

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Лариной Ольги Михайловны

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

Актуальность темы диссертации

Актуальность темы диссертации Лариной О. М. в научно – практическом плане несомненна. Как в России, так и в Европе идет резкое накопление осадка сточных вод (ОСВ) на очистных сооружениях, в том числе в связи с отсутствием промышленных технологий его переработки. В зависимости от страны проживания образуется на каждого человека 13 – 20 кг осадка сточных вод в год. По данным Евростата ЕС 21 % образующегося ОСВ подлежит захоронению на свалках, 10 % – сжигается, 45 % – используется в качестве удобрения, 24 % – используется другим способом. В России практически весь объем осадка сточных вод подлежит захоронению на специальных полигонах, а при их отсутствии – на полигонах захоронения твердых бытовых отходов. Наличие в ОСВ соединений тяжелых металлов и патогенной микрофлоры делает такой способ обращения с этими отходами опасным и грозящим серьезными экологическими проблемами в ближайшем будущем.

Не менее серьезными являются проблемы утилизации и переработки птичьего помета, особенно в связи со строительством и введением в эксплуатацию крупных птицефабрик, производящих мясо птицы. Оценки показывают, что на 1 кг произведенного мяса образуется до 3 кг смеси птичьего помета с подстилкой (древесные опилки или измельченная солома). Таким образом, крупная птицефабрика, производящая 100 тыс. тонн мяса птицы, становится локальным источником серьезных экологических проблем, угрожающих самому существованию и развитию птицеводства. Помет птицы относится к четвертому классу опасности и может содержать патогенную микрофлору, в том числе такие опасные бактерии, как синегнойная палочка, бактерии сальмонеллы, стафилококка и другие. Существующие методы переработки помета, в том числе переработки помета в органическое удобрение, такие как, компостирование в различных вариантах, анаэробное сбраживание и т.д. не позволяют в полном объеме провести процесс обеззараживания и допускают повторное заражение помета патогенными бактериями. Кроме того,

процесс переработки помета известными методами протекает медленно, требует выделения значительных производственных и земельных площадей для своего осуществления, а такие методы, как компостирование помета сами по себе несут определенную экологическую угрозу в связи с выбросом аммиака, загрязнением грунтовых вод и т.п.

Таким образом, актуальной является разработка индустриальных высокопроизводительных и экологически безопасных методов переработки как осадка сточных вод, так и птичьего помета. Если же в результате такого метода переработки будет получен продукт с высокой добавленной стоимостью, то тогда этот метод станет серьезным фактором, способствующим повышению рентабельности как жилищно-коммунального хозяйства, так и птицеводства. Разработка именно такого метода переработки экологически опасных органических отходов является темой диссертации Лариной О.М, что делает представленную на защиту работу высоко актуальной.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертация включает введение, пять глав, заключение и список литературы (198 наименований). Работа изложена на 156 страницах текста, содержит 42 рисунка и 50 таблиц.

Во введении сформулированы актуальность работы, ее цель и направление исследований.

В первой главе приведены сведения об образовании, физико-химических характеристиках и существующих методах переработки осадка сточных вод и птичьего помета. По результатам сравнения обоснованы преимущества переработки указанных отходов методом пиролиза с последующим термкрекингом газообразных продуктов для получения синтез-газа, содержащего в основном смесь окиси углерода и водорода.

Во второй главе описаны лабораторный стенд для пиролиза осадка сточных вод и последующего термкрекинга газообразных и конденсирующихся продуктов пиролиза, методики экспериментальных исследований.

В третьей главе приведены результаты физико-химического анализа исходного сырья и экспериментов по его пиролизу с термкрекингом газообразных и конденсирующихся продуктов. Показано, что в результате пиролиза ОСВ и куриного помета с термкрекингом летучих продуктов на древесном угле может быть получен синтез-газ, содержащий более 95 об. % смеси H_2 и CO. При этом, соотношение H_2/CO в составе синтез-газа составило 1,64 для осадка сточных вод и 1,06 для помета. Значения этого соотношения

важны для синтеза метанола с последующим получением бензиновой фракции.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований синтеза метанола и бензиновой фракции из синтез-газа, полученного из ОСВ. Показано, что полученный метанол-сырец после некоторой последующей очистки будет удовлетворять техническим метанолам марки Б, а бензиновая фракция по многим параметрам отвечает требованиям ГОСТа для бензинов марки АИ-92 и Технического регламента таможенного союза о требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту ТР ТС 013/2011 для бензинов стандарта Евро-5. Предложена схема увеличения массового выхода метанола за счет создания каскада из трех реакторов синтеза метанола.

В пятой главе представлены результаты экспериментального исследования поведения соединений тяжелых металлов и серы при пиролизе осадка сточных вод. Показано, что тяжелые металлы в твердом остатке от пиролиза ОСВ обладают меньшей растворимостью в инертной и кислотной средах, чем исходное сырье. Показано, что древесный уголь является более подходящим для улавливания сернистых соединений в процессе термкрекинга, чем керамика.

В заключении сформулированы основные результаты работ и выводы.

Научная новизна работы

Автором разработаны научные основы технологии переработки ОСВ и куриного помета, позволяющие добиться практически полной конверсии органической составляющей выбранного вида отходов в синтез-газ с содержанием монооксида углерода и водорода более 95 об. %.

Автором впервые удалось экспериментально показать возможность получения из ОСВ пиролитическим способом газообразного сырья для его дальнейшей конверсии в компоненты жидких моторных топлив

Автором показано, что подбором режимных параметров процесса пиролиза осадка сточных вод и путем выбора материала наполнителя зоны термкрекинга можно добиться отсутствия примесей тяжелых металлов и существенного сокращения концентрации сернистых соединений в синтез-газе.

Практическая значимость работы

Практическая значимость работы заключается в том, что автор предложил и исследовал метод энергетической утилизации органических отходов жизнедеятельности, позволяющий существенно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. При этом экспериментально показана возможность производства компонентов жидких моторных топлив из осадка сточных вод без получения промежуточной пиролизной жидкой фракции.

Результаты работы будут востребованы на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства (предприятия «Водоканала») и птицеводческих предприятиях, а также на объектах распределенной промышленной энергетики.

Личный вклад автора

Все положения, выносимые на защиту, получены лично автором или при его определяющем участии.

Апробация работы

Результаты работы были доложены на 15 российских и международных научных конференциях, форумах и школах молодых ученых.

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 15 печатных работ, в том числе 1 статья в журнале из перечня ВАК и 4 статьи в журнале, входящем в реферативную базу данных Scopus.

Замечания по диссертационной работе

1. Птичий помет и его смесь с подстилкой из древесных опилок или измельченной соломы содержит патогенную флору. Известно, что существующие методы переработки помета не позволяют полностью его обеззаразить и предотвратить повторное заражение. Что происходит с патогенной микрофлорой при переработке помета по предложенной технологии с учетом температуры и продолжительности процесса, фракционного состава сырья обработки автором диссертации не исследовано.
2. Исследования, результаты которых представлены в главе 4, на мой взгляд, плохо согласуются с самим направлением и общим характером исследований. Действительно, автором была поставлена задача разработать

достаточно простой и эффективный метод переработки осадка сточных вод и птичьего помета в синтез-газ, который, как показывают характеристики этого газа, приведенные автором, позволяют успешно сжигать его в двигателях внутреннего сгорания электрогенерирующих установок. Получение же метанола с использованием катализатора $\text{CaO-ZnO/Al}_2\text{O}_3$ требует очистки синтез-газа от примесей H_2S . Возможность такой очистки в промышленных условиях для синтез-газа, полученного из ОСВ и тем более птичьего помета, при постоянном колебании химического состава исходного сырья представляется весьма проблематичным.

Не смотря на эти замечания диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Ларина Ольга Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы.

Отзыв составил ведущий научный сотрудник Управления фундаментальных и прикладных исследований ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» к.т.н.

Исьёмин Рафаил Львович. 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106,
+7(475)245-01-43, risemin@gmail.com

Подпись



Исьемин Р.Л.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, +7(475)263-10-19, tstu@admin.tstu.ru

Подпись Исьемина Р.Л. заверено
Уч. секретарь *Вознов Е.В.*

