

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

Кафедра нефтехимии техногенной безопасности

**РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ
КОМПОЗИТОВ ИЗ ЗОЛЫ ТБО**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

Института Химии

Берсеновой Ангилины Геннадьевны

Научный руководитель

к.х.н., доцент

С. Б. Ромаденкина

Заведующий кафедры

д.х.н., доцент

Р. И. Кузьмина

Саратов 2019

Введение Бакалаврская работа Берсеновой А.Г. посвящена разработке составов и способа приготовления золы после сжигания пищевых отходов.

Рост потребления и производства ведёт к всё большему увеличению объёма отходов. Существующие полигоны в самое ближайшее время окажутся не готовы принимать мусор, что приведёт к значительным негативным экологическим последствиям. В связи с этим назрела острая необходимость в решении вопроса эффективной утилизации отходов.

Пищевые отходы образуются во всей цепи производства продуктов питания от сырьевых материалов до конечного потребителя. Это включает отходы и потери в течение сельскохозяйственного производства, обращения с продуктами после сбора урожая и хранения перед стадией производства.

Последние несколько десятков лет в России активно растёт количество бытовых отходов, поэтому остро встал вопрос о вариантах их утилизации. Основным тормозящим фактором является необходимость в капиталоемком оборудовании и недостаточная экономическая обоснованность выбора конкретной технологии утилизации отходов. Доля образования отходов в России распределена следующим образом: при добыче полезных ископаемых в среднем образуется 500 млн. т отходов. При переработке строительных и производственных материалов — 450 млн. т, в химическом производстве — 45 млн. т. [1]. Коммунальные отходы городов составляют 20 млн. т. Представленные данные не абсолютно точные, но помогают представить примерное распределение вклада различных отраслей в общую массу отходов. При этом коммунальные отходы составляют всего половину процента, но таят в себе опасность загрязнения биосферы.

Сжигание используется для обработки очень широкого спектра отходов. Само сжигание обычно это только одна часть сложной системы обработки отходов, которая в целом обеспечивает общее управление широким спектром отходов, возникающих в обществе. За последние 10-15 лет мусоросжигательный сектор быстро развивался, и большая часть этих изменений была обусловлена законодательством, специфичным для отрасли,

это, в частности, сократило выбросы в атмосферу от отдельных установок. Непрерывный процесс развития продолжается, в настоящее время разрабатываются методы, которые ограничивают затраты, в то время как поддерживают или улучшают экологические показатели.

Целью сжигания отходов, как и большинства других видов обработки отходов, является обработка отходов с целью уменьшения объема. В результате сгорания образуется зола, которую можно использовать в промышленности при изготовлении строительных композитов [2].

Исследована возможность применения твердого минерального остатка и межсланцевой глины в качестве компонентов для получения композитов.

Целью работы является получение композитов с использованием твердого минерального остатка сжигания ТБО, а также определение основных эксплуатационных характеристик полученных композитов.

Выпускная квалификационная работа Берсеновой Ангелины Геннадьевны «Разработка составов и способ приготовления композитов из золы ТБО» состоит из 46 страниц и содержит следующие главы:

Глава 1 – Литературный обзор;

Глава 2 – Объекты и методы исследования;

Глава 3 – Экспериментальная часть.

Основное содержание работы. В первой главе выпускной квалификационной работы выполнен литературный обзор. Представлена информация об основных способах утилизации ТБО. Достоинства и недостатки различных методов. Механизм высокоскоростного пиролиза заключается в деструкции органических высокомолекулярных соединений (ВМС) без доступа воздуха при температурном достижении границы существования вещества в конденсированной фазе. При этом на фоне разрушения межмолекулярных связей («теплого взрыва») происходит химическое разложение ВМС на низкомолекулярные компоненты. Протекание процесса и выход продуктов реакции зависит от заданных параметров, конструкции установки и качества

исходных материалов (химической структуры, присутствия неорганических компонентов, воды и др.) Газообразный пиролизат – это, в основном, среднекалорийный газ ($Q_{HP} = 15-25$ МДж/м³). Выход газообразного продукта при высокотемпературном (750°C и выше) быстром пиролизе может достигать до 70% от массы сухого сырья (а при переработке нефтяных «хвостов» до 96%). Состав газа зависит от сырья и параметров процесса. Эти продукты имеют высокий уровень углеводородов (в частности, метана). Теплотворная способность повышается, если использовать газ пока горячий и содержит относительно много смол. Такой газ обычно используется в самом процессе пиролиза для поддержания температуры процесса и сушки исходного сырья [14].

При переработке бытовых отходов с применением реакторов высокоскоростного пиролиза в полной комплектации можно проводить утилизацию от 50 до 100 тысяч тонн отходов в год, из них порядка 30-40% (в зависимости от местного морфологического состава) отсортированные вторичные материальные ресурсы (металлы, полимеры, бумага и др.) и, соответственно, 30-60% могут быть переработаны методом быстрого пиролиза [15].

В результате пиролиза отходов, представляющих собой полистирол образуется смесь углеводородов, обладающих хорошим октановым числом и может быть использована в качестве моторного топлива [16].

Концепция сжигания опасных отходов во вращающейся печи была разработана более 40 лет назад и до сих пор является идеальным методом сжигания опасных отходов с производительностью более 2 т / ч. Здесь можно обрабатывать все виды отходов и специальные отходы независимо от загрязнения, теплотворной способности и консистенции [17]. Из-за высоких температур сжигания, превышающих 1100°C, вращающиеся печи в основном используются для сжигания специальных отходов. На две секунды выше этой минимальной температуры все органические вещества безопасно

уничтожаются. Кроме того, сжигание дает возможность получать энергию в виде пара или электричества из загрязненных, загрязненных и смешанных отходов. Вращающаяся печь обычно используется для сжигания промышленных и опасных отходов, но также используется на некоторых муниципальных мусоросжигательных заводах.

На европейских мусоросжигательных заводах в качестве стандарта используются камерные камеры сгорания, в которых предварительно установленная кирпичная кладка или дополнительная облицовка гарантируют оптимальное распределение тепла и отвод тепла. В случае влажных отходов с высоким содержанием органических веществ, которые трудно воспламеняются, используется адиабатическая камера сгорания. Это состоит из стальной рамы и соответственно сильной кирпичной кладки. Тепло поддерживается в камере обжига для поддержки процесса горения[18].

Технология сжигания на решетке – одна из старейших форм сжигания в мире. Здесь топливо выкладывается и сжигается на поверхности решетки; пространство между решетками используется для подачи воздуха для горения и удаления золы. Система сгорания основана на движущихся вперед решетках. Решетки образуют ряды с неглубокими ступенями, каждый второй ряд движется непрерывно и выталкивает топливо вперед. Кроме того, отходы топят, чтобы способствовать хорошему выгоранию. Подвижные решетки идеально подходят для термического восстановления ТБО и коммерческих отходов, а также других громоздких, богатых золой видов топлива. Обжиг колосников достигает температуры сгорания не менее 850°C. Используются модульные колосниковые системы с воздушным или водяным охлаждением. Спектр топлива варьируется от бытовых отходов с высокой влажностью до высококалорийных видов топлива (альтернативные виды топлива, пластмассы). Максимальная пропускная способность на линию составляет около 400 000 тонн в год. Движущаяся решетка гарантирует высокую доступность и длительный жизненный цикл, а также безопасность эксплуатации и экономическую эффективность. Движущаяся решетка является типичной

конструкцией горения муниципального мусоросжигателя. Отходы сбрасываются краном на нисходящую решетку, которая движется в камеру сгорания и в конечном итоге движется вниз, чтобы сбросить сгоревшие остатки в сборник золы на другом конце решетки [19].

В инсинераторе с псевдоожиженным слоем отходы быстро и равномерно сжигаются с использованием теплоемкости горячего псевдоожиженного песка. Поэтому его можно применять для широкого спектра отходов; твердые бытовые отходы, низкокалорийные отходы, такие как жидкие отходы или шлам, а также высококалорийные отходы, такие как выброшенные шины или пластмассовые отходы. Кроме того, мусоросжигатель с псевдоожиженным слоем также хорошо подходит для смешанного сжигания вместе с отходами, вырытыми из мест окончательного захоронения, экскрементами или осадками сточных вод. Применение в муниципальных установках для сжигания твердых отходов сжигания в кипящем слое до сих пор в основном используется для сжигания опасных отходов. Существуют различные типы камер сгорания с псевдоожиженным слоем (барботаж, вращающийся и циркулирующий кипящий слой), но принцип конструкции остается прежним

Частицы отходов медленно барботируются восходящим потоком воздуха для горения снизу, так что это похоже на жидкость, с помощью которой создается турбулентность и это способствует равномерному перемешиванию и нагреванию, следовательно, повышается эффективность сгорания[20].

Преимущество технологии кипящего слоя заключается в увеличенной эффективности сгорания, однако предварительным условием этого является гомогенизация отходов по размеру, это способствует снижению стоимости нагрева.

Газификация как технология извлечения энергии из отходов интенсивно исследуется во всем мире, особенно в Японии. Технология была разработана в 70-х годах, так как нефтяной кризис тех лет увеличил интерес Японии к превращению бытовых отходов в энергию и ресурсы рециркуляции. Система прямого плавления (СПП), технология газификации и плавления, разработанная

Nippon Steel Engineering Co. Ltd., была впервые внедрена в 1979 году в городе Камаиши. По сей день он превалировал над всеми другими технологиями газификации того времени. Steinmüller Babcock Environment предлагает желанный метод DMS в Европе по лицензии материнской компании Nippon Steel Engineering [21].

Система прямого плавления - это технология газификации и плавки шахтной печи. В отличие от пиролиза, в этот процесс добавляется кислород. Гибкость отходов - одно из величайших преимуществ этой системы. Высокие температуры, до 1800 градусов, позволяют обрабатывать все виды отходов, от бытовых отходов до шлака, специальных отходов до клинических отходов и совместного сжигания осадка сточных вод. В отличие от газификатора с псевдоожиженным слоем, нет необходимости предварительно обрабатывать отходы. Этот метод используется более 35 лет в коммерческих целях на более чем 40 объектах. Система обеспечивает неизменно высокую эффективность при очень высокой выработке энергии и наибольшую производительность среди всех технологий газификации при скорости 14 т / ч / линия. В целом: абсолютно надежная и долговечная технология [22].

Вторая глава описывает объекты и методы исследования. Объектом исследования является зола после сжигания пищевых отходов из пищеблока при температуре 800°C в печи цементной промышленности. В результате процесса сжигания, различные твердые и жидкие остаточные материалы, а также газообразные стоки генерируются. Приблизительно четверть массы отходов на влажное сырье остается в виде твердого вещества. Объем остатков соответствует одной десятой первоначального объема отходов.

Рассмотрены методики определения основных эксплуатационных характеристик, таких как предел прочности при сжатии, влагопоглощение, морозостойкость, сроки схватывания, некоторые физические параметры и необходимые расчетные формулы.

Предел прочности при сжатии – одна из основных эксплуатационных характеристик строительных материалов, которая определяет максимальное

механическое напряжение, выше которого материал разрушится или деформируется. [23]

Водопоглощением называется способность материалов впитывать и удерживать воду в своих порах. [24]

Морозостойкость – свойство материалов, насыщенных водой, выдерживать однократное или многократное попеременное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения и существенной потери прочности на сжатие. Морозостойкость – важный показатель в условиях переменного климата. Если морозостойкость строительного материала низкая, то широкий диапазон перепада температур может существенно снизить прочность как самого материала, так и конструкции в целом. В связи с чем необходимо учитывать данную характеристику при строительстве в соответствии с климатическими особенностями региона. [25]

В третьей главе рассмотрена экспериментальная часть бакалаврской работы. Определен фазовый состав золы ТБО посредством рентгенофазового анализа. Отмечено высокое содержание CaCO_3 в твердом минеральном остатке, что является благоприятным фактором для применения данных материалов в качестве вяжущих компонентов. [26]

Методом прессования получены композиты на основе золы ТБО. Подробно описан процесс прессования и параметры, а также приведена характеристика оборудования. [27]

В результате работы определены основные эксплуатационные характеристики, такие как предел прочности при сжатии, массовое водопоглощение, морозостойкость по степени повреждений, а также сроки схватывания.

Предел прочности при сжатии определялся на гидравлическом прессе. Представлены технические характеристики аппарата и порядок проведения испытания. Морозостойкость определялась с помощью морозильника. Сроки схватывания установлены при помощи прибора Вика.

Выводы:

1. Исследован фазовый состав золы после сжигания пищевых отходов. Основным компонентом является кальцит (CaCO_3).
2. Экспериментально установлено, что по эксплуатационным свойствам полученные композиты не уступают известным гипсовым вяжущим и могут быть использованы в промышленности и строительстве.
3. По результатам исследований опубликована 1 статья в сборнике научных трудов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Востриков М.М. По следам публикаций. Коммунальные отходы: сжечь все без разбору / М. М. Востриков, Д. И. Кофман // Твердые бытовые отходы – 2013.- № 4.- С. 41-43.
- 2 Шубов Л. Я. Современные проблемы комплексного управления твердыми бытовыми отходами / Л. Я. Шубов, И. Г. Доронкина, О. Н. Борисова // Обзорная информация ВИНТИ Научные и технические аспекты охраны окружающей среды – 2014.-№6.- С. 149-150 .
- 3 Варывдин И. «Мусорный ветер» к вопросу об утилизации ТБО методом сжигания / И. Варывдин // Справочник эколога – 2013.- № 2.- С. 33-36.
- 4 Кузнецов В.Л. Экологические проблемы твердых бытовых отходов. Сбор. Ликвидация. Утилизация / В. Л. Кузнецов, Н.М. Крапильская, Л.Ф. Юдина. – М.: ИПЦ МИКХиС, 2005. – 53 с.
- 5 Франсе Т.В. Эффективность в сочетании с экологичностью: новое в переработке отходов / Т. В. Франсе // Твердые бытовые отходы – 2010.- № 10.- С. 50-57.
- 6 Кофман Д.И. Как нейтрализовать яд / Д.И. Кофман, А. А. Чарнецкий, М.А. Востриков // Берг-коллегия – 2008.- № 2.- С. 36-38.
- 7 Ершов А. Г. Диоксинофобия: факты и домыслы / А. Г. Ершов, В. Л. Шубников // Эко-Прогресс – 2009. - № 9.- С. 26-32.
- 8 Тугов А. Н. Утилизация в крупных городах: современный подход. Рециклинг, переработка отходов и чистые технологии: сб. материалов 5-ой международной науч.-практ.конф / А. Н. Тугов, В. Ф. Москвичев.- М.: Ин-т «ГИНЦВЕМЕТ» – 2009. – С. 13-19.
- 9 Мирный А.М. Корецкий В.Е. Коммунальная экология: энциклопедический справочник / А. М. Мирный, Л. С. Скворцов, Е. И. Пупырев. - М.: Прима-Пресс, 2007. – 807 с.
- 10 Кирсанов Г. В. Мировой и российский опыт утилизации твердых бытовых отходов. / Г. В. Кирсанов, Г. В. Мустафин // Вестник Омского университета. Серия «Экономика» – 2014. - № 2.- С. 114-120.

- 11 Мечев В.В. Реконструкция ТЭЦ, ТЭС и ГРЭС для переработки ТБО / В. В. Мечев, О. А. Власов // Твердые бытовые отходы – 2013.- № 4.-С. 27-30.
- 12 Кофман Д. И. Термическое уничтожение и обезвреживание отходов / Д. И. Кофман, М. М. Востриков. - НПО «Профессионал», 2013. – 340 с.
- 13 Мечев В. В. Переработка ТБО в печах со шлаковым расплавом / В. В. Мечев, О. А. Власов // Твердые бытовые отходы – 2014. -№ 2. - С. 20-24.
- 14 Пат. 2524110 Российская Федерация. Способ быстрого пиролиза биомассы и углеводородсодержащих продуктов и устройство для его осуществления / И. Б. Самойлов, С. Д. Ворфоломеев, А. А. Кузнецов, Е. И. Литвяк. – Заявка № 2012147357/05 от. 08.11.2012; опубл. 27.07.2014, Бюл. № 14.
- 15 Пат. 2201951 Российская Федерация. Способ переработки органических веществ / Э. Ф. Вайнштейн. - Заявка № 2002100636/04 от 16.01.2002; опубл. 10.04.2003, Бюл. № 10.
- 16 Жердецкий Н.А. Получение моторных топлив из термопластичных полимерных отходов / Н.А. Жердецкий, А.Г. Берсенева, С.Б. Ромаденкина, Н.Б.Шестопалова // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения – 2019.- №27.- С. 74-76.
- 17 Пат. 2294494 Российская Федерация. Устройство для сжигания топлива во вращающейся печи / В. С. Хейфец, Л. В. Рагозин, В. В. Веселков, А. А. Ефимов, В. П. Ланьшин, Н. П. Коновалов. - Заявка № 2005125523/02 от 10.08.2005; опубл. 27.02.2007, Бюл. №6.
- 18 Пат. 2193143 Российская Федерация. Колосниковая решетка печи для сжигания промышленных и бытовых отходов / Ю. И. Сапегин, А. Р. Лепешкин. – Заявка № 2000132603/06 от 26.12.2000; опубл. 20.11.2002, Бюл. № 32.
- 19 Пат. 2116572 Российская Федерация. Колосниковая решетка, в частности, для мусоросжигательных установок / Й. Э. М. Йоханнес, М. Вальтер.– Заявка № 97102497/06 от 18.02.1997; опубл. 27.07.1998, Бюл. № 21.

- 20 Пат. 2217658 Российская Федерация. Способ сжигания в кипящем слое / Е. М. Пузырев, А. М. Сидоров, А. А. Скрыбин, Ф. В. Щербаков. – Заявка № 2002109885/06 от 15.04.2002; опубл. 27.11.2003, Бюл. № 33.
- 21 Копытов, В. В. Газификация конденсированных топлив: ретроспективный обзор, современное состояние дел и перспективы развития / В. В. Копытов. - М.: Инфра-Инженерия, 2015. - 504 с.
- 22 Suksankraisorn, K. Co-combustion of municipal solid waste and Thai lignite in a fluidized bed / S. Patumsawad, P. Vallikul // Energy Convers. Manag. - 2004. - №. 6. - P. 947-962.
- 23 ГОСТ 5954.2-91. Кокс. Ситовый анализ класса крупности. М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1993. 8 с.
- 24 ГОСТ 310.3-76. Цементы. Методы определения нормальности густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема. ИПК Издательство стандартов, 2003. 6 с.
- 25 ГОСТ 7025-91. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. М.: Издательство стандартов, 1991. 12 с.
- 26 ГОСТ 12730.3-78. Бетоны. Метод определения водопоглощения. М.: Стандартиформ, 2007. 4 с.
- 27 ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 7 с.