

ОТЗЫВ

дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.06

Заворина Александра Сергеевича

на диссертацию Ахметшина Марка Рустамовича

на тему «Снижение концентраций оксидов серы и азота при горении отходов нефтедобычи и нефтепереработки в составе композиционных жидких топлив», представленную на соискание ученой степени кандидата физико – математических наук по специальности 1.3.17 – «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

Актуальность темы диссертационной работы

Нефтесодержащие отходы составляют значительную и непрерывно нарастающую долю в общей массе антропогенного загрязнения окружающей среды. Проблема экологичной утилизации образующихся и накопленных при хранении отходов отраслей нефтедобычи, нефтепереработки и нефтехимии приобрела глобальное значение. Наиболее доступным способом утилизации этих отходов остаётся огневое обезвреживание, главным достоинством которого является возможность совмещать с генерацией тепловой энергии и тем самым получать не только заметный экономический эффект, но и вносить вклад в рациональное использование природных ресурсов. Однако высокие значения температуры, при которых происходит сжигание, инициируют образование вредных для природы компонентов в составе продуктов сгорания, к которым прежде всего традиционно относят оксиды азота и оксиды серы. Несмотря на то, что в топочной технике достаточно давно и успешно освоены технологические методы подавления этих оксидов, поиски новых подходов и расширения спектра топлив для их применения еще долгое время будут оставаться привлекательными для исследований. Одним из таких направлений комплексного решения природоохранных проблем есть основания рассматривать сжигание нефтеотходов в составе композиционных жидких топлив.

Исходя из этого, можно заключить, что тема диссертационной работы Ахметшина М.Р., направленной на выявление условий и характеристику параметров снижения концентрации оксидов серы и азота в продуктах горения композиционных жидких топлив, содержащих отходы нефтедобычи и нефтепереработки, является **актуальной**.

Актуальность темы диссертационного исследования подтверждается поддержкой двумя грантами Российского фонда фундаментальных исследований и проектом программы «Приоритет – 2030», а также соответствием Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения с подведением итогов исследований и основными выводами, списка литературы. Общий объем составляет 142 страницы машинописного текста формата А4 и включает 27 иллюстраций, 15 таблиц и список использованной литературы из 172 наименований, среди которых 107, опубликованных в зарубежных изданиях.

Во введении охарактеризованы положения, формирующие в дальнейшем доказательства актуальности предпринятого исследования. Содержатся формулировки цели и решаемых задач, определения научной новизны и практической значимости работы, характеристики личного вклада автора и другие сведения общего характера о диссертационной работе.

Первая глава посвящена анализу информации об исследованиях процессов, связанных с утилизацией отходов нефтедобычи и нефтепереработки. Материалы, представленные в главе, структурированы по четырем разделам, характеризующим: виды отходов и их объемы; источники и условия образования нефтешламовых отходов; состав, свойства и классификация нефтешламов; методы переработки, утилизации, включая использование нефтешламов. Глава завершается выводами, имеющими непосредственное отношение к задачам работы. Недостатком содержания главы является слишком непропорциональное распределение материала между разделами, при котором 70% или 22 страницы приходится на раздел 1.4, содержащий описание методов переработки и утилизации нефтешламов; причем подавляющая часть этого материала либо ограничено, либо совсем не используется при выполнении последующих исследований и анализе их результатов.

Во второй главе представлены вопросы методического обеспечения исследований, в том числе обобщающая характеристика свойств объектов исследования, составленная в основном по опубликованным работам. Дано описание устройства и принципа работы экспериментального стенда, использованного для установления состава газов, образующихся при горении различных топливных композиций, включающих нефтяные шламы и нефтепродукты. Изложена процедура отбора газов и регистрации измерений с использованием двух газоанализаторов Testo, приготовления композиционных топлив на жидкоосновной смеси из воды, нефтешламов и нефтепродуктов, а также оценки стабильности приготовленных топливных композиций. Завершают главу выводы, констатирующие методические положения, принимаемые в экспериментальную часть исследований.

Третья глава составляет по объему более половины всей содержательной части диссертации и посвящена описанию и обсуждению полученных результатов. Выполнено сравнение различных факторов, известных по характеру своего влияния на образование вредных газовых компонентов в составе продуктов сгорания топлива. Эти факторы и отдельные их сочетания положены в основу исследования в экспериментах.

Для выявления возможных воздействий на генерацию оксидов серы и азота систематизированы сведения, относящиеся к механизмам их образования при различных условиях сжигания топлив, и представлена их интерпретация в виде иллюстративных схем. Исходные компоненты топливных смесей положены в основу сравнения вариантов изучаемых композиций: по содержанию азота и серы; по характеристике выхода летучих веществ; по влиянию испарения воды как основы водоугольного топлива; по влиянию температуры в камере сгорания; по влиянию добавок растительных компонентов; по влиянию пористой структуры, формирующейся в твердых остатках сжигания суспензионных смесей.

Особое внимание в данной главе уделено исследованию золы, образующейся при горении композиционных смесей на жидкой основе. Для этого использованы данные технического и элементного анализа, химического (силикатного) анализа, экспрессного

индикаторного анализа, расчетные выкладки относительно условного выхода золы, приходящегося на эквивалентный расход топлива.

Завершается рассмотрение результатов исследований обобщающей характеристикой так называемых антропогенных газовых выбросов применительно к трем вариантам: горение нефтесодержащих промышленных отходов; горение жидких топлив; горение композиционных жидких топлив и отходов нефтепереработки.

Заключительной частью главы представлена оценка трех групп композиционных топлив (нефтешлам + отходы углеобогащения, нефтешлам + древесные опилки, нефтешлам + древесные опилки + отходы углеобогащения) относительно мазута по комплексному показателю эффективности. Этот показатель, суммирующий весовые коэффициенты по нескольким выбранным критериям, получен для всех видов суспензионного топлива более высоким, чем у мазута, а наиболее эффективным вариантом рекомендована трехкомпонентная смесь (в равных долях) отходов: нефтешлам, отходы лесопиления, отходы обогащения каменного угля марки К.

Заключение по диссертационной работе состоит из восьми выводов, каждый из которых представлен в автореферате и в диссертации в разной редакции, причем в автореферате они в большей мере соответствуют сформулированным во введении задачам исследований.

Научная новизна диссертации может быть охарактеризована следующими положениями.

1. Подготовлено системное описание механизмов генерации оксидов азота и серы при различном исходном составе органической и минеральной массы топлива в применении к композиционным топливным смесям на жидкой основе, позволяющее экспериментальным путем получить характеристики возможного снижения концентрации выбросов оксидов азота и серы при горении этих смесей в лабораторной муфельной печи.

2. Определены диапазоны температуры в зоне горения в условиях экспериментов, соответствующие наибольшему снижению вредных выбросов от горения исследованных композиционных топливных смесей по сравнению с рядом традиционных топлив.

Теоретическая и практическая значимость

1. Результаты исследований, определяющие научную новизну работы, вносят вклад в базу фундаментальных знаний о генерации вредных газообразных выбросов при термической утилизации отходов нефтедобычи и нефтепереработки, в том числе в составе суспензионных композиционных заменителей топлива.
2. Экспериментально установленные диапазоны концентрации оксидов азота и серы в газообразных продуктах сгорания композиционных горючих суспензий, приготовленных на основе нефтеотходов, обладают потенциалом использования в качестве справочного материала для разработки рекомендаций по конструированию и эксплуатации соответствующих утилизационных установок энергетического назначения.
3. Концепция и результаты диссертационной работы являются несомненным продвижением в практику решения проблем оздоровления окружающей среды,

имеющего огромное значение как на региональном, так и на глобальном уровне.

Достоверность основных результатов подтверждается применением апробированных методик и средств измерений, а также непротиворечивостью представления и обсуждения ключевых положений устоявшимся теоретическим представлениям и известным результатам других исследователей.

Опубликованность и апробация результатов, подтверждающая их новизну и значимость, характеризуется шестью публикациями в рецензируемых изданиях, из которых пять в журналах, рекомендованных ВАК РФ, и одна статья в журнале, индексируемом в международных базах данных, состоялось участие в 10 конференциях и семинарах в России, из которых пять международных.

Соответствие автореферата содержанию диссертации в основной части можно считать достаточно полным. Отличаются выводы, приведенные в заключении, причем в автореферате они как по количеству, так и редакционно коррелируют с задачами, сформулированными для достижения цели работы.

К **достоинствам** выполненного исследования следует отнести его целенаправленную выстроенность, систематизированное и обширное представление состояния проблемы по современным публикациям отечественных и зарубежных ученых, попытку обозначить влияние минеральных составляющих компонентов топливных смесей на процессы образования и связывания оксидов серы и азота. Вместе с тем отдельные недостатки работы позволяют обратить внимание на следующие **замечания и вопросы**.

1. При констатации выполнения задач 6 и 7 диссертационной работы следовало бы указать, в чем состоит отличие полученных автором в этой части результатов от результатов диссертации М.А. Курганкиной «Технико-экономическое обоснование использования композиционных жидких топлив из отходов нефтепереработки и углеобогащения на ТЭС», защищенной в 2021 году. В связи с этим не понятно, почему эта работа не приведена в списке использованной литературы и на нее нет ссылок.

2. В главе 2, посвященной методическому обеспечению, не приведены сведения, характеризующие объекты исследования в контексте предпринимаемых экспериментов, в том числе:

- 2.1. сведения о регламенте отбора проб компонентов для приготовления топливных композиций, обеспечивающем представительность выборки;
- 2.2. сведения о методах определения исходных свойств составляющих композитных топлив, исследованных в работе;
- 2.3. данные о разновидностях серы (органическая, колчеданная, сульфатная) в составе твердых примесей в композитные топлива, необходимые для подтверждения обсуждаемых преобразований с их участием.

Отсутствие перечисленных сведений ограничивает воспроизводимость результатов работы и снижает их достоверность.

3. Не понятен смысл фразы, которая завершает раздел 2.2. (о методике регистрации антропогенных выбросов) на стр. 51: «С учетом возможных вариаций условий и характеристик горения топливных композиций в реальных технологических сценариях признано целесообразным экспериментально оценить антропогенные выбросы с учетом ограничений установки».

Означает ли это, что полученные в экспериментах данные о диапазонах и величинах газовых выбросов ожидаемо окажутся далеки от имеющих место в реальных условиях горения?

4. Таблица 3.1 (стр. 84) представлена как сводка результатов технического и элементного анализа состава золы исследованных топливных смесей. На самом деле приведены образцы, у которых зольность сухой массы составила от 32,57 до 59,37%, а содержание углерода в горючей массе – 36,39 до 62,24%. Такой материал, конечно же, не является золой. Эти данные показывают, что в экспериментах не была обеспечена полнота сгорания исследованных топлив. Следовательно, представляемые данные о диапазонах температуры и количестве образующихся оксидов серы и азота нельзя считать полноценными.
5. В таблице 3.3 (стр. 92) приведены ошибочные сведения о химическом составе золы канско-ачинского бурого угля. Ни в одном месторождении Канско – Ачинского бассейна нет угля, в золе которого содержание SiO_2 составляет более 55%, а содержание CaO менее 1%. В связи с этим не понятно, для чего в подтверждение этого абсурда надо было ссылаться на источник [28], озаглавленный: «Переработка жидких нефтесодержащих отходов в топливный экологический композит», а не на официальный справочник по теплотехническим свойствам энергетических топлив России?
6. При наличии в работе вывода (п. 8 в разделе «Основные результаты и выводы») о том, что «разработаны рекомендации по использованию результатов диссертационных исследований...» следовало бы данный вывод подтвердить перечислением этих рекомендаций в сформулированном виде и выделить для них отдельный раздел/параграф в тексте диссертации.
7. Вызывает нарекания подход к представлению иллюстраций:
 - 7.1. на самом деле диссертация содержит 27 рисунков (один – в главе 1, один – в главе 2, двадцать пять – в главе 3), а не 30, как указано во введении и в автореферате;
 - 7.2. диссертация представлена к защите на русском языке, а значительная часть рисунков (рис. 3.1 – 3.11, 3.21) оформлена на иностранном языке;
8. Встречается использование некорректных терминов, например, характеристика твердого топлива названа «содержание летучих». В действительности речь идет о характеристике «выход летучих», поскольку «летучие» в топливе не содержатся, а образуются в условиях нагрева.
9. Проявлена невнимательность при составлении списка использованных источников и при обращении с ними. Например, дважды указан в списке один и тот же источник (см. №131 и №145), а еще один источник – даже трижды (см. №66, №160, №161). На стр. 45 приведена ссылка на источник №180, хотя всего в списке приведены 172 источника.

Отмеченные замечания по диссертационной работе не перечеркивают указанных выше её достоинств.

Заключение по диссертационной работе

Исходя из проведенного анализа, считаю, что диссертационная работа Ахметшина М.Р. на тему «Снижение концентраций оксидов серы и азота при горении отходов нефтедобычи и нефтепереработки в составе композиционных жидких топлив» удовлетворяет требованиям п. 2.1 «Порядка присуждения ученых степеней в Томском политехническом университете» (приказ №362-1/од от 28.12.2021г.) и является законченной научно – квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи определения условий и диапазонов сокращения концентрации оксидов серы и азота в продуктах горения отходов нефтедобычи и нефтепереработки, утилизируемых в составе композиционных топлив на жидкой основе, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, а её автор, Ахметшин Марк Рустамович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 –« Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

Я, Заворин Александр Сергеевич, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Дополнительный член ДС.ТПУ.06
заведующий кафедрой- руководитель
научно-образовательного центра
И. Н. Бутакова на правах кафедры
Инженерной школы энергетики,
Федеральное государственное
автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет»,
доктор технических наук (специальность
1.3.14-Теплофизика и теоретическая теплотехника),
профессор

 А. С. Заворин

08. 12. 2023г.

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Телефон: +73822-701777 доб. 1612
e-mail: zavorin@tpu.ru

Подпись Заворина А.С. заверяю.

Ученый секретарь ФГАОУ ВО НИ ТПУ
Кандидат технических наук





Е.А. Кулинич