Фаюстова Юлия Анатольевна. Технология очистки сточных вод от ионов железа, меди и никеля сорбентом, полученным из отходов с участка химической подготовки воды ТЭЦ;[Место защиты: ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина».], 2023

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Пензенский государственный технологический университет»

На правах рукописи

ФАЮСТОВА Юлия Анатольевна

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА,

МЕДИ И НИКЕЛЯ СОРБЕНТОМ, ПОЛУЧЕННЫМ ИЗ ОТХОДОВ

С УЧАСТКА ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ТЭЦ

1. 5.15. Экология (Технические науки)

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор

Таранцева Клара Рустемовна

Пенза - 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА 1 СОРБЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ 9

1.1. Сорбционные методы очистки от ионов тяжелых металлов 9

1.2. Шлам со стадии химической подготовки воды теплоэлектростанции .. 20

Выводы по главе 1 25

ГЛАВА 2 МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ 27

2.1. Методика приготовления сорбента из шлама водоочистки 27

2.2. Определение основных характеристик сорбента и его химического

состава 31

2.2.1. Определение содержания кремниевой кислоты в сорбенте 31

2.2.2. Определение массовой доли железа в сорбенте 32

2.2.3. Определение массовой доли меди и цинка в образце сорбента 33

2.2.4. Определение массовой доли кальция и магния в сорбенте 33

2.2.5. Определение массовой доли сульфатов в сорбенте 34

2.2.6. Определение массовой доли фосфатов в сорбенте 35

2.2.7. Определение сухого остатка и влажности сорбента 36

2.3. Методика определения железа общего в модельном растворе после

адсорбции 38

2.4. Методика определения ионов меди в модельном растворе после

адсорбции 39

2.5. Методика определения ионов никеля в модельном растворе до и после

сорбции 41

2.6. Методика исследования сорбционных свойств шлама в комплексных

растворах, содержащих ионы железа и меди (и/или никеля) 42

2.7. Методика определения сорбционных свойств шлама в динамических

условиях 44

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ 46

3.1. Уравнения сорбции ионов меди, железа и никеля 46

3.1.1. Уравнения сорбции ионов меди, железа и никеля из однокомпонентных модельных растворов 49

3.1.2. Уравнения сорбции ионов меди, железа и никеля из двух- и трехкомпонентных модельных растворов 55

3.2. Обсуждение схемы сорбции на предложенном сорбенте 64

3.3. Исследование эффективности очистки от ионов железа, никеля и меди

предложенным сорбентом 71

3.3.1. Исследование эффективности очистки однокомпонентных

модельных растворов от ионов железа, никеля и меди 71

3.3.2. Эффективность извлечения ионов железа, никеля и меди из двух- и

трехкомпонентных модельных растворов 75

3.4. Эффективность очистки промышленных сточных вод 81

3.4.1. Эффективность очистки промышленных сточных вод

теплоэнергетического предприятия 81

3.4.2. Эффективность очистки промышленных сточных вод предприятий

других профилей 87

Выводы по главе 3 89

ГЛАВА 4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ 92

4.1. Расчет насыпного фильтра 92

4.2. Оценка величины предотвращенного экологического ущерба 98

4.3. Оценка капитальных затрат на установку для очистки сточных вод с

применением полученного сорбента 101

Выводы по главе 4 105

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ 106

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 108

Приложение 1 127

Приложение 2 130

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ

1. Предложен способ получения сорбента из отходов (шлама) с участка химической подготовки воды теплоэнергетического предприятия. Способ отличается от существующих тем, что для приготовления сорбента не требуется применения дополнительных реагентов и стадии гранулирования.
2. Исследованы сорбционные свойства разработанного сорбента в одно-, двух и трех компонентных растворах меди, железа, никеля и выбраны оптимальные параметры проведения процесса Выявлено, что дополнительно обработанный при 200 ° С сорбент проявляет высокие сорбционные свойства при загрузке 0,5 г / 100 мл (сорбент / объем очищаемых сточных вод) и времени выдержки 30 мин.
3. Установлены схемы сорбции ионов железа, меди и никеля при одновременном присутствии их в растворе:
4. в однокомпонентных модельных растворах ионов железа, меди и никеля процесс происходит в виде монослойной сорбции на поверхности, описываемой линейными уравнениями. При низкой исходной концентрации ионов никеля в однокомпонентном растворе сорбция их лучше описывается уравнениями Темкина.
5. в двухкомпонентных растворах ионов железа и меди изотермы их сорбции описываются линейными уравнениями, а изотермы сорбции ионов никеля уравнениями Темкина. В двухкомпонентных растворах извлечение ионов железа, меди и никеля происходит не только в результате конкурирующей адсорбции ионов на поверхности сорбента, но и за счет различных комплексов, образующихся в результате химического связывания ионов.
6. в трехкомпонентных растворах изотермы сорбции всех исследованных ионов лучше описываются уравнениями Темкина. Сорбция никеля в присутствии ионов железа ухудшается, а в присутствии ионов меди улучшается. Это связано с увеличением доли связанных гидроксо-комплексов меди и железа, выпадающих в осадок, и увеличением за счет этого активной поверхности

сорбента. Сорбция ионов железа при одновременном присутствии ионов меди и никеля резко снижается по сравнению с его однокомпонентными растворами.

1. Определена эффективность очистки предложенным сорбентом в присутствии одного, двух и трех компонентов (меди, железа, никеля) в модельных средах и в промышленных сточных водах энергетического и фармацевтического предприятий, а также предприятий машиностроительного и приборостроительного профилей. Выявлено, что эффективность очистки промышленных сточных вод:
2. теплоэнергетического предприятия от ионов железа составляет свыше 60 %, от ионов меди - от 60 % до 80 %, ионов никеля - от 80 % до 95 % при исходном содержании их свыше от 0,2 мг/л;
3. химико-фармацевтического предприятия от ионов железа, меди и никеля составляет от 60 % до 80 %, что гораздо ниже по сравнению со сточными водами энергетического предприятия, ввиду высокой доли органики в сточных водах;
4. машиностроительных и приборостроительных предприятий от ионов никеля составляет от 75 % до 90 %, ионов меди - от 26 % до 88 %, ионов железа - от 17 % до 96 % - в зависимости от их исходных концентраций. С увеличением концентрации исследованных тяжелых металлов в сточных водах более 0,5 мг/л эффективность извлечения их с помощью предложенного сорбента увеличивается.
5. Предложена технологическая схема очистки промышленных сточных вод, включающая узел сорбционной очистки с помощью насыпного фильтра. Проведен расчет насыпного фильтра и его загрузки в зависимости от объема сточных вод и их состава.

Рассчитан экономический эффект от применения насыпного фильтра с загрузкой из полученного сорбента. Он составит 5,8 млн руб., срок окупаемости проекта 1 год. Предложенные научные и технические решения внедрены филиале «Мордовский» ПАО «Т Плюс» (ОП Пенза) для доочистки сточных вод