала.....	43
<b>Глава 3. Выбор технологии очистки сточных вод ТОО «Актобе нефтепереработка» (г. Актобе). Расчет основного оборудования</b> .....	47
3.1. Сточные воды ТОО «Актобе нефтепереработка»: характеристика и схема очистки .....	47
3.2. Адсорбция в статических условиях.....	50

3.3. Адсорбция в динамических условиях.....	53
3.4. Расчет основного оборудования.....	56
3.4.1. Расчет аппарата механического перемешивания с загрузкой порошкообразного модифицированного карбонатного шлама (трехступенчатая технология очистки в статических условиях).....	56
3.4.2. Расчет адсорбционного фильтра с загрузкой гранулированного модифицированного карбонатного шлама (адсорбция в динамических условиях).....	58
<b>Глава 4. Расчет показателей экономической эффективности производства модифицированного карбонатного шлама.....</b>	<b>64</b>
4.1. Расчет затрат на приобретение оборудования для производства модифицированного карбонатного шлама.....	64
4.2. Расчет себестоимости производства модифицированного карбонатного шлама .....	65
4.3. Расчет себестоимости технологии очистки $1 \text{ м}^3$ сточных вод от фенолов с использованием модифицированного карбонатного шлама .....	67
<b>Глава 5. Обоснование эффективности внедрения технологии очистки сточных вод гранулированным модифицированным карбонатным шламом в динамических условиях.....</b>	<b>71</b>
5.1. Расчет предотвращенного экологического ущерба.....	71
5.2. Расчет экономической эффективности.....	73
<b>Глава 6. Применение гранулированного модифицированного карбонатного шлама в качестве вторичного энергетического ресурса для котельной установки на АО «Актобе ТЭЦ» (г. Актобе).....</b>	<b>77</b>
6.1. Тепловой расчет котла при сжигании насыщенного фенолами гранулированного модифицированного карбонатного шлама .....	77
6.2. Расчет токсичности золы, образующейся при сжигании насыщенного фенолами гранулированного модифицированного карбонатного шлама .....	85
<b>Заключение.....</b>	<b>88</b>
<b>Библиографический список.....</b>	<b>90</b>