

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе
Карпенка Виктора Ивановича «Совершенствование технологии сжигания
водоугольного топлива в теплогенераторах малой и средней мощности»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика

Актуальность темы исследования. Несмотря на увеличение объема получения энергии из возобновляемых источников наблюдается рост объемов угледобычи, а вместе с этим растет и количество отходов углеобогащения, которые требуют переработки и утилизации. Одним из способов использования этих отходов в качестве топлива является приготовление на их основе бинарных топливных смесей. Применение водоугольных суспензий на основе тонкодисперсных угольных фракций с высокой зольностью и влажностью создает целый ряд сложностей на этапах топливоподготовки, транспортировки и сжигания. Поэтому разработка технологий сжигания водоугольного топлива на основе угольных шламов и тонкодисперсных отходов углеобогащения является актуальной как с точки зрения снижения потерь добытого угля, так и с экологической точки зрения.

Анализ технологии сжигания водо-угольного топлива исследовались многими российскими и зарубежными учёными. Перспективным направлением при этом является использование технологии низкотемпературного вихревого сжигания забалластированных топлив. Вместе с тем при использовании данной технологии сжигания ВУТ имеются нерешённые задачи, сдерживающие её практическое применение – это недостаточность теоретических данных по оценке влияния основных характеристик ВУТ (выхода летучих веществ, влажности, зольности и, соответственно, низшей теплоты сгорания топлива) на процессы воспламенения и горения, отсутствие научно-обоснованных методических рекомендаций по выбору конструктивных параметров вихревых адиабатических топков (внутренние размеры и диаметр пережимного окна) для надёжного сжигания топлива в зависимости от теплопроизводительности теплогенераторов малой и средней мощности, в том числе, при переводе мазутных, газовых и угольных котлов со слоевыми топками на сжигание ВУТ.

Основные положения научной новизны связаны с разработкой и детальном научном исследовании сжигания водоугольного топлива с использованием угольных шламов и тонкодисперсных отходов углеобогащения в теплогенераторах малой и средней мощности, работающих на водоугольном топливе.

Практическая значимость результатов работы состоит в том, что на основании выполненных термодинамического анализа и численных расчетов процесса сжигания водо-угольного топлива определены режимы сжигания суспензионного топлива из угольных шламов и ТДОУ в вихревых адиабатических топках. Расчеты технологических режимов теплогенераторов,

работающих на ВУТ, позволяют определить их оптимальные конструктивные параметры уже на стадии проектирования.

Таким образом, комплекс научных исследований, выполненный В.И. Карпенком, имеет все основания рассматриваться как соответствующий требованиям актуальности, научной новизны и практической значимости. Уровень поставленной научной задачи соответствует диссертационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук. Постановка и решение задач исследования соответствует требованиям паспорта специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика.

Достоверность результатов работы обеспечивается применением современных методов теоретических и экспериментальных исследований в области термодинамики, химии твердого топлива, теоретической теплотехники и математического моделирования. Результаты, полученные в процессе теоретических и экспериментальных исследований, подтверждены данными полупромышленных и промышленных испытаний разработанных конструкций теплогенераторов малой и средней мощности, работающих на ВУТ.

Структура диссертации и общая характеристика работы

Диссертация содержит введение, 5 разделов, изложенных на 165 с. основного текста, включающего 43 рисунка и 39 таблиц, 2 приложения, список литературы из 100 наименований.

В первом разделе выполнен достаточно подробный обзор существа проблемы, теоретических и практических работ в исследуемой области. Проведено сравнение существующих технологий утилизации углесодержащих отходов в зависимости от их характеристик, рассмотрены результаты имеющихся исследований процесса горения водоугольных суспензий. Особое внимание уделено анализу имеющихся технологий сжигания угольных шламов и конструкций котлов малой и средней мощности, выполнено детальное сравнение рассмотренных разновидностей технологий сжигания.

Таким образом, на основе анализа литературных научных источников сформулированы цели и основные задачи исследований.

Во втором разделе рассмотрены физико-химические механизмы горения частиц водоугольного топлива, предложена модель, горения диспергированных капель водоугольного топлива. Определены зависимости содержания кислорода и водяного пара в топке от зольности топлива. Проведено сравнение констант равновесия реакций, протекающих при разных температурах, предложено описание механизма горения капли водоугольного топлива из углей разных стадий метаморфизма. Приведены результаты численного моделирования сжигания водоугольного топлива в вихревой топке, выполненные в пакете ANSYS FLUENT, получены кривые

распределения температур по глубине топки на различной высоте и концентрации кислорода для различных сечений топки.

В третьем разделе выполнено определение конструктивных параметров вихревой топки. Приведен расчет размеров топочного пространства, установлено, что оптимальным является такой размер пережимного окна, который обеспечивает эвакуацию необходимого количества газов при перепаде давления на окне близком к 1 кПа. Сделан вывод, что конструктивные размеры вихревой адиабатической топки определяются качеством топлива.

Четвертый раздел посвящена описанию разработок конструкций теплогенераторов малой и средней мощности с вихревыми топочными камерами с горизонтальной и вертикальной осью вихря и сравнению их основных характеристик и показателей эффективности работы. Отдельный раздел посвящен описанию работ по переводу на сжигание водоугольного топлива промышленных угольных котлов, котла Е-1-9 шахты «Заречная», технологических комплексов по приготовлению и сжиганию водоугольного топлива в г. Черепаново Новосибирской области и на ОАО «Междуречье» (г. Междуреченск Кемеровской области) на базе котла ДКВР-10-13.

В пятом разделе приведено технико-экономическое обоснование создания пилотного технологического комплекса на основе теплогенераторов малой и средней мощности на водоугольном топливе, полученного на основе отходов углепереработки (фильтр-кека) для котельных теплопроизводительностью 1,6 МВт и 11,6 МВт. Предложена принципиальная технологическая схема, произведен расчет основных эксплуатационных затрат и рассчитана себестоимость 1 т топлива, предложен план реализации проекта, рассчитаны рентабельность проекта и срок окупаемости, рассмотрены типы и источники рисков и меры по их уменьшению.

В приложения включены акты испытаний котельных установок после перевода их на ВУТ и дипломы, подтверждающие призовые места за участие в выставках.

Структурное построение содержания работы, последовательность изложения, подробные ссылки на представленный материал в разных разделах подчеркивают ее общую целостность в рамках единой концепции. Единство диссертационного исследования обеспечивается рассмотрением теплофизических эффектов и механизмов сжигания водоугольного топлива с позиции достижения максимальной энерго- и экоэффективности процесса в целом. Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации.

По теме диссертации автором опубликовано 21 работа, из них: 11 статей в журналах из Перечня ВАК; 5 – в изданиях, входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science; 5 патентов РФ на полезные модели. Апробация работы проведена на 9 международных и всероссийских конференциях и форумах.

Основная научная новизна диссертационного исследования и полученных результатов заключается в следующем:

1. Определено влияние зольности и выхода летучих на: состав газовой фазы в атмосфере топки, режим сжигания и температуру в топочном пространстве, необходимые для устойчивого горения суспензионного топлива;

2. Установлено, что процесс горения различных по структуре частиц (распыленные капли ВУТ и чисто угольные частицы) в адиабатической топке становится идентичным уже по истечении нескольких долей секунды, при этом температурный режим стабильного горения ВУТ устанавливается в границах 850–1100 °С в зависимости от выхода летучих веществ, при этом, время нахождения в топке капель ВУТ и угольных частиц должно быть не менее 3–5 с;

3. Найден зависимости параметров сжигания ВУТ из угольных шламов и тонкодисперсных отходов углеобогащения (ТДОУ) от конструктивных параметров адиабатических топок, теплопроизводительности и характеристик различных видов водоугольного топлива, позволяющие проектировать рациональные конструкции теплогенераторов малой и средней мощности и технологические режимы их работы.

Замечания по диссертации:

1. Приведенная в разделе 2 модель горения единичной капли водоугольного топлива не вполне подтверждена расчетными или экспериментальными данными, некоторые термины, например «внутренний резерв тепла» не вполне согласуются с общенаучными;

2. Из текста диссертации невозможно сделать вывод от том, каким образом получены некоторые зависимости, в частности данные на рис. 2.3 и 2.4;

3. В главе 2 приведены результаты численного моделирования в ANSYS FLUENT, однако полностью отсутствует описание использованной математической модели, физических констант и использованных сеток, что не позволяет оценить релевантность полученных результатов;

4. В главе 4 приведен большой объем данных по применению вихревых адиабатических топок, однако отсутствуют результаты, включающие оценку влияния зольности и выхода летучих на: состав газовой фазы в атмосфере топки, режим сжигания и температуру в топочном пространстве;

5. Список использованных источников состоит преимущественно из публикаций российских авторов, тогда как данной проблемой занимаются и за рубежом.

Указанные замечания не снижают ценность и общую положительную оценку диссертационной работы, не влияют на основные научные и практические результаты и не затрагивают основных положений, вынесенных соискателем на защиту.

Заключение

В целом, диссертация Карпенка Виктора Ивановича «Совершенствование технологии сжигания водоугольного топлива в теплогенераторах малой и средней мощности» имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных лично автором исследований, обладающих научной новизной, содержится решение задачи совершенствование технологии сжигания водоугольного топлива с использованием угольных шламов и тонкодисперсных отходов углеобогащения в теплогенераторах малой и средней мощности, имеющей существенное значение для развития промышленной теплоэнергетики.

На этом основании считаю, что диссертация отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в ред. Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 № 335; ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), а ее автор, Карпенко Виктор Иванович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика.

Я, Радзюк Александр Юрьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Карпенка Виктора Ивановича, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент,
доцент кафедры теплотехники и гидрогазодинамики
Сибирского федерального университета,
кандидат технических наук по специальности
05.14.04 – промышленная теплоэнергетика,
доцент
Радзюк Александр Юрьевич

01.03.2022 г.



ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79/10,
Тел. +7 (391) 244-86-25; E-mail: office@sfu-kras.ru

ФГАОУ ВО СФУ		
Подпись <u>Радзюка А.Ю.</u>	заверяю	
Делопроизводитель <u>Бетешева</u>		
<u>02</u>	<u>03</u>	<u>2022</u> г.