

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

*доктора технических наук, доцента Ахметовой Ирины Гареевны
на диссертацию Осинцева Константина Владимировича «Методология
использования солнечной энергии и органического топлива для производства
электрической, тепловой энергии и активного угля при минимизации карбонового
следа на базе тепловых электрических станций», представленную на соискание
ученой степени доктора
технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы*

Актуальность темы диссертации

Степень развития энергетики является одним из индикаторов технологического развития страны. За последние годы наблюдается положительный тренд развития генерационных мощностей ТЭС на базе органического топлива и возобновляемых источников энергии, обусловленный, в том числе стратегией развития отрасли до 2050 года. Развитие собственных технологий гибридных энергокомплексов в стране позволяет быстрее адаптироваться к меняющимся внешним условиям, в первую очередь к ценам на органическое топливо. Однако, существуют риски при выборе неправильного решения при строительстве новых энергокомплексов, следовательно, необходимо развивать теорию выбора и методологию использования возобновляемых источников энергии совместно с органическим топливом, которые будут обладать высокой эффективностью и надежностью.

Энергетическая экосистема представляет сложную систему, включающую совокупность влияния эффективности работы оборудования ТЭС, а также качественно-количественных характеристик топлива. Однако, для построения устойчивых тенденций снижения выбросов углекислого газа в атмосферу важен правильный выбор ключевых параметров энергетического комплекса, это касается первичной генерации на основе органического топлива, возможности повышения эффективности работы энергетических котлов, использования вторичных ресурсов, возобновляемых источников энергии и совместного производства вторичных продуктов, например активных углей.

Таким образом, выбранная К.В. Осинцевым тема диссертации является актуальной и нацелена на решение важной задачи разработки методологического инструментария внедрения новых типов гибридных энергокомплексов, использующих солнечную энергию и органическое топливо для выработки тепловой и электрической энергии, а также декарбонизации энергетической отрасли в целом.

Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации

Положения и выводы диссертации базируются на фундаментальных основах технических наук. Разработанная методология и математические модели в узловых стоковых точках энергокомплекса базируются на положениях теплопередачи и газодинамики запыленных потоков. Методология исследования включает подробный анализ предмета и объекта исследования, систематизацию результатов анализа научных и практических исследований российских и зарубежных ученых, качественное сравнение и синтез существующих методических подходов.

В исследовании диссертант корректно использует прикладные методы научных исследований, в первую очередь, методы математического моделирования.

Научная достоверность и обоснованность теоретических положений, результатов, выводов, предложений и рекомендаций диссертации определяются аргументированностью, полнотой охвата научных концепций и качественным анализом полученных данных.

Выстроенная автором последовательность и логика в изложении текста диссертации и структурировании материалов исследования позволили добиться целостности при подготовке диссертации и автореферата, а также обеспечить высокую аргументированность выводов и положений. Диссертация целостно построена и ее содержание соответствует заявленной на рис.1 автореферата логике исследования. Поставленные проблемы в работе полностью раскрыты и предложены авторские методы их решения.

Достоверность положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность основных научных результатов диссертации Осинцева К.В. обеспечивается выбранной методологией исследования, результатами анализа современных отечественных и зарубежных научных трудов по исследуемой проблематике, разработанной методологией и математическим моделями в узловых стоковых точках энергокомплекса.

По теме диссертации опубликовано **42** работы, из них в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ опубликована 31 статья, включая 9 статей в журналах, индексируемых в международной базе данных Scopus; **получено 9** патентов РФ на изобретения, **2** свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Результаты исследований докладывались на научно-практических конференциях в рамках «Горение твердого топлива» (Новосибирск, ИТ СО РАН, 2012), «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики» (Санкт-Петербург, IPDME-2017, 2018, 2019),

«Машиностроение, автоматика и системы управления» (Томск, Новосибирск MEACS-2017, 2018), «Промышленная инженерия, практическое применение и производство» (Санкт-Петербург, ICIEAM-2017), «Промышленная инженерия и современные технологии» (Владивосток, 2019, 2020), «Промышленная инженерия» (Сочи, ICIE-2019), «Актуальные проблемы энергетического комплекса: физические процессы, добыча, производство, передача, переработка и охрана окружающей среды» (Москва, 2021).

Разработанные схемы гибридного энергетического комплекса, использующего солнечную энергию и органическое топливо, производящего электрическую, тепловую энергию и активный уголь, на которые получены патенты на изобретения (Пат. 2484371 РФ, Пат. 2615241 РФ, Пат. 2499035 РФ, Пат. 2499189 РФ, Пат. 2500617 РФ, Пат. 2500953 РФ, Пат. 2500954 РФ, Пат. 2502921 РФ), используются АО «Объединение ВНИПИЭнергопром» и АО «Электрические станции», что подтверждается Справками.

На предложенную схему охлаждения готового активированного угля с утилизацией теплоты за энергетическим комплексом при использовании низкопотенциальных источников энергии получен патент 2748628 РФ.

Разработана и реализована методология использования органического топлива и солнечной энергии в едином энергокомплексе, сокращающая потребление топлива и снижающая воздействие на окружающую среду, что подтверждается Актом внедрения КНТЦ «Энергия».

Все изложенное позволяет сделать заключение о достоверности положений, выносимых на защиту.

Характеристика структуры и содержания диссертации

Диссертационное исследование состоит из введения, 7 глав с выводами и рекомендациями, заключения, приложений, содержит 258 страниц текста, 98 рисунков, 15 таблиц, список литературы из 513 наименований.

В главе «Введение» поставлены научные задачи, дается обоснование необходимости разработки методологических основ использования солнечной энергии и органического топлива для производства электрической, тепловой энергии и активного угля при минимизации карбонового следа на базе тепловых электрических станций. Показано, что использование ФЭПТ совместно с источниками низкопотенциальной теплоты, как надстройки над базовым оборудованием теплоэлектростанций, сглаживает суточные графики выработки электроэнергии при их совместной работе на потребителей. Область комбинации производства тепловой, электрической энергии и активного угля в одном энергетическом комплексе в современной инженерной науке проработана недостаточно, исследования ученых в этой области практически не проводились, а значит тема работы является актуальной.

В первой главе «Аналитический обзор современных решений для реализации энергетических комплексов нового поколения при использовании органического топлива, солнечной энергии, низкопотенциальных источников теплоты, производства активного угля на базе тепловых электрических станций» проводится обзор исследований автора, коллективов научных школ и лабораторий в предметной области, проведен системный анализ принципиальной схемы ГЭК. Основная идея ГЭК состоит в том, что ТЭС, работающая на органическом топливе, надстраивается солнечной электростанцией на базе ФЭПиТ, а по схеме за энергетическим комплексом устанавливается система утилизации теплоты на базе низкопотенциальных источников энергии. Для оценки технической возможности реализации подобного ГЭК проведен анализ прихода солнечной радиации.

Во второй главе «Методологические основы моделирования процессов объединения генерации гибридных систем на органическом топливе и солнечной энергии энерготехнологический комплекс» разработаны методологические основы моделирования процессов объединения генерации гибридных систем на органическом топливе и солнечной энергии в энерготехнологический комплекс.

В третьей главе «Разработка научных основ методологии расчетов и оптимизации схем проектирования энергетического комплекса активации угля в составе гибридного энергетического комплекса с использованием органического топлива, солнечной энергии и низпотенциальных источников энергии» сформулирован научный подход к решению задач тепломассообмена и газодинамики подсистемы по активации угля.

В четвертой главе «Разработка научных подходов к проектированию энергетических комплексов активации угля» рассмотрены перспективные проекты энергокомплексов по активации угля, в том числе с применением систем утилизации теплоты.

Автором разработаны возможные варианты совместной выработки теплоты и активного угля в едином энергокомплексе.

В пятой главе «Экспериментальная часть. Численные и натурные исследования основного теплового оборудования энергокомплекса активации угля» представлены результаты компьютерного моделирования движения запыленного газового потока и горения природного газа. Кроме того, сравнивались результаты натурных испытаний физического моделирования. Также исследовалась работа теплового насоса на натурной установке в лабораторных условиях.

В шестой главе «Прикладная часть. Контроль и диагностика работы энергокомплекса» разработана программа определения длины участка интенсивного горения и времени движения газового потока. Кроме того, в главе показаны перспективы использования разработанной методологии.

В седьмой главе «Экономическая оценка перевода котельных и ТЭС в гибридные энергетические комплексы, использующих органическое топливо

и солнечную энергию, производящих электрическую, тепловую энергию и активный уголь» показана экономическая целесообразность перевода существующих предприятий и ТЭЦ в гибридные энергокомплексы, использующих солнечную энергию и органическое топливо, производящих электрическую, тепловую энергию и активный уголь.

Научная новизна исследования

1. Впервые предложена методология создания гибридных систем на органическом топливе, солнечной энергии и низкопотенциальном сбросном тепле в едином энерготехнологическом комплексе (п.1 паспорта специальности 2.4.5 ВАК).

2. Разработаны новые алгоритмы и методы создания ГЭК на основе органического топлива, солнечной энергии и низкопотенциальных источников энергии (п.3 паспорта специальности 2.4.5 ВАК).

3. Разработан метод расчета удельной плотности солнечной радиации в ГЭК (п.3 паспорта специальности 2.4.5 ВАК).

4. Впервые предложена новая концепция деления тепловой части ГЭК, а именно камер сгорания и камер активации на отдельные области, в которых среда представлена в виде подсистем: факел, топочный газ, окружающий факел, и ограждающие конструкции (п.2 паспорта специальности 2.4.5 ВАК).

5. Разработан метод расчета теплообмена на участке воспламенения камер сгорания и камер активации с учетом разработанной непрерывной функции гранулометрического состава, линейно аппроксимированной функции выгорания топлива по длине факела, которые позволяют рассчитать адиабатическую температуру горения и время пребывания частиц в факеле (п.2 паспорта специальности 2.4.5 ВАК).

6. Разработана математическая модель теплообмена в камере сгорания и активации, в которой используются приведенный коэффициент теплового излучения всех подсистем, обобщенный коэффициент теплопроводности диффузионных механизмов переноса теплоты, суммарный коэффициент теплоотдачи излучением и конвекцией, обобщенное число Нуссельта (п.2 паспорта специальности 2.4.5 ВАК).

7. Впервые предложена математическая модель ФЭПиТ с предварительным подогревом за счет использования источников низкопотенциального тепла (п.1 паспорта специальности 2.4.5 ВАК).

Замечания по диссертации

Положительно оценивая диссертацию в целом, ее логику,

обоснованность, достоверность, полученные новые научные результаты, теоретическую и эмпирическую базу исследования, следует выделить следующие дискуссионные положения, недостатки и замечания:

1. Требуется ли дополнительная настройка предлагаемого методологического инструментария при использовании других видов энергетических комплексов, работающих совместно с ТЭС?

2. Диссертант заявляет, что выработка электроэнергии и теплоты ФЭПиТ возможна при наличии солнечной радиации. Будет ли вырабатываться теплота ФЭПиТ в отсутствие солнечной радиации в ночное время?

3. Коэффициент теплопроводности газовой среды принимается примерно 1 кВт/м К. Означает ли это, что для запыленных потоков он будет отличаться?

Заключение

Диссертация Осинцева Константина Владимировича на тему «Методология использования солнечной энергии и органического топлива для производства электрической, тепловой энергии и активного угля при минимизации карбонового следа на базе тепловых электрических станций», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне. Достижение поставленной в диссертационном исследовании цели сопряжено с решением целого комплекса задач, имеющих теоретическое и прикладное значение. В результате диссертантом разработана методология, имеющая важное социально-экономическое значение – обеспечение генерации энергии при снижении потребления ТЭС органического топлива и его использования для производства активных углей, что в свою очередь повышает экологичность гибридного энергетического комплекса, обладающего экономической устойчивостью и конкурентоспособностью, отсутствием конъюнктурных влияний энергетического рынка и топливно-энергетического комплекса в целом.

Диссертация и автореферат соответствуют пунктам Паспорта специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы:

1. Разработка научных основ (подходов) исследования общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии в целом и их основного и вспомогательного оборудования.

2. Математическое моделирование, численные и натурные исследования физико-химических и рабочих процессов, протекающих в энергетически системах и установках на органическом и альтернативных топливах и

возобновляемых видах энергии, их основном и вспомогательном оборудовании и общем технологическом цикле производства электрической и тепловой энергии.

3. Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий и оборудования для производства электрической и тепловой энергии, использования органического и альтернативных топлив, и возобновляемых видов энергии, водоподготовки и водно-химических режимов, способов снижения негативного воздействия на окружающую среду, повышения надежности и ресурса элементов энергетических систем, комплексов и входящих в них энергетических установок.

Автореферат диссертации К. В. Осинцева полностью соответствует тексту диссертации, отражает ее основное содержание, имеет логически грамотное построение и последовательность изложения результатов исследования.

По результатам диссертационного исследования автором опубликовано достаточное количество научных работ. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям п.9-14 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор, Осинцев Константин Владимирович, заслуживает присуждения степени доктора технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Казанский государственный
энергетический университет»,
проректор по развитию и инновациям
Ахметова Ирина Гареевна

Контактная информация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»,

420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51,
+ 7 (843) 562-43-25

Адрес электронной почты: pk@kgeu.ru

«06» _____ ноября 2024 г.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «КАЗАНСКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Ахмет
ПОДПИСАТЕЛЬ
Специалист ОК



Ахметова И.Г.