

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии  
и техногенной безопасности

**Использование твердого остатка термолиза ила в качестве сорбента**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ 431 группы \_\_\_\_\_

направления \_\_\_\_\_ 18.03.01 «Химическая технология» \_\_\_\_\_

код и наименование направления, специальности

Института химии

Теплякова Дмитрия Витальевича

Научный руководитель

\_\_\_\_\_ доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_

должность, уч. ст., уч. зв.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_ Свешникова Е.С. \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ д.х.н., профессор \_\_\_\_\_

должность, уч. ст., уч. зв.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_ Р.И. Кузьмина \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Саратов 2018

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема утилизации остатков сточных вод в наши дни стоит крайне остро. Причиной тому стало расширение городов и как следствие увеличение нагрузки на водоочистные сооружения. Длительный период отстойники чистятся нерегулярно, накапливаются горы ила. Присутствие данных отходов на открытом воздухе вредит окружающей среде и здоровью человека, ухудшая эпидемиологическую обстановку.

При работе городских водоочистных сооружений образуется большое количество осадка. В качестве примера можно привести страны Балтийского моря, где ежегодно образуется около 3,5 млн тонн сухого вещества осадка, и это количество, как ожидается, к 2020 г. увеличится почти до 4 млн тонн.

Остаток сточных вод водоочистных сооружений можно не только утилизировать, закапывая его в специальные места, отведенные для захоронения, но и так же можно использовать его в качестве материала и источника энергии и распоряжаться им эффективно. Тем не менее, на вопросы, связанные с обработкой осадка, часто обращают гораздо меньше внимания, чем на параметры очистки сточных вод, например, концентрации загрязняющих веществ на выходе или эффективность удаления различных соединений.

Осадок представляет собой потенциальную угрозу для окружающей среды, так как вспенивающийся осадок может быть утерян в процессе очистки, а осадок сточных вод может даже намеренно сбрасываться в водотоки.

В данной работе были проведены исследования по использованию остатка сточных вод в качестве сорбента. В ходе работы были определены важнейшие свойства сорбента, как водопоглощение, масло- и нефтепоглощение, гранулометрический состав, насыпная плотность сорбента, а также проведен пиролиз образца в лабораторных условиях и термолиз в условиях промышленного производства.

В качестве сырья выступал остаток сточных вод, получаемый на водоочистных сооружениях.

Бакалаврская работа Теплякова Дмитрия Витальевича на тему «Использование твердого остатка термолиза ила в качестве сорбента» представлена на 40 страницах и состоит из двух 2 глав:

1 – ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

2 – ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В *первой главе* бакалаврской работы представлены общие сведения об остатке сточных вод.

Осадки сточных вод – сложная многокомпонентная система, состоящая из органической и минеральной частей.

В осадках городских сточных вод содержится большое количество микроорганизмов, в том числе патогенных, токсичных соединений особенно ионов тяжелых металлов, в концентрациях значительно превышающих ПДК металлов в почве. Объем влажных осадков, образующихся на канализационных очистных сооружениях, составляет от 0,5 до 1,0% от объема сточной воды в зависимости от технологической схемы очистки.

Качество осадков сточных вод в основном зависит от нормы водоотведения, развития и характера промышленности, эффективности работы локальных очистных сооружений предприятий, от состава городских очистных сооружений. Количество осадков постоянно растет, и на сегодняшний день они являются основным загрязнителем окружающей среды.

В *первой главе* бакалаврской работы осуществлен поиск литературных данных о процессе утилизации ила.

Осадок сточных вод является продуктом очистки городских сточных вод и представляют собой суспензии, выделяемые из сточных вод в процессе их механической, биологической и физико-химической (реагентной) очистки. При обработке осадков предусматривается максимальное снижение влажности и объема, стабилизация и обеззараживание с целью удаления их с территорий сооружений по переработке сточных вод и подготовки к утилизации.

### 1) Уплотнение осадка

Влажность осадка сточных вод составляет 97,0–99,5%. При уплотнении содержание сухого вещества в осадке при незначительных затратах энергии увеличивается за счет снижения содержания влаги. Уплотнение осадка может использоваться в качестве предварительной обработки перед сбраживанием или перед обезвоживанием на очистных сооружениях, которые работают без сбраживания.

### 2) Стабилизация осадка

Цель стабилизации осадка – сведение биологических и химических процессов к минимуму. Анаэробное сбраживание – один из старейших и до сих пор наиболее часто используемых методов стабилизации осадка. Впервые анаэробное сбраживание в метантенках стало применяться более ста лет назад в США. Содержащиеся в осадке концентрированные органические и неорганические вещества при дефиците кислорода разлагаются, превращаясь в метан и конечные неорганические продукты. Основными преимуществами сбраживания являются стабилизация осадка сточных вод, уменьшение его объема и производство биогаза.

### 3) Обезвоживание осадка

Обезвоживание – относительно простой процесс, направленный на увеличение содержания сухого вещества в осадке с помощью различного оборудования. Для образования хлопьев избыточного ила в блоке обезвоживания необходимо использовать флокулянт. Иногда в целях повышения эффективности флокулянта (полимера) и сокращения его расхода при обезвоживании к осадку также добавляют коагулянты, такие как соли железа или алюминия. Ведутся исследования по разработке безреагентных методов обезвоживания, однако получаемый эффект и степень надежности этих методов еще не достаточно высоки.

### 4) Обеззараживание осадка

Обеззараживание (дезинфекция) осадка городских сточных вод направлено на снижение числа патогенных микроорганизмов до

определенного уровня, установленного санитарными нормами. Необходимость обеззараживания зависит от метода утилизации осадка, что особенно важно, если осадок будет использоваться в сельском хозяйстве или для благоустройства территорий.

#### 5) Сушка осадка

Термическая осушка представляет собой технологию, которая направлена на резкое снижение влажности осадка сточных вод. Сушка в основном используется на крупных очистных сооружениях для увеличения теплотворной способности осадка при его последующем сжигании.

#### 6) Сжигание осадка

Благодаря наличию высокой концентрации фосфора и азота осадок сточных вод является хорошим удобрением. Тем не менее, он может представлять собой источник загрязнения. Кроме различных органических веществ, в нем могут содержаться тяжелые металлы, которые загрязняют окружающую среду.

В *первой главе* представлены сведения о процессе пиролиза и о получении адсорбентов с его помощью.

Перспективным направлением утилизации осадков сточных вод является их переработка с целью получения продуктов, используемых в промышленном производстве и теплоэнергетике. Важно отметить, что для этого направления переработки осадков нет жестких ограничений по санитарным показателям и присутствию токсичных соединений. Благодаря этому возможно использование процессов утилизации осадков бытовых сточных вод в комплексе с переработкой других отходов населенных мест и промышленных предприятий.

Одним из наиболее разработанных процессов промышленной переработки осадков сточных вод, отдельно и в комплексе с переработкой твердых бытовых отходов (ТБО) является пиролиз.

Пиролиз – процесс переработки углеродсодержащих веществ путем высокотемпературного нагрева без доступа кислорода. Пиролиз, или сухая

перегонка, представляет собой процесс термической переработки осадков путем высокотемпературного нагрева без доступа воздуха. В результате такой переработки осадков получают по отношению к абсолютно сухим веществам около 50% твердых остатков (уголь, полукокс, или пирокарбон), примерно 25% жидких продуктов (смола или первичный деготь) и 12-15% смеси газообразных продуктов. Наиболее ценными продуктами пиролиза являются пирокарбон и смола, или деготь. При современных технологических разработках они являются целевыми продуктами или полуфабрикатами для дальнейшей химической переработки. Производство углеродистых материалов из осадков сточных вод приобретает особо важное значение в связи с острой нехваткой углеродистого сырья вообще. Углерод, как химический элемент, представляет собой важнейшую составную часть всех органических веществ в природе. Утилизация осадков сточных вод путем пиролизной переработки открывает новые возможности перспективного использования всех осадков, особенно в тех случаях, когда по содержанию токсичных или других вредных веществ не представляется возможным их использовать как удобрение или кормовой продукт. При обработке и утилизации осадков сточных вод широко применяют их совместную обработку с другими отходами, при этом методом пиролиза получают воск из торфа и осадка.

Возможность переработки осадков сточных вод в активный уголь объясняется высоким содержанием углерода в сухом веществе осадка и невысокими потерями массы при карбонизации.

В *первой главе* рассмотрены общие сведения о наиболее распространенных видах сорбентов и возможностях и применений в различных отраслях.

Для производства нефтяных сорбентов используют огромное количество материалов, из которых в настоящее время уже созданы сотни различных товарных продуктов.

История применения сорбентов связана с микропористыми углеродными материалами – активными углями, структура которых напоминает структуру древесины.

В настоящее время для сорбции используют гранулированные и порошкообразные угли, а также углеродные волокна.

Исходным сырьем для производства активных углей может служить практически любой углеродсодержащий материал: уголь, древесина, полимеры, отходы пищевой, целлюлозно-бумажной и сельскохозяйственной отраслей промышленности.

В настоящее время известен целый ряд сорбентов – поглотителей растворенных нефтепродуктов. Как известно, физико-химические характеристики водных и неводных систем и климатические условия мира весьма разнообразны и соответственно требуют дифференцированного подхода к выбору оптимальных вариантов. Получение новых типов сорбентов должно быть направлено на улучшение структурно-сорбционных и прочностных характеристик, на повышение избирательности к тем или иным веществам, на расширение ассортимента и упрощение технологии изготовления и удешевления производства промышленных адсорбентов, на улучшение их эксплуатационных и потребительских свойств, на возможность регенерации сорбентов. В качестве сорбентов используют активные угли, синтетические сорбенты и некоторые отходы производства (золу, шлаки, опоки, опилки и др.).

Во *второй главе* бакалаврской работы описан принцип работы лабораторной установки реактора пиролиза, представлена ее принципиальная схема, а также показаны результаты определения основных свойств сорбента:

Исследования пиролиза твердого остатка сточных вод проводились на установке пиролиза. Главной частью установки является реактор, в котором непосредственно протекает пиролиз, изготовленный из термически стойкого металла, что позволяет достигать высоких температур в ходе исследования.

Осадочный ил является отходом, образующимся в процессе очистки сточных вод от различных загрязнений и представляет собой крупнодисперсный порошок темного цвета с резким запахом.

Утилизация осадочного ила методами сжигания используется очень широко на очистных сооружениях, но твердые остатки такого сжигания не находят применения. Поэтому, в выпускной квалификационной работе изучали свойства твердого осадка после промышленного пиролиза осадочного ила, а также проводили пиролиз на лабораторной установке с изучением состава выделяющихся газов и свойств твердого остатка для его дальнейшего использования.

Пиролиз, а точнее ила проводили на лабораторной установке ректора пиролиза при температуре 700°C, в среде инертного газа – гелия.

После проведения пиролиза на лабораторной установке, образцы были переданы на проведение анализов. По данным инфракрасной спектроскопии образцов после промышленного термолиза и лабораторного пиролиза можно говорить о том, что при промышленном термолизе не полностью удаляются органические соединения, а после лабораторного пиролиза в образцах органики не наблюдается, присутствует один очень интенсивный пик характерный для солей или оксидов металлов, в основном кремния и алюминия. Для более точного определения, в дальнейшем, предполагается проделать элементный анализ.

Для обоснования выбора оптимального варианта термической утилизации осадочного ила были проведены исследования продуктов, образующихся при термообработке образцов.

Получившийся после пиролиза минеральный остаток предложено использовать в качестве наполнителей для полимерных композиционных материалов и для использования в качестве сорбентов.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы можно сделать следующие выводы:

Проведен пиролиз осадочного ила очистных сооружений, отработаны технологические параметры проведения эффективного процесса.

Методами ТГА и ИКС установлено существенное различие в структуре и составе образцов минерального остатка после термолиза и пиролиза.

Изучены свойства, полученного минерального остатка после промышленного термолиза и лабораторного пиролиза. После промышленного термолиза размеры частиц больше, а насыпная плотность меньше, а у минерального остатка после лабораторного пиролиза уменьшается размер частиц, повышается насыпная плотность. Образцы гидрофобны.

Предложено использовать МОИ в качестве сорбента для сбора нефтепродуктов:

Проведено комплексное изучение процессов сорбции нефтепродуктов сорбентами на основе минерального остатка после термолиза и пиролиза осадочного ила. Доказана зависимость сорбционной способности от методов температурной обработки ила (температуры и среды термообработки) и толщины слоя нефтепродукта. Разработанный сорбент возможно использовать на водной поверхности для сбора нефтепродуктов, а также на бензозаправках и автомастерских для сбора топлива и масел.