

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Карпенка Виктора Ивановича «Совершенствование технологии сжигания водоугольного топлива в теплогенераторах малой и средней мощности», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Известные экологические проблемы, связанные с прямым сжиганием угольных топлив, мотивируют исследователей во всем мире предлагать новые технологические решения. Применение водоугольных топлив считается перспективным по ряду причин, учитывающих экологические, экономические, энергетические и социальные эффекты. Многие недостатки технологий сжигания суспензионных топлив устранены в течение последних 10 лет. Тем не менее еще достаточно много характеристик процессов сжигания суспензионных топлив в котлах разной производительности не выведены на оптимальные значения. В настоящее время Китай является лидером в продвижении технологий сжигания водоугольных топлив. Известные сложности широкого применения данных технологий в России мотивируют исследователей к разработке новых более комплексных подходов. Ниша диссертации В.И. Карпенка состоит в поиске решений в области интенсификации горения водоугольных суспензий с обеспечением контролируемых и заранее прогнозируемых характеристик. **Тематика диссертационных исследований В.И. Карпенка является, безусловно, актуальной.** Она соответствует приоритетному направлению развития науки в Российской Федерации (Указ Президента России от 07.07.2011 № 899): «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика», а также находится в сфере критических технологий федерального уровня, получивших высокий рейтинг по перспективам развития: «Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии». Актуальность тематики исследований также подтверждает их выполнение в рамках контрактов и программ, перечисленных в диссертации, а также запросов организаций, на которых используются результаты диссертационных исследований.

Диссертация В.И. Карпенка состоит из введения, 5 глав и заключения. Имеются 2 приложения. Можно выделить хорошую структурированность рукописи диссертации и уместное использование автором совокупности разделов и подразделов в каждой главе.

Во введении автор достаточно конкретно сформулировал проблему, на решение которой направлены исследования, и обосновывал целесообразность их проведения с акцентом на применение совокупности экспериментальных и теоретических методов.

В первой главе диссертации представлены характеристики перспективных суспензионных топлив из отходов углеобогащения. Выполнен анализ современных технологий сжигания угольных шламов в котлах разной мощности. Сформулированы перспективные задачи диссертационных исследований.

Вторая глава содержит результаты исследований соискателя в части основных стадий горения капель перспективных суспензионных топлив из отходов углеобогащения в котлах малой и средней мощности. Представлены основные заключения.

В третьей главе приведены основные решения автора в области размеров топочного пространства и сформулированы ключевые выводы, которые целесообразно учитывать проектировщикам котельного оборудования.

Четвертая глава содержит пояснения автора по предлагаемым им решениям в части применения вихревых схем сжигания топлив. Выделены ключевые преимущества и сдерживающие факторы.

В пятой главе представлены результаты технико-экономического анализа перспективности создания пилотного технологического комплекса на основе теплогенераторов малой и средней мощности на водоугольном топливе.

В заключении представлены укрупненные формулировки выводов по результатам выполненных исследований.

Практическая направленность диссертации В.И. Карпенка заключается в определении режимных параметров сжигания суспензионных топлив в теплогенерирующих системах. Предложены конструктивные изменения топков для обеспечения эффективных (по совокупности критериев) условий сжигания топлив. Приведены результаты расчетов для перспективных температурных режимов.

**Научная новизна** диссертации В.И. Карпенка заключается в следующем:

1. Установлено влияние зольности и содержания летучих веществ на характеристики газовой среды в топочном пространстве.
2. Показано, что характеристики горения капель суспензионных топлив и частиц угля в определенном диапазоне температур очень близки. Также выделены принципиальные отличия и особенности.
3. Определены необходимые и достаточные времена существования капель суспензионных топлив в топочном пространстве для оптимизации горения.

**Сформулированные научные положения** диссертационных исследований обоснованы. В тексте автореферата и диссертации приведены результаты, иллюстрирующие правомерность сделанных автором заключений.

**Достоверность полученных автором диссертации результатов** основана на использовании современных экспериментальных методик, применении высокоточного оборудования, сравнении с экспериментальными и теоретическими данными других авторов.

Проводя оценку **научной и практической значимости** основных результатов, положений и выводов, представленных в диссертации, необходимо отметить, что автором выполнена масштабная научно-исследовательская и производственная работа, заслуживающая высокой оценки научного сообщества и специалистов в области горения суспензионных топлив. Все основные выводы и заключения подкреплены количественными оценками по регистрируемым и вычисляемым характеристикам.

**Личный вклад** В.И. Карпенка сформулирован развернуто в тексте диссертации. Практически все публикации подготовлены в соавторстве с научным руководителем, д.т.н., профессором В.И. Мурко. В тексте диссертации сформулированы благодарности коллегам по НПЦ «Сибэкотехника» и СибГИУ.

Анализ содержания рукописи и автореферата диссертации В.И. Карпенка дает основание для формулирования нескольких **вопросов, замечаний и рекомендаций**:

1. В списке процитированных источников достаточно мало ссылок на статьи коллег из разных стран за 2018–2022 гг. В журналах Fuel, Energy, Fuel Processing Technology, Environmental Pollution, Energy and Fuels и др. ежегодно публикуется не менее 100 статей по тематике сжигания

суспензионных топлив в энергетических установках. Целесообразно было расширить анализ современных достижений и нерешенных задач, так как в этой сфере очень быстро развиваются технологические решения.

2. Ключевые сложности использования суспензионных топлив связаны с седиментацией твердых частиц на этапах хранения, транспортировки и распыления. В тексте диссертации целесообразно было прокомментировать возможные решения автора для повышения стабильности композиций.
3. Проводимые во всем мире исследования с водоугольными топливами на основе отходов углеобогащения показывают, что важную роль играют использованные флокулянты, стабилизаторы, сольвенты и другие добавки. На многих обогатительных фабриках состав и структура этих добавок не комментируются. Как в таком случае прогнозировать характеристики работы котельных агрегатов на суспензиях из разных шламов?
4. Известно, что определяющее влияние на характеристики процессов зажигания и горения суспензионных топлив оказывают размеры капель и твердых частиц в них. В шламах распределения твердых частиц по размерам неравномерные. В процессе распыления суспензий твердые частицы доистераются, их размеры дополнительно уменьшаются. Какие возможны технологические решения по контролю размеров твердых частиц в камерах сгорания после распыления суспензий из шламов?
5. В диссертационной работе приводятся результаты решения задач теплопереноса в топочном пространстве на базе обыкновенных дифференциальных уравнений. Известно, что такой подход правомерен в ограниченном диапазоне температур и для ограниченного перечня реагирующих веществ. Почему соискатель не использовал постановки с уравнениями математической физики в частных производных? Необходимо пояснить, какие допущения принимались при вычислениях, насколько и чем они обоснованы, откуда выбирались исходные данные?
6. Предложенные технологические решения автора диссертации, безусловно, новы и перспективны. Но в тексте диссертации критерии обоснования их перспективности учитывают далеко не все основные параметры работы теплогенерирующих систем. Важно привести результаты сравнения собственных решений с работы коллег по экономическим, энергетическим,

экологическим, социальным, технологическим и другим критериям с учетом свойств исходного сырья.

7. Из анализа публикаций исследователей за 2018–2022 гг. можно сделать вывод о том, что более 90% работ в области сжигания суспензионных топлив включают результаты экспериментов и моделирования не для бинарных смесей (ВУТ), а многокомпонентных (как правило, от 3 до 6). Какие могут быть принципиальные отличия технологических решений автора диссертаций при переходе с двухкомпонентных суспензий на мультикомпонентные?

Сформулированные вопросы, рекомендации и замечания **не снижают высокой положительной оценки** диссертационной работы В.И. Карпенка.

**Тема диссертации** В.И. Карпенка «Совершенствование технологии сжигания водоугольного топлива в теплогенераторах малой и средней мощности» **соответствует паспорту специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика** (по части **формулы специальности**: «сбережение энергетических ресурсов, уменьшение энергетических затрат на единицу продукции, сбережение материальных ресурсов, направляемых на изготовление теплопередающего и теплоиспользующего оборудования, защиту окружающей среды»); **области исследований**: «разработка научных основ сбережения энергетических ресурсов в промышленных теплоэнергетических устройствах и использующих тепло системах и установках; оптимизация параметров тепловых технологических процессов и разработка оптимальных схем установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах; разработка и совершенствование аппаратов, использующих тепло, и создание оптимальных тепловых систем для защиты окружающей среды»).

**Содержание автореферата соответствует содержанию рукописи диссертации.**

Результаты диссертационного исследования В.И. Карпенка хорошо апробированы **на научных конференциях различного уровня** (в г. Новосибирск, Москва, Санкт-Петербург, Томск, Кемерово, Новокузнецк, Краснодар и др.) и **публиковались в журналах**, рекомендованных ВАК Минобразования РФ для публикации материалов кандидатских диссертаций (Уголь, Ползуновский вестник, Thermal Science и др.). Всего по тематике

диссертационных исследований опубликованы более 30 статей. Получены 19 патентов на изобретения и полезные модели.

На основании анализа содержания рукописи и автореферата диссертации В.И. Карпенка можно сделать вывод о том, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ постановлением от 24.09.2013 № 842, так как является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение крупной научно-технической проблемы, имеющей существенное значение для повышения энергоэффективности работы теплогенерирующих систем на базе перспективных суспензионных топлив. Учитывая вышеизложенное, считаю, что В.И. Карпенка заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Официальный оппонент, д-р физ.-мат. наук, профессор  
(01.04.14, физико-математические науки),  
профессор Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова,  
заведующий лабораторией тепломассопереноса

Национального исследовательского  
Томского политехнического университета

Стрижак Павел Александрович

(3822) 606-102

pavelspa@tpu.ru, <http://hmtslab.tpu.ru>

Подпись П.А. Стрижака заверяю  
Ученый секретарь Национального  
исследовательского Томского  
политехнического университета,  
кандидат технических наук  
Кулинич Екатерина Александровна



Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30, т. 8(3822), 701-777, доп. 1910

14.02.2022