

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Лариной Ольги Михайловны

«Экспериментальные исследования особенностей пиролизической переработки органических отходов жизнедеятельности в синтез-газ», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы

Актуальность работы определяется необходимостью роста использования в России местных энергоресурсов для обеспечения нужд локальных потребителей тепло- и электроэнергии. Такими ресурсами являются также и органические отходы жизнедеятельности, к которым относятся осадок сточных вод (ОСВ) и отходы птицефабрик. Необходимо отметить, что ОСВ и куриный помет постоянно накапливаются и являются источником загрязнения окружающей среды. Они имеют высокую влажность, но с учетом большого количества этих отходов обладают значительным энергетическим потенциалом. Поэтому, проблема утилизации и использования этих видов отходов в качестве вторичных энергоресурсов является безусловно актуальной.

Цель и сильные стороны работы

Целью диссертационной работы является разработка научных основ процесса пиролизической переработки отходов жизнедеятельности, позволяющего не только снизить накопленный объем отходов и максимально использовать их энергетический потенциал, но и получить синтез-газ для применения в различных приложениях.

Сильной стороной диссертационной работы является глубокие исследования процессов пиролиза и термического крекинга на лабораторных установках. Получены новые экспериментальные данные по влиянию типа наполнителя (древесный уголь, керамика) зоны термического крекинга на состав, объемный выход и теплоту сгорания образующихся газовых смесей. Экспериментально обоснована возможность полной конверсии органики ОСВ и куриного помета в синтез-газ с содержанием монооксида углерода и водорода более 95 объемных %. Показана возможность производства бензина, удовлетворяющего стандарту Евро-5, из синтез-газа, полученного путем термического крекинга летучих продуктов

пиролиза ОСВ на древесном угле. На основе результатов расчета продемонстрирована возможность увеличения удельного выхода метанола при использовании каскадной схемы из трех последовательных реакторов синтеза метанола. Получены также важные экспериментальные данные по влиянию режимных параметров процесса пиролиза ОСВ на содержание тяжелых металлов в твердом остатке.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

* Экспериментально показана возможность полной конверсии органической составляющей ОСВ и куриного помета в синтез-газ с содержанием монооксида углерода и водорода более 95 об.%.

* В результате пиролитической переработки ОСВ получена газовая смесь с отношением объемных долей водорода и монооксида углерода, пригодным для производства компонентов жидких моторных топлив.

* В результате подбора режимных параметров процесса пиролитической переработки ОСВ и выбора материала наполнителя реактора крекинга в синтез-газе не содержатся примеси тяжелых металлов и существенно снижается концентрация серы.

Степень обоснованности научных положений. Научные положения, выносимые на защиту, в полной мере раскрыты в диссертации, автореферате и опубликованных работах.

Достоверность основных положений и выводов, полученных в диссертации, подтверждается корректной постановкой задач, использованием апробированных методик экспериментов и расчетов, а также сравнением результатов численного анализа с экспериментальными и расчётными данными, в том числе, представленными в литературных источниках.

Практическое значение диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложен и обоснован метод энергетической утилизации осадков сточных вод и отходов птицефабрик, позволяющий получить полезные продукты в виде синтетического газа и снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

2. Экспериментально показана возможность производства компонентов жидких моторных топлив из осадка сточных вод без получения промежуточной пиролизной жидкой фракции.

Апробация работы

Материалы, отражающие содержание диссертационной работы, представлены в 15 печатных работах, в том числе 1 статьи в журнале из перечня ВАК при Минобрнауки России и 4 статьях в журналах, входящих в реферативную базу данных Scopus. Материалы работы докладывались на 14 конференциях. Публикации в должной мере отражают содержание работы.

Структура, объём и основное содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов по работе, списка использованной литературы. Работа содержит 156 страниц текста, 50 таблиц, 42 рисунка. Список литературы содержит 198 наименований.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, разработанность в России и мире, сформулированы цель исследования, обоснована научная новизна и практическая ценность работы.

Первая глава посвящена аналитическому обзору существующих способов переработки отходов жизнедеятельности (ОСВ и помётная масса (ПМ)). Рассмотрены свойства этих отходов, подробно представлены имеющиеся данные по пиролизу и газификации ОСВ и пометно-подстилочной массы. На основе обзора предложены направления исследований.

Во **второй главе** представлено описание лабораторного стенда для исследования процесса пиролиза ОСВ и ПМ и процесса термического крекинга летучих продуктов пиролиза. Подробно приведены методики экспериментов и методы определения характеристик исходного сырья и конечных продуктов переработки.

В **третьей главе** приведены характеристики сырья, использовавшегося в экспериментах, а также результаты экспериментальных исследований процессов пиролиза и термического крекинга летучих продуктов с использованием двух видов наполнителя реактора крекинга (древесный уголь и керамика). Сделаны важные выводы о возможности ограничения температуры до 500°С без заметного снижения удельного выхода газа. Отмечено, что керамика в качестве наполнителя реактора крекинга имеет неоспоримое преимущество, поскольку она, в отличие от

древесного угля, является нерасходным материалом. Показано, что отношение H_2/CO в синтетическом газе, получаемом из ОСВ, равно 1,64 при крекинге летучих продуктов на древесном угле и 1,93 при крекинге на керамике, что позволяет рассматривать этот газ как исходное сырье для производства метанола и компонентов жидких моторных топлив.

В **четвертой** главе даны результаты экспериментального исследования процесса синтеза метанола с последующим получением бензиновой фракции, характеристики полученных продуктов синтеза, результаты расчета удельного выхода метанола при использовании каскадной схемы из трех последовательных реакторов синтеза метанола. Показано, что при каскадной схеме в промышленности можно получить многократно больший выход компонентов моторных топлив.

В **пятой** главе представлены результаты экспериментального исследования поведения тяжелых металлов и серы, входящих в состав ОСВ, в условиях пиролиза при температуре 800°C. Приведены результаты исследования осаждения серы на древесном угле и керамике при крекинге летучих продуктов пиролиза ОСВ. Рассмотрены также вопросы растворимости остатка при пиролизе и показано снижение вредного влияния продуктов пиролиза по сравнению с ОСВ при захоронении.

В **выводах** сформулированы основные результаты работы.

Содержание автореферата в сжатом виде полностью отражает основное содержание диссертации.

Соответствие тематики и содержания работы выбранной специальности

Тема диссертации, результаты исследований соответствуют паспорту научной специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы, а именно п. 1 «Разработка научных основ исследования общих свойств, создания и принципов функционирования энергетических систем и комплексов, фундаментальные и прикладные системные исследования проблем развития энергетики городов, регионов и государства, топливно-энергетического комплекса страны», п. 2 «Исследование и разработка нетрадиционных источников энергии и новых технологий преобразования энергии в энергетических системах и комплексах», п. 3 «Разработка научных подходов, методов, алгоритмов, программ и технологий по снижению вредного воздействия энергетических систем и комплексов на окружающую среду»

Замечания и вопросы по диссертации

1. В тексте диссертационной работы имеется ряд неточностей, например: в таблице 1.4.1 правильно не «уголь», а «твердый остаток» или «коксо-зольный остаток», минеральный состав (стр. 38) дают обычно в соединениях, не верно утверждение автора (стр. 47) об образовании агломератов при сжигании биотоплив в кипящем слое за счет большой зольности. На самом деле агломераты – это результат длительного взаимодействия оксидов кремния из материала слоя (песка) с щелочными элементами золы.
2. Для понимания и сравнения процессов пиролиза и газификации надо было бы сказать о необходимости подвода тепла в случае пиролиза. В тексте диссертации и при выборе технологии использования ОСВ и ППМ об этом совсем не говорится. То же относится и к процессам термического крекинга для увеличения выхода водорода и СО.
3. Все эксперименты были сделаны для подсушенного до относительной влажности около 3 % ОСВ и почти 1 % для ПМ. Влага явно влияет на состав газа, отношение H_2/CO . Нельзя же в реальном процессе сушить осадок до такой степени. Было бы целесообразно оценить это влияние и дать хотя бы грубую оценку для реального на практике значения влажности 30 – 40 %.
4. Вывод 6 (стр.136) представляется не совсем точным. Говорится, что остаток после пиролиза представляет меньшую опасность, чем ОСВ. Правильней было бы сказать, что он представляет меньшую опасность при захоронении.
5. При определении класса опасности автор ссылается на устаревший приказ №515 [194]. С 11.01.2016 действует приказ Минприроды № 536. Разница не слишком велика, но главное, что во всех случаях необходимо биотестирование для отнесения к пятому классу опасности.

Отмеченные замечания не снижают высокий уровень работы. Она является законченной научно-квалификационной работой, посвящённой решению важной задачи утилизации отходов жизнедеятельности с получением ценных продуктов в виде синтетического газа и моторного топлива.

Заключение

Диссертация Лариной О.М. является завершённой научно-квалификационной работой, в которой решается научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение. Самостоятельно полученные автором результаты

достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (п.9). Диссертация обладает внутренним единством. Основные идеи работы в полной мере отражены в автореферате и публикациях автора. Автор работы, Ларина Ольга Михайловна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы»

Официальный оппонент

Заведующий лабораторией
специальных котлов отделения
парогенераторов и топочных
устройств электростанций, д.т.н.

Рябов Георгий Александрович

« 1 » декабря 2017 г.

Почтовый адрес:

Открытое акционерное общество «Всероссийский дважды ордена Трудового
Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО
«ВТИ»),

115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14,

Тел.: 8 (495) 234-76-30; 8 (495) 234-76-17, E-mail: vti@vti.ru

Сайт: <http://vti.ru>

Подпись Рябова Г.А. удостоверяю:

Руководитель отдела
по управлению персоналом



Белова Евгения Юрьевна