

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. проектора по научной работе и инновациям
Национального исследовательского Томского
политехнического университета,
кандидат химических наук,
Остальд Роман Вячеславович
мая 2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Диссертация «Исследование способов снижения влияния тепловых электрических станций на окружающую среду при сжигании суспензионных топлив из отходов углеобогащения и биомассы» выполнена в исследовательской школе физики высокоэнергетических процессов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Няшина Галина Сергеевна работала в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» в лаборатории моделирования процессов тепломассопереноса в должности инженера, а также ассистента исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов; с 1.09. 2016 и по настоящее время обучается в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В 2016 г. окончила с отличием магистратуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов по истории и философии науки (технические науки), иностранному языку (английский) и специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты выдано в 2018 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Научный руководитель:

Стрижак Павел Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», исследовательская школа физики высокоэнергетических процессов, профессор.

По итогам обсуждения принято следующее заключение

Общая характеристика работы

Диссертация Няшиной Галины Сергеевны представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены результаты экспериментальных исследований, совокупность которых можно квалифицировать как новые научные достижения в области суспензионных угольных топлив для ТЭС. Определены концентрации основных газообразных антропогенных выбросов при сжигании суспензионных топлив, приготовленных из отходов углеобогащения и нефтепереработки с добавками биомассы из числа отходов лесопиления и деревообработки, маслосодержащих отходов переработки растительного сырья, а также коммунальных и бытовых отходов. Сравнительный анализ относительных показателей полезного использования традиционных и перспективных топлив ТЭС показал высокие приоритеты суспензионных топлив перед углем.

Полученные экспериментальные результаты и сформулированные выводы обладают единством изложения результатов выполненных исследований. Оформление и стиль написания диссертации отвечают требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Актуальность темы исследования.

Актуальность проведенных исследований подтверждается необходимостью разработки новых способов снижения негативного влияния энергетики на окружающую среду. В настоящее время в структуре глобального энергопотребления посредством сжигания угля на ТЭС производится более 39 % объема мировой электрической энергии. Страны с развитой угольной теплоэнергетикой оказывают определяющее влияние на проблемы глобального потепления планеты. Хорошо известны вытекающие в связи с негативным воздействием угольных теплоэнергетических предприятий на человечество и окружающую природу последствия, такие как миграция, ухудшение здоровья, повышение смертности населения, вымирание и миграция животных, уменьшение площадей экологически чистых лесных массивов. Существенное негативное воздействие основного твердого топлива – угля на окружающую среду проявляется на всех стадиях производства энергии. При сжигании твердого углеродного топлива на ТЭС в атмосферу поступают: летучая зола, частицы несгоревшего топлива, сернистый и серный ангидриды, окислы азота и серы, фтористые соединения. Также в процессе обогащения угля образуется большое количество высокозольных отходов (фильтр-кеков и шламов), масса которых на сегодняшний день оценивается десятками миллионов тонн. Горючие отходы обогащения угля являются перспективными компонентами для приготовления водоугольных (ВУТ) и органоводоугольных (ОВУТ) топлив. Применение суспензионных топлив позволяет повысить эффективность сжигания угля, утилизировать угольные шламы, а также снизить концентрации выбросов в атмосферу (в первую очередь, оксидов азота и серы).

Так как для повышения теплоты сгорания и увеличения срока хранения, а также оптимизации затрат на транспортировку в суспензии ВУТ добавляются горючие и легковоспламеняющиеся вещества, то можно ожидать рост концентрации антропогенных выбросов. Данную проблему можно решить за счет введения в суспензии ВУТ и ОВУТ твердых или жидких добавок из числа растительных, бытовых и промышленных отходов. Целесообразным представляется проведение анализа не только энергетических или технико-экономических показателей замены угля на суспензии ВУТ и ОВУТ, но и, главным образом, основных (наиболее опасных) антропогенных выбросов для топливных композиций с существенно отличающимся компонентным составом, теплотворной характеристикой и стоимостью. В таком случае появится возможность выполнить объективные оценки и развивать современные представления о позитивном экологическом будущем угольной теплоэнергетики при использовании суспензионных топлив.

Диссертационное исследование выполнено в рамках грантов и проектов, в которых Г.С. Няшина была соисполнителем:

грант РФФИ № 15-19-10003 «Разработка основных элементов теории зажигания существенно неоднородных по структуре капель органоводоугольных топлив», руководитель – П.А. Стрижак (2015–2017 гг.);

проект ВИУ-ЭНИН-94/2016–2017 «Экологически чистая энергетика» в рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского политехнического университета, руководитель – П.А. Стрижак (2016–2017 гг.);

проект ВИУ-ИШФВП-184/2018 «Фундаментальные основы безопасного и экологически эффективного сжигания композиционных топлив из отходов углеобогащения и нефтепереработки, сточных и технологических вод» в рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского политехнического университета, руководитель – П.А. Стрижак (2018 г.);

Также 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 бытовых отходов. Срок реализации проекта: 4 года. Объект – группа угольных котельных в г. Томск. Основной состав проекта: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Кузбасский государственный технический университет, ЗАО НПП «Сибэкотехника».

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Личный вклад автора состоит в формулировке базовой гипотезы исследования, постановке и планировании экспериментов, выборе методов, алгоритмов и средств регистрации, проведении серий опытов, обработке результатов, оценке систематических и случайных погрешностей, анализе и обобщении полученных результатов, расчете относительных показателей эффективности суспензионных топлив в сравнении с углем, установлении рациональных температурных режимов сжигания топлив, разработке рекомендаций использования полученных результатов, формулировке защищаемых положений и выводов.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность полученных в ходе экспериментальных исследований результатов подтверждается оценками систематических и случайных погрешностей выполненных измерений, повторяемостью опытов при идентичных начальных значениях параметров, использованием современных газоаналитических систем и программно-аппаратных комплексов, а также сравнением с теоретическими и экспериментальными данными других авторов, представленными в литературе.

Новизна результатов проведенных исследований

Научная новизна полученных автором результатов заключается в следующем: разработана экспериментальная методика для проведения исследований по определению концентраций газовых антропогенных выбросов, формирующихся при сжигании суспензионных топлив, приготовленных на основе отходов угле-и нефтепереработки с перспективными специализированными добавками из числа отходов лесопиления и деревообработки, сельскохозяйственной деятельности, маслосодержащих отходов переработки растительного сырья, а также коммунальных и бытовых отходов. С точки зрения наиболее важных для ТЭС основных экологических, энергетических и технико-экономических характеристик определены оптимальные соотношения компонентов суспензий ВУТ и ОВУТ (с учетом добавок). Установлены диапазоны температур сжигания, обеспечивающих получение максимальной экологической эффективности суспензионных топлив по сравнению с углем. Сформирована не имеющая аналогов информационная база экспериментальных данных относительных (в сравнении с углем) экологических, энергетических и технико-экономических характеристик суспензионных топлив.

Практическая значимость диссертации и использование полученных результатов

Для большой группы составов суспензионных топлив, компонентами которых являются низкосортные угли разных марок, типичные отходы углеобогащения, промышленные отходы, отработанные горючие жидкости нефтяного происхождения, а также растительные добавки определены диапазоны концентраций основных газовых антропогенных выбросов: оксидов серы и азота. Обоснованы экологические, технико-экономические, энергетические и социальные эффекты от сжигания в котлах ТЭС перспективных композиционных топлив на основе промышленных отходов и растительных добавок. Экологический эффект определяется снижением концентраций основных антропогенных выбросов угольных ТЭС и освобождением территорий отвалов от промышленных отходов за счет задействования последних в составе перспективных топлив. Экономический эффект состоит в сжигании в топках котлов ТЭС вместо основных видов топлив (угля, мазута, газа) перспективных суспензий, стоимость которых низка и в основном зависит от расходов на транспортировку их компонентов. Энергетический эффект

определяется обеспечением возможности получения довольно высокой (по сравнению с ВУТ и низкосортными углями) теплоты сгорания топливных композиций при рациональном смешивании твердых и жидких горючих компонентов из числа отходов. Социальный эффект заключается в том, что станет возможным снизить влияние угольных ТЭС на здоровье и смертность населения, а также состояние окружающей среды в целом.

Материалы диссертации могут быть использованы в образовательной деятельности – при подготовке магистров по направлениям «Теплоэнергетика и теплотехника». Результаты использованы при разработке массового открытого онлайн-курса «Чистая энергетика на твердом топливе – это реально».

Апробация результатов исследования

Основные положения и результаты диссертационных исследований докладывались и обсуждались на II Международной конференции «Рациональное природопользование: традиции и инновации» (Москва, 2017), XXI Международном научном симпозиуме имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр (Томск, 2017), Международной научной конференции «Тепломассоперенос в системах обеспечения тепловых режимов энергонасыщенного технического и технологического оборудования (Томск, 2017), V Международном молодежном форуме «Интеллектуальные энергосистемы» (Томск, 2017), Международной научной конференции «Современные проблемы теплофизики и энергетики» (Москва, 2017), MCS-10: Tenth Mediterranean Combustion Symposium (Неаполь, 2017), Двадцать первой школе-семинаре молодых ученых и специалистов под руководством академика РАН А.И. Леонтьева «Проблемы газодинамики и теплообмена в энергетических установках» (Санкт-Петербург, 2017), XXII Международном научном симпозиуме имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр (Томск, 2018), International Conference on Combustion Physics and Chemistry (Самара, 2018), XXXIV Сибирском теплофизическом семинаре (Новосибирск, 2018).

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Всего по теме диссертации Няшиной Г.С. опубликовано 13 научных работ, в том числе 11 статей в журналах из перечня рецензируемых научных изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискания ученой степени кандидата наук, на соискания ученой степени доктора наук (из них 7 работ в журналах, вошедших в базы данных Web of Science и Scopus).

Статьи в журналах из перечня рецензируемых научных изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискания ученой степени кандидата наук, на соискания ученой степени доктора наук:

1. Nyashina G.S. Determination of sectional constancy of organic coal-water fuel compositions / M.A. Dmitrienko, G.S. Nyashina, P.A. Strizhak // EPJ Web of Conferences. – 2016. – V. 110. – № 010016. – P. 1–6.
2. Nyashina G.S. The influence of droplet sizes of coal-water slurry containing petrochemicals on integral ignition characteristics / G.S. Nyashina, A.G. Kosintsev, N.E. Shlegel, P.A. Strizhak // JP Journal of Heat and Mass Transfer. – 2016. – V. 13. – P. 265–276.
3. Nyashina G.S. Environmental Potential of Using Coal-Processing Waste as the Primary and Secondary Fuel for Energy Providers / G.S. Nyashina, J.C. Legros, P.A. Strizhak // Energies. – 2017. – V.10, № 3. – P. 405.
4. Няшина Г.С. Анализ антропогенных выбросов при сжигании угольных топлив и отходов углепереработки / Г.С., Няшина, Н.Е. Шлегель, П.А. Стрижак // Кокс и химия. – 2017. – № 4. – С. 40–46.
5. Няшина Г.С. Антропогенные выбросы при сжигании ОБУТ на основе углей и продуктов угле- и нефтепереработки / М.А. Дмитриенко, А.Г. Косинцев, Г.С. Няшина, С.А. Лырщиков // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2018. – № 1. – С. 41–44.

6. Няшина Г.С. Снижение антропогенных выбросов при сжигании углей и отходов их переработки в качестве компонентов органоводоугольных суспензий / М.А. Дмитриенко, Г.С., Няшина, Н.Е. Шлегель, С.А. Шевырев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2017. – Т. 19. – № 3–4. – С. 41–52.
7. Няшина Г.С. Снижение выбросов при сжигании углей, водоугольных и органоводоугольных топлив / Г.С., Няшина, Н.Е. Шлегель, С.Ю. Лыршиков // Химия твердого топлива. – 2017. – № 6. – С. 26–32.
8. Nyashina G.S. Environmental indicators of the combustion of prospective coal waterslurry containing petrochemicals / M.A. Dmitrienko, G.S. Nyashina, P.A. Strizhak // Journal of Hazardous Materials. – 2017. – V. 338. P. 148–159.
9. Nyashina G.S. Energy efficiency and environmental aspects of the combustion of coal-water slurries with and without petrochemicals / G.S. Nyashina, G.V. Kuznetsov, P.A. Strizhak // Journal of Cleaner Production. – 2018. – V. 172. – P. 1730–1738.
10. Nyashina G.S. Major gas emissions from combustion of slurry fuels based on coal, coal waste, and coal derivatives / M.A. Dmitrienko, G.S. Nyashina, P.A. Strizhak // Journal of Cleaner Production. – 2018. – V. 177. – P. 284–301.
11. Nyashina G.S. Environmental benefits and drawbacks of composite fuels based on industrial wastes and different ranks of coal / G.S. Nyashina, K.Yu. Vershinina, M.A. Dmitrienko, P.A. Strizhak // Journal of Hazardous Materials. – 2018. – V. 347. – P. 359–370.

Перечисленные публикации полностью отражают основное содержание диссертационной работы. Доля авторского участия соискателя в работах 1–11 составляет 45–60 %.

Соответствие содержания диссертации избранной специальности

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой и соответствует специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты, пунктам из паспорта специальности:

2. Исследование и математическое моделирование процессов, протекающих в агрегатах, системах и общем цикле тепловых электростанций.
3. Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий производства электрической энергии и тепла, использования топлива, водных и химических режимов, способов снижения влияния работы тепловых электростанций на окружающую среду.

Диссертация «Исследование способов снижения влияния тепловых электрических станций на окружающую среду при сжигании суспензионных топлив из отходов углеобогащения и биомассы» Няшиной Галины Сергеевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

Заключение принято на заседании исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Присутствовало на заседании – 22 чел. Результаты голосования: «за» – 22 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 6 от 23 мая 2018 г.

Степанов Игорь Борисович
доктор технических наук,
исследовательская школа физики
высокоэнергетических процессов, директор