

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра химической физики
им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН)

Диссертационная работа Силантьева Антона Сергеевича «Газификация органических отходов высокотемпературными продуктами газовой детонации» выполнена в лаборатории детонации ФИЦ ХФ РАН. В период подготовки диссертации Силантьев А.С. работал в должности младшего научного сотрудника лаборатории детонации Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН).

В 2005 году Силантьева А.С. окончил энергофизический факультет Московского энергетического института (МЭИ). По окончании обучения присвоена квалификация «Инженер» по специальности «Атомные электрические станции и установки». В феврале 2020 года принят на должность инженера в лабораторию детонации ФИЦ ХФ РАН, где продолжает работу в настоящее время.

Научный руководитель: Фролов Сергей Михайлович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории детонации Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН).

После доклада состоялось обсуждение работы. В обсуждении работы участвовали:

д.ф.-м.н. Трошин К.Я.

д.х.н. Попкова В.Я.

д.х.н. Синев М.Ю.

д.ф.-м.н. Ермолаев Б.С.

д.ф.-м.н. Власов П.А.

По докладу были заданы следующие вопросы:

1. д.ф.-м.н. Трошин К.Я.: Как влияет повышение цикловой частоты генерации струй ВГА на процесс газификации при одном и том же секундном расходе топлива? Заявленная температура газификации — более 2000 К. Но в результате взаимодействия продуктов детонации с сырьём часть энергии будет затрачена на нагрев сырья. Проводились ли оценки температуры смеси «перегретый пар-сырьё» после их смешения?

2. д.х.н. Попкова В.Я.: По Вашему методу в детонационных пушках происходит детонационное сгорание топливно-кислородных смесей. Как это согласуется с утверждением, что технология бескислородная? Что будет, если заменить кислород на воздух?

3. д.х.н. Синев М.Ю.: Исходя из каких соображений Вы использовали реакторы разной формы — сферический и цилиндрический? Как влияет объём реактора на удельный расход газифицирующего агента? Как повлияет теплоизоляция реактора и пушки на эффективность процесса?

4. д.ф.-м.н. Ермолаев Б.С.: Почему температура стенок реактора оказывает малое влияние на процесс?

5. д.ф.-м.н. Власов П.А.: При проведении расчётов с частицами — учитывался ли теплообмен между газом и частицами? Учитывался ли в газодинамических расчётах образование углерода в к-фазе?

Докладчик подробно ответил на все заданные вопросы.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

Личное участие соискателя. В диссертации представлены результаты исследований, выполненных самим автором или при его непосредственном участии. Личный вклад автора состоит в формулировке научной проблемы, разработке экспериментальных методов ее решения, в анализе и обобщении полученных результатов и формулировке выводов. Все стенды и экспериментальные образцы импульсно-детонационных газификаторов были разработаны лично автором.

Степень достоверности результатов подтверждаются
использованием апробированных измерительных методик,
непротиворечивостью получаемых результатов и их удовлетворительным
согласием с результатами численных расчетов, а также воспроизводимостью
результатов при неизменных условиях экспериментов.

Научная новизна. Ниже перечислены новые научные результаты, полученные в работе: (1) С помощью термодинамических расчётов доказана принципиальная возможность организации управляемого энергоэффективного и экологически чистого процесса некаталитической газификации органических отходов высокотемпературными продуктами газовой детонации с самозапиткой импульсно детонационной пушки (ИДП) получаемым генераторным газом (ГГ). С помощью газодинамических расчетов определены рабочие режимы ИДП для достижения полной конверсии углерода, содержащегося в отходах, с получением качественного ГГ, не содержащего смол, и без образования полукокса. (2) Впервые экспериментально продемонстрирована возможность полной конверсии природного газа в ГГ, содержащий только водород и монооксид углерода, при автотермическом некаталитическом пиролизе природного газа в ИДП. (3) Впервые на примере жидких и твердых органических отходов (отработанное машинное масло, нефтешламы, гетерогенные суспензии и пасты, свиной навоз, кофейный жмых, древесные опилки, лузга семян подсолнечника, нефтекокс и др.) экспериментально продемонстрирован новый энергоэффективный процесс некаталитической газификации отходов высокотемпературными продуктами газовой детонации при атмосферном давлении с получением качественного ГГ без каких-либо выбросов в атмосферу и водоемы. (4) Новый метод газификации впервые применен для удаления органических веществ (компаундов, лаков и др.) из отходов печатных плат. Показано, что термомеханохимическое воздействие продуктов газовой детонации (водяного пара и диоксида углерода) на печатные платы позволяет полностью газифицировать органические вещества и измельчить минеральную составляющую плат до мелкодисперсного порошка, что обеспечивает полное выделение драгоценных металлов.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы состоит в разработке научных основ проектирования энергоэффективного и экологически чистого процесса некаталитической газификации органических отходов, включая токсичные, и соответствующих установок, использующих в качестве высокотемпературного газифицирующего агента продукты газовой детонации — ультраперегретую смесь водяного пара и диоксида углерода при атмосферном давлении. По энергоэффективности новый процесс газификации органических отходов превосходит наилучшие известные термические способы газификации (плазменные и микроволновые), а по экологическим показателям не уступает этим способам. Поэтому дальнейшее развитие и внедрение полученных знаний позволит существенно приблизиться к решению проблем утилизации и накопления органических отходов в РФ и в мире.

Ценность научных работ соискателя подтверждена в ходе их представления и обсуждения на ежегодных научных конференциях по горению и взрыву, организуемых ФИЦ ХФ РАН (г. Москва, Россия 2021–2025); ежегодных Международных конференциях «Лазерные, плазменные исследования и технологии ЛаПлаз» (г. Москва, Россия 2021–2025); Международном коллоквиуме по импульсной и непрерывной детонации «ICPCD» (г. Санкт-Петербург, Россия 2022, 2024); 10-ом и 11-ом Международном симпозиуме «Неравновесные процессы, плазма, горение и атмосферные явления» NEPCAR (г. Сочи, Россия 2022, 2024)

По материалам диссертации опубликовано опубликовано 25 печатных работ, из них 9 работ опубликовано в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. Материалы диссертации полностью изложены в опубликованных работах.

Диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, и «Изменений, которые вносятся в Положение о присуждении ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства Российской

Федерации № 335 от 21 апреля 2016 года, и является законченной научно-квалификационной работой, в которой исследованы условия и определены параметры некаталитической газификации органических отходов высокотемпературными продуктами газовой детонации расчетно-теоретическими и экспериментальными методами, а также разработаны теоретические и экспериментальные основы проектирования импульсно-детонационных газификаторов органических отходов. Диссертация рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 — химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Заключение принято на заседании расширенного семинара отдела горения и взрыва ФИЦ ХФ РАН. Присутствовали на заседании 20 чел. Результаты голосования:

«За» — 20,

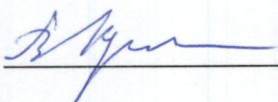
«Против» — нет,

«Воздержался» — нет.

Председатель семинара

г.н.с. лаборатории горения ФИЦ ХФ РАН

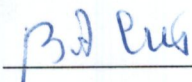
д.ф.-м.н.

 В.Г. Крупкин

Секретарь семинара

с.н.с. лаборатории детонации ФИЦ ХФ РАН

к.ф.-м.н.

 В.А. Сметанюк