

22-1313

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ



А. А. Фазуллина, С. В. Фридланд, Н. А. Политаева

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ
БИОСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ
ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА
ПРОИЗВОДНЫМИ
ФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
МИКРОВОДОРОСЛИ РОДА
CHLORELLA**

22-01313

2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Казанский национальный исследовательский
технологический университет

А. А. Фазуллина, С. В. Фридланд, Н. А. Политаева

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ
БИОСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ
ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА
ПРОИЗВОДНЫМИ
ФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
МИКРОВОДОРОСЛИ РОДА
CHLORELLA**

Казань
Издательство КНИТУ
2021

УДК 628.543.5:66.081

ББК 38.761.2:24.5

Ф16

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Казанского национального исследовательского технологического университета*

Рецензенты:

д-р тех. наук, проф. Л. А. Николаева

д-р хим. наук, проф. Э. П. Медянцева

Фазуллина А. А.

Ф16

Интенсификация биосорбционной очистки вод от ионов железа производными фосфоновой кислоты при использовании микроводоросли рода *Chlorella* : монография / А. А. Фазуллина, С. В. Фридланд, Н. А. Политаева; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2021. – 92 с.

ISBN 978-5-7882-3012-2

Рассмотрены эффективные методы очистки вод от ионов железа (III) при использовании микроводоросли рода *Chlorella*.

Предназначена для студентов бакалавриата направлений подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» и 20.03.01 «Техносферная безопасность», студентов магистратуры направлений подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» и 20.04.01 «Техносферная безопасность», а также для аспирантов направления подготовки 19.06.01 «Промышленная экология и биотехнология».

Подготовлена на кафедре инженерной экологии.

УДК 628.543.5:66.081

ББК 38.761.2:24.5

ISBN 978-5-7882-3012-2

© Фазуллина А. А., Фридланд С. В.,
Политаева Н. А., 2021

© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 3 |
| Глава 1. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ | 4 |
| 1.1. Механические методы | 4 |
| 1.2. Физико-химические методы | 5 |
| 1.3. Химические методы | 5 |
| 1.4. Альтернативные сорбенты для очистки вод от ионов железа | 6 |
| 1.4.1. Очистка сточных вод отходами, полученными переработкой природного сырья | 6 |
| 1.4.2. Использование продуктов механической обработки древесины для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов | 7 |
| 1.4.3. Использование микроводорослей для очистки и доочистки сточных вод | 10 |
| 1.4.4. Биологически активные вещества | 19 |
| 1.4.5. Растворы сверхнизких концентраций | 21 |
| 1.4.6. Соединения, стимулирующие биологические процессы | 23 |
| Глава 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ | 25 |
| 2.1. Инструментальные методы исследования | 25 |
| 2.1.1. Элементный анализ | 25 |
| 2.1.2. Инфракрасная спектроскопия | 25 |
| 2.1.3. Фотометрический метод | 26 |
| 2.1.4. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса | 27 |
| 2.1.5. Микроструктурный анализ | 27 |
| 2.2. Адсорбция остаточной биомассой <i>Chlorella sorokiniana</i> и гранулами хитозан–остаточная биомасса <i>Chlorella sorokiniana</i> | 28 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3. Получение адсорбента гранул хитозан–остаточная биомасса <i>Chlorella sorokiniana</i> | 28 |
| 2.4. Исследование роста микроводоросли <i>Chlorella vulgaris</i> | 29 |
| 2.5. Приготовление модельных концентраций и растворов интенсификаторов..... | 29 |
| 2.6. Методика определения прироста клеток водорослей..... | 30 |
| 2.7. Определение содержания железа в составе веществ методом с использованием сульфосалициловой кислоты..... | 30 |
| 2.8. Математическая обработка результатов исследований | 31 |
| 2.8.1 Определение погрешности измерения объема..... | 31 |
| Глава 3. ОЧИСТКА ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА ОСТАТОЧНОЙ БИОМАССОЙ МИКРОВОДОРΟΣЛЕЙ CHLORELLA SOROKINIANA И СОРБЕНТАМИ НА ЕЕ ОСНОВЕ..... | 35 |
| 3.1. Исследование сорбционных свойств остаточной биомассы микроводорослей <i>Chlorella sorokiniana</i> | 35 |
| 3.2. Исследование сорбционных свойств биомассы микроводорослей <i>Chlorella sorokiniana</i> и хитозана..... | 41 |
| Глава 4. ПОЛУЧЕНИЕ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ РОСТА КЛЕТОК МИКРОВОДОРΟΣЛИ CHLORELLA VULGARIS..... | 49 |
| 4.1. Реакция несимметричного диметилгидразина с салициловым альдегидом | 49 |
| 4.2. Реакция диметилгидразона салицилового альдегида с диэтилфосфористой кислотой | 50 |
| 4.3. Реакция диметилгидразона салицилового альдегида с диметилфосфористой кислотой..... | 51 |
| 4.4. Реакция диметилгидразона салицилового альдегида с дипропилфосфористой кислотой..... | 51 |
| 4.5. Реакция диметилгидразона салицилового альдегида с диизопропилфосфористой кислотой..... | 52 |

| | |
|---|----|
| 4.6. Обсуждение метода синтеза фосфонатов | 52 |
| Глава 5. ДООЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА МИКРОВОДОРОСЛЮ <i>CHLORELLA VULGARIS</i> | 56 |
| 5.1. Исследование влияния интенсификаторов на <i>Chlorella vulgaris</i> и доочистку воды от ионов железа..... | 56 |
| 5.1.1. Исследование влияния стимулирующих добавок в малых и сверхмалых концентрациях эфиров 1-диметилгидразинотолуол-3- окса- 4-бензил-7-диметилгидразин фосфоновой кислоты на рост <i>Chlorella vulgaris</i> | 56 |
| 5.1.2. Влияние диэтилового эфира и диизопропилового эфира 1-диметилгидразинотолуол-3-окса-4-бензил- 7-диметилгидразин фосфоновой кислоты в концентрациях 10^{-4} и 10^{-5} г/дм ³ на процесс доочистки воды от ионов железа | 62 |
| 5.2. Утилизация отработанных сорбционных материалов из хитозан- остаточная биомасса микроводорослей <i>Chlorella sorokiniana</i> и биомассы <i>Chlorella vulgaris</i> | 66 |
| Заключение..... | 69 |
| Список условных обозначений и сокращений..... | 70 |
| Список литературы..... | 71 |
| Приложение..... | 87 |