

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

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

1. Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы, включающего 513 наименований, 5 приложений. Работа изложена на 253 страницах машинописного текста (включая список литературы), содержит 101 рисунок, 15 таблиц. Автореферат отражает содержание диссертационной работы в необходимом объеме.

2. Анализ содержания диссертационной работы

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, изложены основные положения, выносимые на защиту, а также научная новизна и практическая значимость диссертации.

В первой главе проведен 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. Выявлено, что не существует методологии проектирования гибридных энергокомплексов (ГЭК) нового поколения, и необходима разработка нового методологического подхода к использованию солнечной энергии и органического топлива для производства электрической и тепловой энергии, активного угля при минимизации карбонového следа на базе тепловых электрических станций.

Во второй главе обоснована необходимость создания методологии проектирования гибридных энерготехнологических систем нового поколения, разработаны основы методологии, совмещающей технологии использования солнечной энергии и органического топлива в едином энергетическом комплексе. Предложена перспективная общая схема гибридной тепловой электростанции по производству тепловой, электрической энергии и активного угля.

В третьей главе обоснованы научные основы методологии расчетов и оптимизации схем энергетических комплексов активации угля в составе гибридного энергетического комплекса с использованием органического топлива, солнечной энергии и низпотенциальных источников энергии. Предложена новая методология исследования газодинамики котлов на базе принципов тепло- и массообмена факельной и газовой сред в присутствии третьей составляющей – оградительной конструкции. Разработана модель теплообмена в камере сгорания с учетом критерия Нуссельта всех трех подсистем. Разработана математическая модель использования теплообменника в системе утилизации теплоты в газоходе котла энергокомплeкса при активировании угля.

В четвертой главе рассмотрены запатентованные автором схемы энергетических комплексов активации угля, в том числе при использовании системы утилизации теплоты.

В пятой представлены результаты численных и натурных исследований основного теплового оборудования энергокомплексов активации угля, проведен анализ полученных результатов.

В шестой главе показаны результаты разработки специализированного программного обеспечения по контролю за параметрами энергокомплекса.

В седьмой главе выполнена экономическая оценка эффективности перевода котельных и тепловых электрических станций в гибридные энергетические комплексы, использующих органическое топливо и солнечную энергию, производящих электрическую, тепловую энергию и активный уголь.

В заключении обобщены основные результаты и выводы, полученные в ходе выполнения диссертационной работы.

Проведенный анализ содержания диссертационной работы свидетельствует о том, что диссертация Осинцева К.В. является завершенной научной квалификационной работой, в которой содержится решение поставленных научных задач. Диссертация написана ясным и содержательным языком, принятая терминология и стиль соответствуют общепринятым нормам.

3. Актуальность темы исследования для науки и практики

Анализ запросов энергетических компаний научному сообществу показывает, что снижение потребления органического топлива возможно за счет перехода на новые технологии комбинированной генерации тепловой и электрической энергии за счет надстройки базового угольного оборудования элементами возобновляемой энергетики, например, фотоэлектрическими модулями. При комбинации с производством активного угля из низкосортных бурых углей такой энергокомплексе решает одновременно несколько задач, осуществляя и теплоэлектрогенерацию, и производство активного угля, широко потребляемого промышленностью в виде сорбентов для повышения эффективности улавливания вредных для окружающей среды газов. К парниковым газам, снижение концентрации которых в выбросах контролируется, следует отнести углекислый газ, образующийся в ходе реакций горения органического топлива. Здесь возможны два варианта: полное замещение ТЭС на органическом топливе источниками выработки теплоты и электроэнергии на базе возобновляемых источников энергии, и их комбинация в гибридные энергетические комплексы. Второму варианту посвящена разработанная диссертантом методология использования солнечной энергии и органического топлива в едином энергокомплексе.

Данная проблема на сегодняшний день ни теоретически, ни практически в целом не проработана, а значит, выбранная К.В. Осинцевым тема диссертации, связанная с разработкой методологических основ комбинации использования солнечной энергии и органического топлива для производства электрической энергии, тепловой энергии и активного угля с минимизацией карбонового следа на базе тепловых электрических станций является весьма актуальной.

4. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Целью диссертационного исследования является разработка 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. В диссертации и автореферате представлены результаты решения конкретных задач, направленных на создание научно-методологических основ разработки и создания энергетических комплексов активации угля на базе тепловых электрических станций, работающих на органическом топливе. Исследованы рабочие процессы, протекающие в энергетических установках на органическом топливе, их основном оборудовании и общем технологическом цикле производства электрической и тепловой энергии с помощью экспериментальных методов, методов численного и математического моделирования, разработаны алгоритмы и схемы контроля скорости истечения реагентной смеси и воздуха в камеры сгорания и активации. Перечисленные исследования относятся к пунктам 1 и 2 паспорта научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы, что свидетельствует о соответствии диссертационной работы избранной специальности.

5. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Разработанную методологию следует отнести к научной новизне проведенных исследований. Кроме того, математические модели и методы, предложенные диссертантом, также относятся к научной новизне и соответствуют паспорту специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

Основными научными и наиболее важными результатами диссертационной работы являются: методология создания гибридных энергокомплексов (ГЭК), алгоритмы и методы создания ГЭК, математические модели описывающие принципы работы отдельных объектов ГЭК. Отдельно следует отметить математическую модель теплообмена камер 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. Кроме того, автор предлагает метод расчета удельной плотности солнечной радиации и математическая модель фотоэлектрических термальных модулей с предварительным подогревом за счет использования источников низкопотенциального тепла.

Положения и выводы диссертационной работы Осинцева К.В. базируются на фундаментальных основах технических наук. Спроектирован широкий диапазон тепловых схем агрегатов активации в составе энергокомплекса, проведены испытания в соответствии с нормами, рекомендованными для тепловых расчетов котельных агрегатов со слоевым и факельным сжиганием. Проведено численное моделирование процессов теплообмена и газодинамики в прикладных программах, в основу которых положены базовые законы физики, теплообмена и газодинамики. Методология исследования включает подробный анализ предмета и объекта исследования, систематизацию результатов анализа научных и практических исследований российских и зарубежных ученых.

В исследовании диссертант корректно использует прикладные методы научных исследований. Численное моделирование процессов теплообмена выполнено с помощью программы Ansys; моделирования – учебных версий программ AutoDesk; обработка результатов исследования – MathLab. В диссертационной работе использовались методы математического моделирования с привлечением

современных компьютерных программных продуктов.

Научная достоверность и обоснованность теоретических положений, результатов, выводов, предложений и рекомендаций диссертации определяются степенью использования достоверных научных данных, полученных самим автором и выводами других авторов, выполнявших работы по схожей тематике в стране и за рубежом.

Выстроенный диссертантом алгоритм изложения текста диссертации и структурирования материалов исследования позволяют говорить о целостности диссертации и автореферата. Поставленные проблемы в работе полностью раскрыты, предложена авторская методология исследования, включающая научные модели и методы.

Основные выводы и результаты диссертационного исследования теоретически обоснованы и получены автором впервые. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы соискателя подтверждается корректным использованием научно-обоснованных методов исследований, сходимостью экспериментальных и расчетных данных. Результаты, полученные при проведении экспериментальных испытаний, подтверждают справедливость научных положений и применимость предложенных методов, технических решений и выводов. Результаты исследований обсуждались на международных и всероссийских конференциях, по результатам работы опубликовано достаточное количество научных работ.

6. Практическая значимость результатов исследований

Практическая значимость работы заключается в разработке и реализации методологии использования органического топлива и солнечной энергии в едином энергокомплексе, сокращающая потребление топлива и снижающая воздействие на окружающую среду. Разработанные схемы гибридного энергетического комплекса, использующего солнечную энергию и органическое топливо, производящего электрическую, тепловую энергию и активный уголь используются АО «Объединение ВНИПИЭнергопром», АО «Электрические станции», КНТЦ «Энергия». Материалы диссертационного исследования вошли в учебники и учебные пособия ЮУрГУ и внедрены в программы подготовки и профессиональной переподготовки специалистов для энергетики. Результаты диссертационной работы рекомендованы к внедрению Приволжским и Южно-Уральским филиалом АО «Внипиэнергопром», г. Казань.

7. Апробация работы и подтверждение опубликования основных положений и результатов

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались 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).

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.

8. Замечания по диссертации

В целом содержание диссертационной работы Осинцева К.В., её основные положения, выводы и результаты возражений не вызывают. Однако можно сделать следующие замечания:

1. Из материалов диссертации непонятно, какие расчетные значения интенсивности солнечной радиации (лучеиспускание света в терминологии автора) представлены в табл. 2.3. Для условий чистого неба и фиксированной поверхности данный параметр однозначно определяется географическим положением, днем года и временем суток. Соответственно, если данное значение определялось для солнечного полдня, то для широты Челябинска в марте оно должно быть существенно выше, а для оценки среднесуточных значений солнечной радиации принято использовать размерность энергии Вт·ч/м².

2. Из данных, представленных в табл. 2.3, следует, что величина теплового потока, снимаемая с фотоэлектрических термальных модулей, намного превышает удельную мощность солнечного излучения, что противоречит законам физики и требует объяснения.

3. На основании полученных результатов исследований на стр. 71, 3 абзац, автор делает вывод, что количество получаемой от фотоэлектрических термальных модулей электроэнергии не зависит от температуры окружающей среды. Данное утверждение неверно, так как величина электроэнергии, генерируемая фотоэлектрическими преобразователями, напрямую зависит от их температуры, которая во многом определяется температурой окружающей среды и условиями охлаждения.

4. Обозначенные на рис. 2.8 значения номинальных напряжений основного электрооборудования фотоэлектрических станций (входные и выходные напряжения контроллера, инвертора и повышающего трансформатора) никак не обоснованы и не соответствуют стандартным значениям напряжений общепромышленных установок данного класса мощностей.

5. В разделе 6.2 диссертации автором заявлено о создании им программного комплекса для расчета параметров возобновляемых источников энергии на основе нейросетевого алгоритма и кратко описаны его основные функции и возможности. При этом автор не приводит ни исходных уравнений, ни физических законов, ни алгоритмов, на основе которых построен данный продукт, не дает ссылок на публикации, в которых он подробно описан, а ссылается только на листинг программы для ЭВМ. Это не позволяет оценить ни адекватность предлагаемого продукта, ни его достоинства и недостатки, ни необходимость применения.

6. В автореферате приведены результаты исследований работы теплового насоса на натурной установке в лабораторных условиях, однако для чего проводились эти исследования и какие получены результаты – информации нет. В диссертации по данному вопросу поставлены задачи исследований, но анализ полученных результатов также отсутствует.

9. Общее заключение о соответствии диссертационной работы требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям

В результате проведенных исследований диссертантом разработана методология, имеющая важное социально-экономическое значение для энергетической и экономической отраслей страны, что вносит вклад в развитие этих отраслей и повышает технологический суверенитет страны. Диссертационная работа, представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне.

Диссертация и автореферат соответствуют пунктам 1 и 2 Паспорта специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

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, профессор отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30,

тел. (382-2) 701-777, доп.1942,

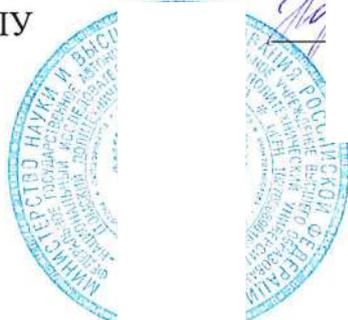
e-mail: serob@tpu.ru

Сergeй Геннадьевич Обухов

06.11.24 г.

Сведения (подпись) Обухова С.Г. заверяю.

И.о. Учёного секретаря ТПУ



 Новикова Валерия Дмитриевна