

22-3758

КА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

И. Г. Шайхиев, С. В. Свергузова
Ж. А. Сапронова, Нгуен Тхи Ким Тхоа

**ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД
ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
ОПИЛКАМИ *АСАСΙΑ АУРИКУЛИФОРМИС***

22-03758



Белгород — Казань
2022

И. Г. Шайхиев, С. В. Свергузова, Ж. А. Сапронова,
Нгуен Тхи Ким Тхоа

**ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ ОПИЛКАМИ *ACACIA AURICULIFORMIS***

Монография

Белгород–Казань
2022

УДК 628.16.

ББК 38.761

О-94

Рецензенты:

Директор МП "Материалы и технологии БГТУ"

доктор технических наук, профессор *Л. Х. Загороднюк*

Директор ООО "Переработка твердых отходов металлургии
и машиностроения" кандидат технических наук, доцент *Ю. Е. Токач*

Доктор технических наук, профессор Казанского государственного
энергетического университета *Л. А. Николаева*

О-94 **Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов опилками
ACACIA AURICULIFORMIS: монография / И. Г. Шайхиев,
С. В. Свергузова, Ж. А. Сапронова, Нгуен Тхи Ким Тхоа. –
Белгород: Изд-во БГТУ; Казань, 2022. –129 с.**

ISBN 978-5-361-00995-4

В монографии рассмотрены современные технологии очистки промышленных сточных вод от соединений тяжелых металлов. Уделено внимание использованию природных материалов для удаления из воды тяжелых металлов, особенно отходов растительного происхождения – опилок, листьев, коры и т.д.

Приведены методы исследований, изложены результаты экспериментов по изучению возможности сорбционного извлечения ионов тяжелых металлов нативными и модифицированными опилками акации ушковидной. Приведены результаты определения оптимальных технологических условий процесса водоочистки.

Монография предназначена для научных сотрудников, инженерно-технических работников, аспирантов и специалистов, занимающихся вопросами охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Данное издание публикуется в авторской редакции.

УДК 628.16.

ББК 38.761

ISBN 978-5-361-00995-4

© Шайхиев И. Г., Свергузова С. В.,
Сапронова Ж. А., Нгуен Тхи Ким
Тхоа, 2022

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные обозначения и сокращения	6
ВВЕДЕНИЕ	7
1. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	9
1.1. Реагентные методы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов	10
1.2. Ионообменный метод очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов	13
1.3. Электрохимические методы удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод	14
1.3.1. Электрокоагуляция	15
1.3.2. Электрофлотация	16
1.3.3. Электродиализ	17
1.4. Мембранные методы	17
1.5. Адсорбционная очистка	19
1.5.1. Использование активированных углей для удаления ионов тяжелых металлов	21
1.5.2. Использование природных материальных соединений для удаления ионов тяжелых металлов	24
1.5.3. Использование хитина и хитозана для удаления ионов тяжелых металлов	26
1.5.4. Использование сельскохозяйственных отходов растительного происхождения для удаления ионов тяжелых металлов	28
1.5.5. Использование отходов деревопереработки для удаления ионов тяжелых металлов	29
1.5.5.1. Использование коры деревьев для удаления ионов тяжелых металлов из водных сред	29
1.5.5.2. Использование древесных опилок для удаления ионов тяжелых металлов из водных сред	31
1.5.5.3. Использование листьев деревьев для удаления ионов тяжелых металлов из водных сред	33
2. ПРИБОРЫ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ	37
2.1. Методика получения изотерм адсорбции ионов Cu^{2+} , Ni^{2+} и Zn^{2+} опилками акации ушковидной	37
2.2. Методики определения остаточной концентрации ионов тяжелых металлов в растворах	37

2.3.	Методика проведения экспериментов по модификации опилок акации ушковиной слабоконцентрированными растворами кислот	38
2.4.	Исследование физико-механических свойств адсорбционных материалов	38
2.5.	Инструментальные методы анализа	38
2.5.1.	Элементный анализ	38
2.5.2.	Инфракрасная спектроскопия	38
2.5.3.	Рентгеноструктурный анализ	39
2.5.4.	Электронная микроскопия	39
2.5.5.	Определение краевого угла смачивания поверхности адсорбционных материалов	39
2.5.6.	Термогравиметрия и дифференциальная сканирующая калориметрия	40
2.5.7.	Оценка величины удельной поверхности по методу низкотемпературной адсорбции азота	40
2.5.8.	Электронная микроскопия и энергодисперсионный анализ	40
2.5.9.	Элементный анализ золы, полученной при сжигании отработанных адсорбционных материалов ...	41
2.6.	Определение токсичности сточных жидкостей по смертности стандартных тест-объектов <i>Daphnia magna Straus</i> и <i>Paramecium caudatum</i>	41
2.7.	Метрологическая обработка результатов исследований	41
3.	ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НАТИВНЫМИ И МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ОПИЛКАМИ АКАЦИИ УШКОВИНОЙ	45
3.1.	Характеристика исходного адсорбционного материала	45
3.1.1.	Исследование процессов адсорбции в статических условиях	46
3.1.2.	Исследование термодинамики процесса	53
3.1.3.	Исследование кинетики процесса	54
3.2.	Получение модифицированных опилок	56
3.3.	Исследование процессов адсорбции модифицированными опилками	57
3.3.1.	Исследование процессов адсорбции опилками, модифицированными растворами азотной кислоты	57
3.3.1.2.	Исследование термодинамики процесса	64
3.3.1.3.	Исследование кинетики процесса	65
3.3.2.	Исследование процессов адсорбции опилками, модифицированными растворами серной кислоты	67

3.3.2.2. Исследование термодинамики процесса	73
3.3.2.3. Исследование кинетики процесса	74
3.3.3. Исследование процессов адсорбции опилками, модифицированными растворами фосфорной кислоты.....	76
3.3.3.1. Исследование термодинамики процесса	82
3.3.3.2. Исследование кинетики процесса	83
3.4. Сопоставление адсорбционных свойств нативных и модифицированных опилок по отношению к ионам тяжелых металлов	85
3.5. Исследование влияния кислотной обработки на структуру поверхности и свойства опилок акации ушковидной	88
4. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЗАВОДЕ «ТХИЕН МИ» (ВЬЕТНАМ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОПИЛОК АКАЦИИ УШКОВИДНОЙ	97
4.1. Производственные испытания опилок акации ушковидной, модифицированных 3 %-ным раствором серной кислоты, в качестве адсорбционного материала для удаления ионов тяжелых металлов.....	97
4.2. Биотестирование сточных вод гальванического производства, образующихся на ООО «Тхиен Ми»	102
4.3. Термическая утилизация отработанного адсорбционного материала.....	103
4.4. Определение класса токсичности золы после сжигания отработанного адсорбционного материала биотестирование.....	109
4.5. Расчет значения укрупненного эффекта от устранения экологического ущерба, связанного с уменьшением сброса ионов тяжелых металлов в природный водоем	110
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	111
Библиографический список	113