Панфилова Ольга Николаевна. Доочистка сточных вод от ионов тяжелых металлов сорбентами на основе природных материалов;[Место защиты: ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»], 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ

ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Панфилова Ольга Николаевна

ДООЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

2.1.4 - Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны

водных ресурсов

диссертация на соискание ученои степени

кандидата технических наук

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,

Степанов С.В.

Самара 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ 10

1.1 СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГОРОДСКИХ И

ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ ПОСЛЕ ОСНОВНОЙ СТУПЕНИ ОЧИСТКИ 10

1.2 РЕАГЕНТНЫЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ

МЕТАЛЛОВ 14

1.3 МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ ДООЧИСТКИ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ 21

1.4 ИОНООБМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДООЧИСТКИ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ 26

1.5 СОРБЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ

МЕТАЛЛОВ 31

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1 41

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГЛИН И ИССЛЕДОВАНИЕ УДАЛЕНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ 43

2.1. ИСХОДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ 43

2.2. МЕТОДИКА МОДИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ 45

2.3 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ

МЕТАЛЛОВ ИЗ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ 46

2.4 ВЫБОР СОСТАВА НОВОГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИН 49

2.5 ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИКИ СОРБЦИИ ОБРАЗЦА МОДИФИЦИРОВАННАЯ

ГЛИНА «МГ - 8» 55

2.6 СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО УДАЛЕНИЮ ИОНОВ МЕДИ ИЗ

ОДНОКОМПОНЕНТНОГО МОДЕЛЬНОГО РАСТВОРА 61

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2 67

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ГОРОДСКИХ И

ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД 69

3.1. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОРБЕНТА МОДИФИЦИРОВАННАЯ

ГЛИНА НА ЭТАПЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД 69

3.2. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ДООЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО

ПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРИРОДНЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СМЕСЕЙ 80

3.3. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ДООЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО

ПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИРОДНЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СМЕСЕЙ 88

3.4. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОТДЕЛЕНИЮ ОТРАБОТАННОГО СОРБЕНТА ОТ

ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ 95

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3 105

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОРБЦИОННОЙ ДООЧИСТКИ

ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД 107

4.1 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГЛИН 107

4.2. РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА, ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА И МЕТОДИКА

РАСЧЕТА ПРОЦЕССА СОРБЦИОННОЙ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА 114

4.3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОЙ

ТЕХНОЛОГИИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИТМ 121

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4 127

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 128

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 130

ПРИЛОЖЕНИЯ 141

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ современных технологий доочистки сточных вод показал, что наиболее перспективными для удаления ИТМ являются сорбенты на основе природных материалов.
2. Экспериментально подобрано массовое соотношение композиции компонентов монтмориллонита, каолинита, торфа, доломита 1:1:1:0,1, обладающее наилучшими сорбционными свойствами для доочистки сточных вод от ионов меди, железа, марганца, цинка и свинца. Время установления равновесия при очистке в статических условиях составило не более 90 мин.
3. Для разработанного сорбента модифицированная глина «МГ-8», полученного термической модификацией при 550 оС указанного в п. 2 состава, экспериментально определены коэффициенты изотерм сорбции. Установлено, что сорбция цинка, меди и свинца наилучшим образом описывается уравнением Фрейндлиха, а поглощение железа и марганца - уравнением Тоха, что связано со строением атомов металлов. Сорбционные емкости при удалении ИТМ из многокомпонентного раствора до ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения составили, мг/г: Cu2+ - 0,48; Fe3+- 0,97; Zn2+ - 0,38; Pb2+ - 0,61.
4. Экспериментально определены дозы разработанного сорбента «МГ-8» для доочистки сточных вод до рыбохозяйственных ПДК по ИТМ: городских - 1 г/л; гальванических производств - 0,5 - 1 г/л; доза сорбентов из немодифицированных местных материалов для доочистки сточных вод гальванического производства - до 1,6 г/л. Необходимое время контакта составило 60 мин, при концентрации цинка и алюминия в исходной воде выше ПДК - 90 мин.
5. Разработана технология и методика расчета сооружений доочистки сточных вод гальванического производства с применением новых сорбентов и извлечением отработанных сорбентов коагуляцией и последующим фильтрованием. Использование коагулянта позволило снизить концентрацию взвешенных веществ в осветленной воде до 8 мг/л для сорбента - модифицированная глина и до 15 мг/л -для смесевого сорбента из немодифицированных компонентов. Определены параметры работы намывного фильтра: скорость фильтрования 20-25 м /(чм ); расчетная удельная нагрузка по

Л

взвеси на его поверхность 850 и 680 г/м для модифицированной глины и смесевого сорбента соответственно.

1. Разработана технология производства предлагаемого нового сорбента «МГ- 8» и определена его цена - 11785 руб./т. Технико-экономическое сравнение по затратам жизненного цикла за 25 лет эксплуатации сооружений очистки

-5

сточных вод гальванического производства производительностью 260 м /сут от ИТМ до ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения показало, что технология с сорбентом модифицированная глина имеет преимущество перед вариантом доочистки на цеолитовых фильтрах на 58,9 млн. руб.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы: определение для разработанных сорбентов типа изотерм сорбции ионов никеля, кадмия и хрома (III); уточнение состава композиции предлагаемых сорбентов в зависимости от соотношения концентраций ИТМ в очищаемых сточных водах.