

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Миськив Николая Богдановича на тему «Экспериментальное исследование генерации тепла в многоцелевой системе Куэтта-Тейлора», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

1.3.14 — Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Актуальность темы исследования

Работа посвящена разработке научных основ исследования и создания эффективных систем возобновляемой энергетики (ВИЭ), в которых энергия ветра преобразуется в тепловую энергию теплоносителя. С ростом доли ВИЭ в мировом энергетическом балансе данная работа является актуальной. Работа отличается и новизной – использование вроде бы известных принципов генерации вихрей и преобразования механической энергии в тепловую, но в новом генераторе теплоты. Создание научных обоснований создания технических устройств позволяет производить выбор наиболее рациональных или оптимальных параметров устройств, обеспечивающих целенаправленные действия по повышению их эффективности.

Оценка содержания диссертации

Структура диссертации построена по общепринятой схеме.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка условных обозначений и списка используемой литературы из 118 наименований. Текст диссертации изложен на 118 страницах печатного текста, содержит 42 рисунка, 8 таблиц, 1 приложение.

В первой главе приведен обзор и анализ литературы, посвященной возобновляемым источникам энергии на основе использования и преобразования энергии ветер. Ветроtermальная энергетика представляет собой одно из приоритетных направлений современной теплоэнергетики и является одной из критических технологий Российской Федерации.

Преобразование механической энергии ветряных турбин непосредственно в тепло могло бы сократить один шаг преобразования ветровой энергии и, следовательно, быть более экономичным и энергоэффективным. Для преобразования энергии ветра в тепло используются ветротермальные генераторы. Эти устройства, в отсутствие централизованного энергоснабжения, могут напрямую поставлять тепло для обогрева помещений, промышленных процессов или работать как интегрированный компонент ветроэнергетических систем.

На основе анализа литературных научных источников, современного уровня разработок и конструкций ветротермогенераторов сформулированы цель и основные задачи исследований.

Здесь хочется отметить, что первая глава, как и результаты всей работы служат основой не только для научных исследований, но и для образовательной деятельности по курсам ВИЭ.

Во второй главе представлено описание конструкции экспериментальной установки, методик измерения параметров течения в зазорах и их обработки, а также проведен анализ неопределенностей измерений. Для исследования процессов тепловыделения в кольцевых вращающихся каналах была создана оснащённая многоканальной системой регистрации параметров потока оригинальная мультицилиндровая конструкция теплогенератора с оппозитным направлением вращения стенок цилиндров роторов. Для исследования процессов диссипации энергии использовались современные методы измерения температуры потока, момента сопротивления вращению, методы частотного анализа пульсаций потока. Применяемые методики позволили получить информацию о количестве выделяемого тепла в зависимости от параметров рабочей жидкости и скоростей вращения коаксиальных цилиндров, а также проанализировать гидродинамику течения в каналах исследуемой системы.

В третьей главе представлены результаты исследования процессов тепловыделения в мультицилиндровой системе Куэтта-Тейлора. Показано

влияние угловой скорости вращения роторов и вязкости рабочей жидкости на количество выделяемой в теплогенераторе энергии в широком диапазоне чисел Рейнольдса. В исследовании использовалось шесть видов рабочей жидкости: дистиллированная вода и пять видов водоглицеринового раствора.

Несмотря на значительное отличие исследуемой мультицилиндровой системы Куэтта–Тэйлора от классического кольцевого канала между двумя вращающимися цилиндрами, получено хорошее согласование между теорией и представленными экспериментальными данными настоящего исследования. Этот важный вывод дает основание для практического использования модели эквивалентного одиночного канала между вращающимися цилиндрами для описания сопротивления в сложных многоцилиндровых устройствах. Подобный подход можно использовать, в том числе, и при проведении оптимизационных инженерных расчетов диссипативных теплогенераторов.

Четвертая глава описывает особенности течения в мультикольцевой системе теплогенератора. Предложена методика исследования структуры течения в многоцилиндровой системе с помощью анализа амплитудно-частотных спектров пульсаций мгновенного значения момента сопротивления. Впервые получены значения частоты и амплитуды пульсаций момента сопротивления вращению роторов, генерируемых неоднородностями потока жидкости в кольцевых зазорах мультицилиндровой системы Куэтта–Тэйлора при оппозитном вращении цилиндров. Показано, что отклонение мгновенного значения момента сопротивления вращению роторов теплогенератора от среднего значения наблюдается в основном в области низкочастотных энергосодержащих образований в кольцевом течении жидкости. Параметры этих образований определяются особенностями конструкции кольцевых зазоров многоцилиндровой системы Куэтта–Тэйлора и вязкостью рабочей жидкости теплогенератора.

В пятой главе предложена методика инженерного расчета тепловых характеристик конструкции мультицилиндровых систем нагрева жидкостей. Методика расчета геометрических параметров теплогенератора построена исходя из его заданных характеристик: мощности, вязкости рабочей жидкости и размеров кольцевого зазора.

В работе имеется **приложение**, включающее копию патента на конструкцию, рассматриваемого в работе вихретеплогенератора.

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

1. Впервые получен комплекс экспериментальных данных по выделению тепла в многощелевой оппозитной кольцевой системе Куэтта-Тэйлора при оборотах вращения в диапазоне скорости ветра, соответствующей наиболее вероятной ветровой нагрузке Новосибирской области.

2. Впервые предложена методика обобщения, позволяющая свести произвольную мультицилиндровую систему к эквивалентному классическому одиночному каналу с течением Куэтта-Тэйлора и перенести полученные данные на иные размеры и геометрию теплогенераторов;

3. Впервые получены значения частоты и амплитуды пульсаций момента сопротивления вращению роторов, генерируемых неоднородностями потока жидкости в кольцевых зазорах мультицилиндровой системы Куэтта-Тэйлора при оппозитном вращении цилиндров;

4. Разработана и обоснована методика инженерного расчёта теплогенератора заданной мощности по эквивалентному диссипативному эффекту кольцевой системы с одним зазором.

Практическая значимость работы

Работа вносит вклад в развитие методов энергоэффективного получения экологически чистой тепловой энергии. Практическая значимость

проведенных исследований заключается в получении экспериментальных результатов, необходимых для проектирования и создания крупномасштабных ветровых генераторов тепла. На основе полученных результатов может быть выполнена опытно-конструкторская работа и налажено производство эффективных ветротеплогенераторов для нужд горячего водоснабжения и отопления небольших населенных пунктов и отдельных зданий, где отсутствует централизованное энергоснабжение.

Необходимо подчеркнуть, что основные результаты получены экспериментально, на основе использования современных методов исследования. Это несомненно преимущество работы.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов обеспечивалась сопоставлением с опубликованными результатами работ других авторов, использованием современных измерительных систем, предварительной настройкой и калибровкой оборудования, а также воспроизводимостью результатов с учетом рассчитанных погрешностей, сопоставлением результатов, полученных различными методами и анализом неопределенностей измерений.

Цель и основные задачи исследований

Целью работы является решение научно-технической задачи: обосновать и экспериментально подтвердить возможность использования класса оппозитных (встречных) течений Куэтта - Тэйлора для эффективного прямого преобразования механической энергии вращения низкооборотного привода (ветродвигатель) в тепловую энергию.

Задачи, которые необходимо было решить для достижения поставленной цели:

1. Разработка, изготовление экспериментальных стендов и оборудования:

- макет теплогенератора, который представляет собой два коаксиальных встречно вращающихся многоцилиндровых ротора, образующих систему цилиндрических кольцевых каналов, заполненных вязкой рабочей жидкостью;

- гидродинамический стенд, обеспечивающий контролируемую циркуляцию рабочей жидкости с заданными свойствами через макет теплогенератора. Оборудование стенда должно обеспечивать циркуляцию рабочей жидкости в широком диапазоне вязкости и температуры.

- системы измерения и сбора данных о первичных физических параметрах.

2. Разработка системы измерения момента сопротивления многощелевых роторов теплогенератора при оппозитном вращении;

3. С использованием разработанного многоцилиндрового макета провести: - исследования тепловыделения от вращения роторов ветротеплогенератора, в диапазоне скоростей, соответствующих наиболее вероятной ветровой нагрузке Новосибирской области; - исследования влияния вязкости рабочей жидкости на эффективность тепловыделения; - анализ спектра пульсаций, возникающих в кольцевых потоках многоцилиндровой системы, определить частотные диапазоны неоднородностей течений, вносящие наибольший вклад в тепловыделение.

4. Разработка подхода для обобщения результатов и практических рекомендаций для проектирования реальных ветротеплогенераторов.

Апробация работы:

Полнота изложения материалов диссертации достаточно высокая, по теме исследования опубликовано большое количество печатных работ - 17, в том числе 5 статей в рекомендованных ВАК журналах, из них 2 статьи в журналах, цитируемых в системах в Scopus и WoS, а также 1 патент на

изобретение. Апробация работы проведена на 11 международных и всероссийских конференциях и форумах.

Соответствие диссертации паспорту специальности 1.3.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»: содержание и результаты работы соответствуют пункту 3 паспорта специальности – Исследование термодинамических процессов и циклов применительно к установкам производства и преобразования энергии, и пункту 5 – экспериментальные и теоретические исследования исследования однофазной свободной и вынужденной конвекции в широком диапазоне свойств теплоносителей, режимных и геометрических параметров теплопередающих поверхностей.

Считаю, что цель и все поставленные в работе задачи решены в полном объеме и на высоком научном уровне. Работа широко апробирована. Но к работе есть ряд пожеланий и замечаний.

Замечания и пожелания по диссертации

1. Работа экспериментальная, но автор не уделил внимания оценке неопределенности измерений основных параметров.
2. Было бы целесообразно сформулировать общие требования к рабочей жидкости и затем на основе этого обосновать выбор рабочей жидкости. Ведь и масла подойдут, и на воде будет работать установка. В чем суть (критерий) выбора рабочего тела.
3. К сожалению, режимы течения в кольцевых щелевых зазорах получены либо предположительно, либо на основе режимных карт ранних авторов. Автор не провел измерений или визуализации течений. Наличие вихрей Куэтта-Тейлора не показано.
4. В основном рассмотрены вопросы механики жидкости, а теплофизические вопросы взаимосвязи генерации теплоты при диссипации механической энергии особо не выделены.

5. При записи обобщающих зависимостей необходимо записать доверительную вероятность и отклонений, диапазон применимости по критериям подобия или прочим параметрам, например, для формулы (5.3).
6. Формулы (5.2) и (5.3) зависят от кинематической вязкости. Зависят ли полученные данные в работе от типа жидкости, числа Прандтля? Применимы ли результаты работы к другим жидкостям, отличным от водного раствора глицерина?
7. К сожалению, автор не уделил внимания сравнительной оценке по эффективности преобразования энергии ветра в тепловую энергии своего вихрегенератора на основе использования оппозитных вихрей Куэтта-Тейлора с многочисленными генераторами генерации тепловой энергии, описанных им в обзорной части диссертации (1 главе).
8. К сожалению, в диссертации нет апробации предложенной методики, ее верификации, т.е. сравнения результатов расчета по методике и результатов испытаний вихретепогенератора предлагаемой конструкции. Это усилило бы работу.

Все изложенные пожелания и замечания носят рекомендательный характер и не снижают научной значимости полученных научных результатов работы.

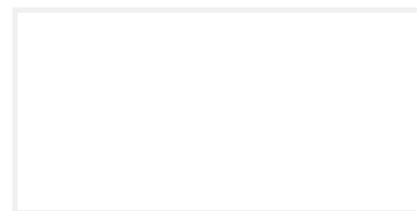
Заключение

В целом, диссертационная работа Миськив Николая Богдановича представляет собой законченное научное исследование, выполненное автором самостоятельно и на высоком уровне. В диссертационной работе разработаны положения научных основ создания прямого преобразователя энергии вращения низкооборотного привода (ветродвигателя) в теплоту на основе использования диссипации энергии с применением оппозитных

течений Куэтта-Тейлора. Внедрение вихревого теплогенератора на основе оппозитных течений Куэтта-Тейлора вносит значительный вклад в создание высокоэффективных возобновляемых источников энергии.

Считаю, что диссертационная работа «Экспериментальное исследование генерации тепла в многощелевой системе Куэтта-Тейлора» соответствует требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. от 18.03.2023), а ее автор, Миськив Николай Богданович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 — Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Попов Игорь Александрович
доктор технических наук по специальности
01.04.14, профессор,
член-корреспондент АН РТ,
профессор кафедры теплотехники и
энергетического машиностроения
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева - КАИ»,
popov-igor-alex@yandex.ru,
420111, г. Казань, ул.К.Маркса, д.10.



09.10.2023г.

Я, Попов Игорь Александрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Миськив Николая Богдановича, и их дальнейшую обработку.



Поступил в совет 12.10.2023г.
уч. секретарь Дс Бу Боним О.В.

С отзывом ознакомлен 13.10.2023
МР / Миськив Н.Б. |