

ОТЗЫВ

официального оппонента Любова Виктора Константиновича на диссертацию Няшиной Галины Сергеевны «Исследование способов снижения влияния тепловых электрических станций на окружающую среду при сжигании суспензионных топлив из отходов углеобогащения и биомассы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты

Актуальность темы исследований

Автор диссертации убедительно обосновал, что применение суспензионных топлив из отходов углеобогащения и нефтепереработки с добавками биомассы на угольных ТЭС и котельных позволит решить основные экологические проблемы. Целесообразность и актуальность диссертационных исследований объясняется тем, что рациональное использование собственных энергоресурсов, благоприятный климат и экологически чистая окружающая среда являются в настоящий момент ключевыми факторами устойчивого развития любого государства. За последние 50 лет темпы мирового роста населения увеличились почти в два раза. Как следствие, существенно возросло потребление энергии за счет развития новых технологий, которые, несмотря на получаемую выгоду, основаны на антропогенной и ограниченной энергетической структуре, базирующейся на ископаемых топливах (углях, нефти и природном газе). Угольные и газовые электростанции являются основными источниками электроэнергии во всем мире. Существуют возобновляемые источники энергии, такие как солнечные, ветровые и гидроэлектростанции, однако, они способны покрыть лишь небольшой процент от всего спроса на электроэнергию. В настоящее время около 90 % энергии вырабатывается путем сжигания ископаемого топлива, и только около 10 % производится из возобновляемых источников энергии. Широкое использование ископаемого топлива для генерации энергии привело к глобальному загрязнению окружающей среды и изменению климата, а также к проблемам экологической деградации и опасности для здоровья и жизни людей.

По оценкам экспертов доля угля в структуре мирового топливно-энергетического баланса составляет около 25–35 %. Основными ее отраслями-потребителями являются металлургия и энергетика. С использованием угля производится более 39 % мировой электроэнергии. Одной из основных проблем, связанных с использованием угля, является наносимый вред окружающей среде при его добыче, переработке и сжигании. Самые актуальные экологические проблемы прямо или косвенно связаны с использованием данного энергоресурса. Значительный вред окружающей среде наносится отходами углеобогащательных предприятий – угольными шламами и фильтр-кеками. Например, только в Кузбассе выход флотационных отходов углеобогащения превышает 12–15 млн. тонн в год. Помимо прямых потерь добытого угля складирование и хранение тонкодисперсных отходов добычи и переработки угля приводят к существенному загрязнению окружающей среды. Большая часть химических веществ (флокулянты, коагулянты и др.), используемых в процессе обогащения, адсорбируются на поверхности «тонких» фракций угольного материала и, соответственно, выводится вместе с ними в окружающую среду, загрязняя близлежащие территории и водоемы.

В связи с этим во многих странах на предприятиях энергетики совершенствуются устройства контроля загрязнения окружающей среды. На первый план выступают программы, которые способны без ущерба для быстрого экономического роста, реализовать целый ряд мер по повышению энергоэффективности и снижению нагрузки на окружающую среду, путем уменьшения концентраций антропогенных выбросов, а также утилизации накопленных за много лет отходов. В рамках данного направления исследований автор диссертации сосредоточился на решении основных фундаментальных и прикладных задач в области определения эффективных, в первую очередь, с точки зрения экологических аспектов, условий использования перспективных водоугольных суспензий с добавками биомассы взамен традиционных энергоресурсов. Автор данной работы попытался в рамках имеющихся ограничений лабораторной базы установить диапазоны изменения

концентраций основных газообразных антропогенных выбросов (SO_x и NO_x) при сжигании суспензионных топлив, а также определить наиболее оптимальные с точки зрения экологии, энергетики и экономики составы суспензий. Считаю, что тема диссертации Г.С. Няшиной актуальна, исследования важны для снижения влияния ТЭС на окружающую среду и диверсификации топливно-энергетического баланса РФ.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 252 наименования, содержит 41 рисунок, 23 таблицы, 201 страницу.

Во введении обоснована актуальность решения экологических проблем, связанных с работой угольных ТЭС и котельных, за счет частичной замены традиционного пылевидного угля на суспензионные топливные композиции, в качестве основных горючих компонентов которых применяются многочисленные отходы углеобогащения и нефтепереработки. Приведена большая группа российских и зарубежных исследователей, которые сделали большой вклад в зарождение и развитие водоугольных топливных технологий. Обоснована актуальность темы диссертационной работы и приведен личный вклад автора.

В первой главе диссертации автор отразил современное состояние исследований антропогенного воздействия угольных ТЭС на окружающую среду. Выполнил анализ современных способов и технологий очистки дымовых газов, сформулировал основные достоинства и недостатки каждой из технологий. Автору удалось детально рассмотреть существующие работы, посвященные технологиям сжигания водоугольных (ВУТ) и органоводоугольных (ОВУТ) топлив и выявить недостающие закономерности, в частности, связанные с экологическими последствиями сжигания ОВУТ из отходов угле-и нефтепереработки с добавками биомассы, которые необходимо изучить для их масштабного использования в мировой теплоэнергетике. Также в

рамках первой главы выполнен обзор наиболее перспективных добавок к суспензионным топливам.

Во второй главе проведено описание существующих способов сжигания твердых топлив и выбрана наиболее подходящая методика для измерения концентраций антропогенных выбросов, образующихся при сжигании ВУТ и ОВУТ. Представлена схема экспериментального стенда. Приведены пояснения по использованному в экспериментах оборудованию, перечню компонентов суспензий ВУТ и ОВУТ, исследованных в рамках диссертации. Представлена методика расчета обобщенного критериального выражения, учитывающего экологические, экономические и энергетические характеристики использования суспензионного топлива с добавками растительного происхождения, многочисленными отходами промышленности и сельского хозяйства.

В третьей главе определены основные факторы, оказывающие существенное влияние на процессы формирования основных антропогенных выбросов при сжигании угольного топлива. Установлены отличия в концентрациях оксидов серы и азота, образующихся при горении углей разной степени метаморфизма, а также продуктов и отходов их переработки. Выделены перспективные добавки к ОВУТ, а так же температурные диапазоны, в которых достигается максимальный экологический эффект. На примере конкретного развитого индустриального региона показана возможность экологически эффективной утилизации многочисленных отходов углеобогащения, нефтедобывающей и нефтехимической отраслей, отходов пищевого и коммунального секторов при сжигании в составе суспензионных топлив. Введены обобщающие критериальные выражения, учитывающие экологические, энергетические и технико-экономические характеристики сжигания различных топлив. Сравнительный анализ относительных показателей полезного использования традиционных и перспективных топлив ТЭС показал высокие приоритеты суспензионных топлив. Разработаны рекомендации по использованию результатов исследований, а также по развитию сформулированного научного

подхода для повышения экологической эффективности сжигания суспензионных топлив в топках ТЭС.

В заключении подведены основные итоги диссертационных исследований и сформулированы задачи дальнейшего развития данной тематики.

Научная новизна

Научная новизна диссертационных исследований Няшиной Г.С. заключается в следующем:

1. Показана возможность совместного сжигания отходов большой группы отраслей промышленности (углеобогащения, нефтепереработки, агропромышленного и деревообрабатывающего комплексов, коммунальных и бытовых отходов) в составе суспензионных топлив.
2. Разработан подход к экспериментальному определению компонентного состава газовых антропогенных выбросов и их концентраций, образующихся при сжигании суспензионных топлив, приготовленных на основе промышленных отходов (углеобогащения и нефтепереработки) с перспективными специализированными добавками (биомасса из числа отходов лесопиления и деревообработки, маслосодержащих отходов переработки растительного сырья, а также коммунальные и бытовые отходы). Автор обосновал, что данный подход позволяет приблизить условия эксперимента к топочным процессам ТЭС.
3. Экспериментально установлены диапазоны температур сжигания, обеспечивающие максимальное снижение концентраций оксидов серы и азота, образующихся при сжигании суспензионных топлив.
4. Получены экспериментальные зависимости основных антропогенных выбросов от температуры, свойств и концентрации компонентов, способа приготовления топливных суспензий, тонины помола компонентов.
5. Определены оптимальные с точки зрения экологических, энергетических и технико-экономических показателей для ТЭС соотношения компонентов суспензий ВУТ и ОВУТ с учетом добавок.

6. Для практического применения результатов экспериментов на объектах энергетики предложены три алгоритма прогнозирования эффективности использования суспензионных топлив. Обоснованы перспективы применения большой группы компонентов в составе суспензий для замены экологически опасного пылевидного угля.

Практическая значимость

Практическая значимость результатов диссертационных исследований Г.С. Няшиной заключается в том, что получены экспериментальные данные, обосновывающие возможность эффективного энергоэкологоэкономического сжигания многочисленных отходов углеобогащения и нефтепереработки с растительными добавками в составе суспензионных топлив на угольных и мазутных ТЭС. Результаты диссертационных исследований используются при выполнении инвестиционного проекта (г. Томск), направленного на создание первого в России опытно-промышленного участка подготовки и сжигания органоводоугольного топлива с применением промышленных и бытовых отходов. Экспериментальные результаты, полученные при выполнении научно-квалификационной работы и сделанные на их основе выводы и заключения, имеют большое значение для развития эффективных технологий утилизации многочисленных отходов промышленности в индустриальных регионах РФ и других стран. Результаты представленной работы позволяют выбирать оптимальный компонентный состав топливных суспензий, позволяющий обеспечить комплексное повышение экологические и энергоэкономических показателей теплогенерирующих установок.

Достоверность результатов исследований

Достоверность результатов исследования обусловлена значительным объемом экспериментальных данных, использованием метрологически аттестованных средств измерений, современного программного обеспечения, анализом систематических и случайных погрешностей измерений, оценкой доверительных интервалов, согласованностью теоретических и

экспериментальных исследований с результатами научно-исследовательских работ других авторов.

Представленная диссертация является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, обладающей внутренним единством и отвечающей требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Критические замечания по диссертации:

1. В тексте диссертации следовало указать рекомендуемый гранулометрический состав побочных продуктов лесопиления, деревообработки и переработки растительного сырья, а также коммунальных и бытовых отходов для приготовления ОВУТ и оптимальные способы их измельчения.
2. Необходимо пояснить, как обеспечивался стабильный коэффициент избытка воздуха в реакционной камере экспериментальной установки равный 1,05; а также как соотносятся расходы газов, забираемых компрессором газоанализатора на анализ, и образующихся в процессе горения топлива массой 1 г.
3. Следует обосновать, почему в мультипликативных критериях используется высшая удельная теплота сгорания, а не низшая.
4. В таблице 2.7 (стр. 60) у результатов химического анализа, следовало указать, на какую массу они приведены. В той же таблице зольность сосновых опилок на сухую массу 1-3 % является завышенной.
5. При оценке тепловых потоков, на примере экранных труб топочной камеры и труб экономайзера (стр. 131), принятая толщина стенки 2 мм, средняя температура пароводяной смеси в экранных трубах 100 °С, и средняя температура воды в трубах экономайзера равная 50 °С не характерны для промышленных теплогенерирующих установок.
6. Следует пояснить, почему при моделировании процессов воспламенения и горения ВУТ и ОВУТ (стр. 155) не учитывалась гетерогенная окислительная реакция $C + O_2 = CO_2$, а другие гетерогенные окислительные и восстановительные реакции, имеющие более высокие значения энергии

активации учитывались? Также требует пояснения, зачем выполнялись расчеты горения топлива и образования NO_x при концентрациях кислорода (25%, 23%, 21 % стр. 158), не характерных для теплогенерирующих установок?

7. Из текста диссертации не понятно, какую технологию получения ВУТ и ОВУТ следует использовать в промышленных условиях.

8. На страницах диссертации 15, 47, 70, 79, 86, 90, 105, 165 имеются опечатки, а на странице 47 недостаточно корректно характеризуется факельный прямоточный процесс (первый абзац сверху).

Общее заключение

1. Представленные диссертация и автореферат Г.С. Няшиной соответствуют паспорту специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты (п. 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»).

2. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию рукописи диссертации.

3. Материалы диссертационных исследований достаточно полно опубликованы в российских («Химия твердого топлива», «Кокс и химия», «Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики», «Химическое и нефтегазовое машиностроение») и международных высокорейтинговых (входят в 1-2 квартиль базы цитирований Web of Science) журналах («Journal of Cleaner Production», «Journal of Hazardous Materials», «Environmental Pollution», «Energies и др.), рекомендованных ВАК для опубликования результатов кандидатских и докторских диссертаций.

4. Диссертантом выполнена хорошая апробация результатов исследований на всероссийских и международных конференциях. В частности, в автореферате и диссертации отмечены авторитетные научные конференции и симпозиумы,

проведенные в вузах и исследовательских центрах в Самаре, Томске, Новосибирске, Москве и других городах.

5. На основании анализа содержания рукописи и автореферата диссертации Г.С. Няшиной можно сделать заключение о том, что диссертация «Исследование способов снижения влияния тепловых электрических станций на окружающую среду при сжигании суспензионных топлив из отходов углеобогащения и биомассы» полностью соответствует критериям Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным п. 9, абзац 2 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Галина Сергеевна Няшина, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

Официальный оппонент

Любов Виктор Константинович

Доктор технических наук, профессор,

(05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика, технические науки),

Заведующий кафедрой теплоэнергетики и теплотехники

Федерального государственного автономного образовательного

учреждения высшего образования «Северный (Арктический)

федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

Подпись В.К. Любова заверяю

Раменская Екатерина Борисовна, к.м.н.

Ученый секретарь Федерального государственного
автономного образовательного

учреждения высшего образования «Северный
(Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова»

Россия, 163002, Архангельская область,

г. Архангельск, набережная Северной Двины, д. 17

Тел: +7 (8182) 21 61 75

vk.lubov@mail.ru

03.09.2018