

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТА ИЗ ОТХОДОВ ИЛОВЫХ  
ОСТАТКОВ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

Института Химии

Султаковой Дины Замировны

Научный руководитель

доцент, к.т.н.

Е.С. Свешникова

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

Р.И. Кузьмина

Саратов 2019

**Введение** Бакалаврская работа Султаковой Д.З. посвящена технологии получения сорбента из отходов иловых остатков.

История саратовских водоочистных сооружений берет начало в далеком 1875 году, когда был построен первый водоочистной комплекс. С помощью микроорганизмов осуществлялась очистка сточных вод от примесей органической происхождения. Состав данных микроорганизмов устанавливается самопроизвольно и регламентируется составом загрязнителей.

По данным экологических групп России накопления ила на предприятиях нефтехимпереработки, составляют 2/3 всех отходов этой отрасли, продолжая непрерывно увеличиваться. Причиной тому стало расширение городов, а следовательно и увеличение нагрузки на водоочистные сооружения. Длительное время отстойники чистятся нерегулярно, накапливаются горы ила. Присутствие данных отходов на открытом воздухе сильно влияет на здоровье человека и окружающую среду, тем самым ухудшая эпидемиологическую обстановку.

Иловый остаток сточных вод водоочистных сооружений можно не только утилизировать, закапывая его в специально-отведенные места, но и использовать вторично. Тем не менее, на вопросы, связанные с обработкой осадка, обращают меньше внимания, чем на параметры очистки сточных вод.

Осадок является потенциальной угрозой для окружающей среды, так как вспенивающийся осадок может быть утерян в процессе очистки, а осадок сточных вод может даже намеренно сбрасываться в водотоки.

Целью данной работы является получение сорбента на основе иловых остатков для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды.

Выпускная квалификационная работа Султаковой Дины Замировны «Технология получения сорбента из отходов иловых остатков» состоит из 45 страниц и содержит следующие главы:

Глава 1 – Литературный обзор;

Глава 2 – Экспериментальная часть.

**Основное содержание работы.** В первой главе выпускной квалификационной работы проведен литературный обзор. Представлены общие сведения об иловых остатках сточных вод, обработке остатка, его утилизации, о процессе пиролиза и о получении сорбентов с его помощью, а также представлены общие сведения о наиболее распространенных видах сорбентов.

Осадки сточных вод - это сложная система, состоящая из множества компонентов, органической и минеральной частей.

Данный осадок представляет собой продукт очистки городских сточных вод и является суспензией, которая выделяется в процесс очистки сточных вод.

Существует несколько методов очистки:

- механический,
- химический,
- физико-химический,
- биологический.

В зависимости от загрязнения и степени вредности примесей используется тот или иной способ.

Целью обработки осадков является максимальное понижение объема и влажности, стабилизация, обеззараживание для последующего удаления их с места переработки и подготовки к утилизации.

*Уплотнение осадка.* Влажность осадка очень велика (97,0-99,5%). В процессе уплотнения из-за уменьшения содержания влаги в осадке, происходит увеличение массы сухого вещества. Уплотнение осадка может быть применено на очистных сооружениях для предварительной обработки перед сбраживанием или перед обезвоживанием на тех предприятиях, которые работают без сбраживания.

*Стабилизация осадка.* Она используется для предотвращения загнивания первичных и вторичных осадков. В основе процесса стабилизации лежит изменение физико-химических характеристик, которые сопровождаются угнетением жизнедеятельности гнилостных бактерий [1].

*Кондиционирование осадков.* Данная обработка осуществляется с целью улучшить водоотдающие свойства осадков за счет изменения их структуры и форм связи, после которой повысится эффект от последующего обезвоживания [2].

*Обезвоживание осадков.* Это процесс уменьшения содержания влаги до 70-80%. Существует два метода обезвоживания:

- обезвоживание на иловых площадках;
- механическое обезвоживание.

*Обеззараживание осадков.* Обеззараживание и дезинфекция осадка сточных вод проводится с целью уменьшения числа патогенных микроорганизмов до уровня соответствующего санитарным нормам. Использование процесса обеззараживания зависит от способа утилизации осадка, что важно, если он применяется в сельскохозяйственной отрасли или для благоустройства территорий.

*Термическая сушка осадков.* В результате этого процесса происходит уменьшение содержания влаги до 5-40% [3]. Это последняя стадия при подготовке осадков сточных вод к утилизации или ликвидации с помощью сжигания. В ходе процесса снижается масса осадков и происходит обеззараживание, при этом осадки предварительно должны быть обезвожены с помощью механического метода.

*Сжигание осадков.* В тех случаях, когда утилизация осадков экономически нецелесообразна или невозможна технически, используют сжигание.

Проблема утилизации ила в наши дни стоит крайне остро из-за большого содержания в нем тяжелых металлов и нефтепродуктов, а также вследствие высокой влажности. В результате данный отход с целью обезвоживания «складируется» на иловых площадках.

Отработанный активный ил уже заполнил большую часть иловых площадок. При выпадении атмосферных осадков жидкий отход переливает за пределы иловых карт, тем самым еще больше загрязняя окружающую среду.

Вследствие этого токсичные вещества, которые содержатся в отработанном активном иле (нефтепродукты, тяжелые металлы и др.), проникают в почву и подземные воды, что также негативно влияет на природу (деградация земель, загрязнение вод и др.). Помимо этого токсичные вещества, такие как сероводород, метан, ароматические углеводороды, соли тяжелых металлов, оксиды азота и др., могут выделяться в виде паров в атмосферу. Также существует вероятность перемещения данных веществ на большие расстояния с помощью ветра.

Кроме того, болезнетворные и патогенные бактерии, содержащиеся в сточных осадках, могут стать причиной инфицирования атмосферы, гидросферы и литосферы.

Все перечисленные выше факторы проявляют отрицательное влияние не только на окружающую среду, но и на здоровье людей.

Поэтому с целью уменьшения влияния иловых площадок на окружающую среду необходима утилизация отработанного активного ила.

При анализе литературных источников были найдены следующие пути вторичного использования отработанного активного ила:

- использование в качестве адсорбента для сорбции нефти и нефтепродуктов [4];
- переработка в кормовые продукты [5];
- использование в качестве сорбента для очистки городских сточных вод [6];
- совместное применение активного ила и флокулянта для интенсификации процесса очистки воды [7].

Многообещающим направлением в утилизации осадков сточных вод является их переработка для изготовления продуктов, которые могут быть использованы в теплоэнергетике и промышленном производстве. Причем для такого направления переработки нет строгих ограничений по наличию токсичных веществ и по санитарно-гигиеническим показателям. Вследствие этого можно применять процесс утилизации осадков бытовых сточных вод

совместно с переработкой иных отходов населенных пунктов и промышленных предприятий.

Пиролиз является наиболее разработанным процессом промышленной переработки осадков сточных вод, совместно с переработкой твердых бытовых отходов (ТБО) или же отдельно.

Пиролиз - это высокотемпературный процесс переработки углеродсодержащих веществ без доступа кислорода.

Анализ литературных данных по пиролизу осадков сточных вод показывает, что при нахождении в осадке больше 25% сухого вещества данный процесс может протекать без добавления иных видов топлива с поддержанием в то же время температуры в камере догорания свыше 760°C. И в зависимости от теплоты сгорания осадка содержание сухого вещества, идущего на пиролиз, устанавливается в каждом конкретном случае.

В процессе частичного пиролиза беззольное вещество осадка может понизиться на 20-30% в зависимости от режима работы реактора. Такой пиролиз с точки зрения термодинамики более эффективен, чем сжигание, что связано с тем, что для проведения процесса достаточно 25-50% воздуха, который теоретически необходим для горения, и который необходимо преждевременно нагревать. При этом снижаются затраты на оборудование для установок газоочистки, и предотвращаются потери энергии.

В результате пиролиза осадков имеют по отношению к абсолютно сухим веществам примерно 50% твердых осадков (полукокс, уголь, пирокарбон), около 25% жидких продуктов (первичный деготь или смола) и 12-15% смеси различных газообразных продуктов. Наибольшую ценность среди продуктов пиролиза имеют пирокарбон, смола и деготь. При нынешних технологических разработках эти продукты являются целевыми или полуфабрикатами для последующей химической переработки [8].

С помощью осадков сточных вод производят углеродистые материалы, что особо важно из-за сильной нехватки углеродистого сырья. Углерод, как химический элемент, является важнейшей частью всех органических веществ.

Утилизация осадков сточных вод с помощью пиролиза открывает новые направления перспективного использования всех осадков, особенно, когда нельзя их использовать в качестве удобрений или кормов из-за токсичных и вредных примесей.

В настоящее время сорбционные методы очистки стоков от нефтепродуктов являются одними из немногих эффективных способов очистки. Данные методы дают возможность очищать воду до любого уровня очистки от продуктов переработки нефти, даже до уровня ПДК, при этом не завися от их устойчивости и без добавления в воду каких-либо вторичных загрязнений.

Сорбция – это поглощение жидкостью или твердым телом какого-либо вещества из окружающей воды. При очистке воды наибольшее применение нашел процесс адсорбции – это разновидность сорбции, представляющий собой поглощение вещества из воды на поверхности или объеме пор твердых тел, называемых сорбентами [9].

*Активные угли.* Гранулированный активный уголь широко используется для доочистки сточных вод на нефтеперерабатывающих заводах. Размер его частиц более 0,1 мм. Активный уголь состоит из углерода на 85-99% и имеет способность самопроизвольно отделяться от воды.

*Гидрофобные сорбенты для очистки сточных вод от нефтепродуктов.* Они являются высокоэффективными сорбентами, у которых адсорбция преимущественно обусловлена дисперсными силами. Сорбенты, разработанные авторами [10], имеют вид гранул различного размера, которые могут поглощать нефтепродукты из водных растворов в количестве вплоть до 70% от собственного объема.

Для поглощения нефтепродуктов и нефти эффективным средством является гидрофобный вспученный перлит [11] Он обладает хорошим запасом плавучести и имеет высокую степень очистки водной поверхности, порядка 93-99%. Нефтепоглощательная емкость перлита составляет 600-800 масс. %

Во второй главе бакалаврской работы описан принцип работы лабораторной установки процесса пиролиза, представлена ее принципиальная схема и показаны результаты определения основных свойств сорбента.

Исследования пиролиза илового остатка сточных вод проводились на лабораторной установке. Главной частью установки является реактор, изготовленный из термически стойкого сплава, что позволяет достигать высоких температур в ходе исследования.

Иловый остаток очистных сооружений является отходом в результате очистки сточных вод, и представляет собой темный порошок с резким запахом.

Утилизация иловых остатков методами сжигания используется очень широко на очистных сооружениях, но твердые остатки такого сжигания не находят применения. Поэтому в выпускной квалификационной работе был проведен процесс пиролиза на лабораторной установке с изучением свойств твердого остатка для его дальнейшего использования.

Пиролиз ила проводили на установке при температурах 600°C, 700°C и 800°C в среде инертного газа – гелия.

В дальнейшем было проведено комплексное исследование свойств полученных твердых остатков и технико-экономический расчет, который показал целесообразность применения сорбентов из отходов иловых остатков.

### **Выводы:**

1. Проведен процесс пиролиза илового остатка очистных сооружений при повышенных температурах, в результате получили газообразный продукт (11,9-17,6%), жидкость (16,9-18,9%) и твердый остаток (64,4-65,4%).

2. Изучены свойства полученных твердых остатков в неизмельченном и измельченном видах.

3. Предложено использовать иловый остаток в качестве сорбента для сбора нефти и нефтепродуктов. Проведено комплексное исследование процессов сорбции нефти и нефтепродуктов на основе твердого остатка после пиролиза осадочного ила.

4. Технико-экономический расчет подтвердил целесообразность использования иловых остатков в качестве сорбента. Капитальные вложения окупятся в течение 1 года.

5. Разработанный сорбент возможно использовать на водной поверхности технических водоемов, а также на бензозаправках и автомастерских для сбора топлива и масел

6. По результатам работы опубликована статья на тему «Использование твердого остатка пиролиза в качестве наполнителя для полимерных композиционных материалов» в сборнике «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии».

7. Технико-экономический расчет подтвердил целесообразность использования иловых остатков в качестве сорбента. Капитальные вложения окупятся в течение 1 года.

8. Разработанный сорбент возможно использовать на водной поверхности технических водоемов, а также на бензозаправках и автомастерских для сбора топлива и масел

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Хисамеева, Л. Р. Обработка осадков городских сточных вод: учебное пособие / Л. Р. Хисамеева, А. С. Селюгин, Р. Н. Абитов, А. В. Бусарев, Н. С. Урмитова. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2016. – 105 с.
- 2 Аксенов, В. И. Переработка осадков сточных вод: учебное пособие / В. И. Аксенов, Е. В. Мигалатий, А. Ф. Никифоров. – Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, 2002. – 75 с.
- 3 Жмур, Н. С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М.: Луч, 1997. – 172 с. ISBN 57005-0581-9.
- 4 Солодкова, А. Б. Разработка технологии изготовления и использования адсорбента на основе отработанного активного ила для очистки сточных вод / А. Б. Солодкова, Н. А. Собгайда, И. Г. Шайхиев // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, №20. – С. 179-182.
- 5 Зайнуллин Р. Р. Производство кормовых продуктов из активного ила городских сточных вод / Р. Р. Зайнуллин, А. А. Галяутдинов // Инновационная наука. – 2016. - №6. – С. 79-80.
- 6 Москвичева, Е. В. Совершенствование технологии очистки городских сточных вод с использованием сорбента на основе избыточного активного ила / Е. В. Москвичева, А. А. Войтюк, Э. П. Доскина, Д. О. Игнаткина, Ю. Ю. Юрьев, Д. В. Щитов // Инженерный вестник Дона. – 2015. – Т. 36, № 2-2. – С. 28
- 7 Тимакова, Д. Н. Использование активного ила в качестве биофлокулянта / Д. Н. Тимакова, Б. С. Ксенофонов // Universum: химия и биология. – 2016. - № 10 (28). – С. 14-18.
- 8 Гафуров, Н. М. Общие сведения о технологии газификации угля / Н. М. Гафуров, Р. Ф. Хисматуллин // Инновационная наука. – 2016. - № 5-2 (17). – С. 59-60.

9 Родионов, А. И. Технологические процессы экологической безопасности (Основы энвайронменталистики): учебник для студентов технических и технологических специальностей / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер - 3-е изд., перераб. и доп. - Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2000. - 800 с.

10 Юдаков, А. А. Новые высокоэффективные искусственно гидрофобизированные сорбенты для очистки сточных вод от нефтепродуктов / А. А. Юдаков, Т. В. Ксеник, А. В. Перфильев // Водоочистка. - 2009. - № 5-6. - С. 64-65.

11 Кинли, Х. Активные угли и их промышленное применение / Х. Кинли, Э. Бадер. - Л.: Химия, 1984. - 212 с