

ОТЗЫВ

официального оппонента Шторка Сергея Ивановича на диссертацию Шабардина Дмитрия Павловича «Утилизация отходов в составе суспензионных топлив для снижения их вредного воздействия на окружающую среду с выработкой энергии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика

Актуальность темы исследований. Задачи разработки новых способов утилизации промышленных и твердых коммунальных отходов, снижения их негативного влияния на окружающую среду, а также поиска альтернативных нетрадиционных источников энергии становятся все более актуальными. В настоящее время высокие темпы формирования и открытое складирование ТКО являются мировой экологической проблемой. Существующие способы утилизации имеют множество недостатков. За последние годы вопрос переработки или утилизации отходов в России так и не был решен. Из более эффективных способов практикуется слоевое сжигание на мусоросжигающих заводах, однако прямое сжигание ТКО связано с целым рядом экономических, экологических и социальных проблем. Сложившаяся ситуация требует разработки новых эффективных и экономически привлекательных технологий, а также способов, которые способны не только производить энергию и быть экологически безопасными, но и эффективно утилизировать ТКО, запасы которых растут и увеличиваются с каждым годом. Системы сжигания ТКО с применением плазматронов, как правило, требуют специализированных условий, которые можно обеспечить при строительстве новых установок и заводов. Внедрение таких установок на действующих котельных большой и малой энергетики крайне затруднительно. Строительство новых заводов требует больших финансовых расходов. Вопросы окупаемости чрезвычайно сложные. Как следствие, довольно много дискуссий по выбору оптимальных методов утилизации ТКО. Сжигание ТКО в составе КЖТ на действующих котельных установках может стать перспективным способом утилизации отходов. Требуется проведение экспериментов по определению необходимых и

достаточных условий для устойчивого инициирования горения таких сложных смесей, а также оптимальных концентраций компонентов для получения максимальных относительных индикаторов эффективности топлив с учетом экологических, экономических и энергетических показателей. Можно уменьшить затраты на фильтры, избавиться от необходимости строить мусоросжигательные заводы, утилизировать не только коммунальные, но промышленные отходы, уменьшить затраты на натуральное топливо для котельных установок большой и малой энергетики. Автор диссертации попытался в рамках имеющихся ограничений лабораторной базы установить диапазоны изменения концентраций основных газовых антропогенных выбросов (SO_x и NO_x) при сжигании суспензионных топлив, а также определить наиболее оптимальные с точки зрения экологии, энергетики и экономики составы данных суспензий. В связи с выше перечисленным считаю, что тема диссертации Д.П. Шабардина, безусловно, актуальна.

Структура и содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, включающего 160 наименований, содержит 48 рисунков, 21 таблицу, 166 страниц. Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследований, отражена практическая значимость и научная новизна полученных результатов. В первой главе дан анализ современного состояния научных исследований и технических решений в области утилизации твердых коммунальных отходов (в том числе с выработкой теплоты и электрической энергии), основные способы и используемое оборудование, выявлены достоинства и недостатки, представлен способ утилизации твердых коммунальных отходов в составе композиционных топливных суспензий. Во второй главе приведено описание методик проведения исследований, стендов с группой модельных камер сгорания (для приближения условий инициирования горения к топкам водогрейных и паровых котлов), рассмотрены свойства и характеристики используемых компонентов для создания КЖТ. В третьей главе приведены результаты исследования основных закономерностей и характеристик инициирования горения капель композиционного жидкого топлива в потоке разогретого воздуха в модельной камере сгорания. Определены

необходимые и достаточные условия для реализации зажигания капель КЖТ, приготовленных на основе отходов угле– и нефтепереработки с добавлением твердых коммунальных отходов. Изучены процессы газофазного и гетерогенного зажигания КЖТ в контролируемых условиях. Разработаны рекомендации по использованию результатов исследований, а также рекомендации по развитию сформулированного научного подхода для повышения эффективности сжигания суспензионных топлив (в том числе на основе отходов угле- и нефтепереработки с добавлением твердых коммунальных отходов) в топочных камерах котельных агрегатов. В четвертой главе приведены результаты численного моделирования процессов горения исследуемых составов в котельной установке, а также приведены сравнения полученных результатов с экспериментами. Геометрия модели основана на реально существующем котле. На разработанной модели проведено изменение некоторых параметров с целью нахождения оптимальных условий горения. Проведены расчеты по нахождению оптимального расхода воздуха, расхода топлива, а также оптимальной концентрации добавленного в композиционное топливо твердых коммунальных отходов. В пятой главе приведены расчеты по совместной утилизации коммунальных и промышленных отходов с выработкой энергии. Вычислено количество сэкономленного высококачественного твердого натурального топлива, при замене эквивалентным по калорийности количеством перспективного композиционного топлива. Вычислено количество фильтро-кеков, твердых коммунальных отходов и отработанных масел, которое возможно утилизировать при использовании совместной утилизации коммунальных и промышленных отходов с выработкой энергии. В заключении представлены главные выводы, сформулированные в ходе работы над диссертацией.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию рукописи диссертации.

Представленные диссертация и автореферат Д.П. Шабардина соответствуют паспорту специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика (п. 1 «Разработка научных основ сбережения энергетических ресурсов в промышленных теплоэнергетических устройствах и использующих

тепло системах и установках» и п.8 «Разработка теоретических основ создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок»).

Научная новизна. Научная новизна диссертационных исследований Д.П. Шабардина заключается в следующем:

1. Автором диссертации предложен способ утилизации твердых коммунальных отходов в составе КЖТ при сжигании в топочных камерах котельных установок большой и малой энергетики.
2. Установлены условия и характеристики эффективного зажигания суспензий КЖТ с добавлением ТКО в модельных камерах сгорания.
3. Получены аппроксимационные выражения для прогнозирования значений этих характеристик, а также развития моделей зажигания и горения мультитопливных капель КЖТ.
4. Проанализирована структура, объемы и энергетический потенциал для наиболее широко распространенных ТКО, низкосортных углей, отходов углеобогащения и нефтепереработки.

Практическая значимость. Практическая значимость результатов диссертационных исследований Д.П. Шабардина заключается в том, что с использованием полученных в работе экспериментальных данных по характеристикам зажигания и горения КЖТ с добавлением твердых коммунальных отходов можно прогнозировать условия их эффективного применения в качестве основного или дополнительного топлива водогрейных и паровых котлов энергетических установок различной производительности. Результаты диссертационных исследований используются при выполнении инвестиционного проекта, направленного на создание первого в России опытно-промышленного участка подготовки и сжигания органоводоугольного топлива с применением промышленных и коммунальных отходов в г. Томске. Получены акты об использовании результатов диссертационных исследований на энергетических предприятиях Кемеровской и Томской области при замене угля на КЖТ с ТКО, а также в Национальном исследовательском Томском политехническом университете при подготовке специалистов в области экологически чистых топливных технологий.

Достоверность результатов исследований. Достоверность экспериментальных результатов обоснована автором диссертации за счет анализа систематических и случайных погрешностей соответствующих измерений. В тексте диссертации представлены пояснения этих погрешностей, на всех графических зависимостях приведены доверительные интервалы. Выполнен сравнительный анализ установленных закономерностей с заключениями других авторов. Достоверность теоретических данных подтверждается качественным соответствием расчетных и экспериментальных значений.

Апробация результатов исследований. Материалы диссертационных исследований достаточно полно опубликованы в российских («Химическое и нефтегазовое машиностроение», «Бутлеровские сообщения») и международных высокорейтинговых (входят в 1-2 квартиль базы цитирований Web of Science) журналах («Chemosphere», «Powder Technology», «Journal of Environmental Management», «Energies», «Journal of Cleaner Production», «Fuel Processing Technology»), рекомендованных ВАК для опубликования результатов кандидатских и докторских диссертаций. В автореферате и диссертации отмечены авторитетные научные конференции и симпозиумы, проведенные в вузах и исследовательских центрах в Москве, Томске, Новосибирске и других городах.

Замечания и рекомендации по диссертации и автореферату:

1. Ссылки на литературные источники следуют в тексте не в порядке упоминания, как, например, на стр. 6, где после ссылки 4 следует ссылка 7, а затем идут ссылки 5 и 6. Кроме того, в списке литературы некоторые ссылки оформлены в стиле, отличном от остальных ссылок (например, ссылки 99-101, стр. 153), другие приведены не полностью (например, в ссылке 68, стр. 150, указан только первый автор).
2. В выводах по главе 2 (п. 2, стр. 40) утверждается что, автор разработал экспериментальные методики, применяемые в исследованиях на различных стендах. Здесь по-видимому имеет место не совсем корректная формулировка, поскольку и сами установки, и ряд методик были разработаны и созданы в лаборатории ранее, как можно судить по предыдущим

публикациям и содержанию ранее защищенных диссертаций. Вопрос важный, т.к. относится к личному вкладу диссертанта, и требует уточнения (какие методики действительно были вновь разработаны, какие уже существовали и были адаптированы под конкретные задачи).

3. В продолжение замечания по экспериментальным методам можно заметить, что существенная часть фактического материала, полученного автором, основана на измерениях времени задержки зажигания образцов (капель) композитного жидкого топлива. Поэтому в главе 2 следовало дать более подробное описание процедуры автоматической обработки данных высокоскоростной визуализации (как тестировалась система, как задавался порог для регистрации начала зажигания и разделялись случаи зарождения пламени на передней и задней поверхностях капли).
4. Выводы по экологическим показателям процесса сжигания композитных топлив, как представлено в главе 3, базируются только на данных по концентрации в топочных газах окислов азота и серы, которые являются основными вредными выбросами угольных станций. Применительно к сжиганию промышленных отходов и ТКО, эти данные по-видимому должны дополняться данными более расширенного элементного анализа продуктов сгорания для контроля содержания других возможных токсичных компонентов.
5. По тексту встречаются опечатки и стилистические неточности (стр. 9, 14, 20, 22, 28, 34, 40, 47, 54, 73, 77, 85, 126).

Сформулированные замечания не снижают высокую оценку проделанной диссертантом работы и полученных результатов. Диссертация Д.П. Шабардина является законченной квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором экспериментальных исследований, математического моделирования, анализа и обобщения имеющейся в литературе информации решена актуальная научно-техническая задача, связанная с утилизацией промышленных и твердых коммунальных отходов, имеющая важное экологическое, экономическое и социальное значение.

Таким образом, на основании анализа содержания рукописи и автореферата диссертации Д.П. Шабардина можно сделать заключение о том, что диссертация «Утилизация отходов в составе суспензионных топлив для снижения их вредного воздействия на окружающую среду с выработкой энергии» полностью соответствует п. 8, п. 9, п. 10 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ректора ТПУ 93/од от 06.12.2018 г. (dis.tpu.ru), а её автор, Дмитрий Павлович Шабардин, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Официальный оппонент,

доктор физико-математических наук

(01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника),

старший научный сотрудник, заведующий Лабораторией экологических проблем теплоэнергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН)

Шторк Сергей Иванович



10.09.2020

630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, 1

Тел./факс: (383)333-10-94/330-84-80

Е-мэйл: shtork@itp.nsc.ru

Web page: <http://www.itp.nsc.ru>

Подпись С.И. Шторка заверяю:

к.ф.-м.н. М.С. Макаров,

ученый секретарь ИТ СО РАН

Тел.: (383)330-60-44

Е-мэйл: sci_it@itp.nsc.ru



7
