

Аннотация к диссертации

Катрановой Газизы Сериковны на тему: «Разработка и исследование высокоэффективных фронтных устройств камер сгорания ГТУ», представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071700 – «Теплоэнергетика»

Актуальность темы исследования

Диссертация Катрановой Г.С. написана на актуальную тему, так как в современных условиях газотурбинные установки широко используются в качестве привода для нагнетателей компрессорных станций для перекачки нефти и газа. В силу разветвленности и протяженности газопроводов и пролегания их как в малонаселенных, так и густонаселенных местах, снижение вредных выбросов газотурбинных установок в окружающую среду приобретает особую актуальность. Кроме того, в последние годы ГТУ стали использоваться в качестве двигателей для привода генераторов в энергетике, и как ГТУ в составе парогазовых установок количество которых год от года растет.

Объектом диссертационного исследования являются. Объектом исследования являются фронтные устройства камер сгорания ГТУ.

Предметом исследования является разработка удобообтекаемых микрофакельных устройств в виде турбинных профилей, а также устройства на их базе.

Цель и задачи исследования. Цель диссертационной работы состоит в исследовании, разработке и совершенствовании микрофакельных устройств на базе удобообтекаемых тел, обеспечивающих низкую токсичность газотурбинных установок и минимизацию гидравлических потерь в камере сгорания ГТУ.

В соответствии с поставленной целью поставлены следующие задачи:

- провести анализ предыдущих работ по микрофакельным технологиям, учесть недостатки прежних разработок;
- разработать математическую модель процессов горения за удобообтекаемыми телами в виде турбинных профилей, а также провести численное моделирование процессов горения, с учетом образования токсичных компонентов за ними;
- провести серию экспериментальных исследований влияния формы турбинных профилей, угла между спинкой профиля и накладкой, способов подачи топлива;
- провести исследование и анализ способов минимизации гидравлических потерь с учетом обеспечения высокой стабилизации факела за удобообтекаемыми телами в виде турбинных профилей.

Научно-информационная база исследования. В основе научных разработок применены современные методы математического моделирования, методы идентификации и вычислительные алгоритмы.

Приведены результаты реальных и численных экспериментов с использованием программ COMSOL и Ansys fluent.

Достоверность работы. Результаты экспериментальных и численных экспериментов обладают достаточной степенью достоверности по следующим причинам:

- при планировании, подготовке и проведении экспериментов проведены расчеты погрешностей полученных данных;
- при проведении экспериментов использовались современные высокоточные приборы и оборудование проходившие поверку и имеющие сертификацию;
- результаты экспериментов сравнивались с ближайшими аналогами и результатами, полученными зарубежными авторами;
- результаты численного моделирования сравнивались с полученными экспериментальными данными.

Достоверность работы также подкрепляется комплексным подходом к проведению экспериментов, высокой степенью точности систем измерения.

Научная новизна. На основании теоретических и экспериментальных исследований разработаны удобообтекаемые микрофакельные устройства в виде турбинных профилей, а также устройства на их базе. При этом:

- выявлены оптимальные формы турбинных профилей, обеспечивающие оптимальную стабилизацию пламени и низкий уровень выбросов вредных веществ;
- выявлен оптимальный угол между турбинным профилем и накладкой, а также способ подачи топлива, обеспечивающий наименьшие гидравлические потери, при относительно низких выбросах оксидов азота, высоких стабилизационных показателях и высокой полноте сгорания топлива;

- разработаны новые технические устройства на базе микрофакельного принципа сжигания топлива – двухзонная камера сгорания, горелка.

Научную новизну работы также подтверждают три патента РК и один Евразийский патент.

Научно-практическая значимость исследования.

Научно-практическая ценность работы состоит в разработке и получении:

- принципа использования удобообтекаемых микрофакельных устройств в виде турбинных профилей, обеспечивающих высокую стабилизацию факела, относительно низкие гидравлические потери и низкие выбросы токсичных веществ;
- двухзонной камеры сгорания с турбинными профилями, обеспечивающей высокие технические и экологические показатели во всем диапазоне нагрузок, защищенного авторским свидетельством на изобретение;
- двухзонной камеры сгорания, с уголковыми стабилизаторами, защищенного авторским свидетельством.

Полученные экспериментальные данные по микрофакельным устройствам позволяют создать новый класс камер сгорания, обладающих высокими экологическими и технико-экономическими показателями.

Апробация результатов исследования. Основные положения работы представлены в 20 публикациях, в том числе

- в журнале «Thermal Science», входящем в базу данных Web of science, в журнале «Espacios» и в «IOP Conference Series: Earth and Environmental Science», которые входят в базу данных Scopus – 3;
- в изданиях, рекомендуемых ККСОН МОН РК – 3;
- в зарубежных научных журналах, включая материалы зарубежных международных конференций – 7;
- патентов РК на изобретение – 2;
- патентов РК на полезную модель – 1;
- Евразийский патент на изобретение – 1;
- коллективная монография – 3.

Содержание диссертации. Объем и структура. Диссертация содержит введение, 4 раздела, заключение, список использованной литературы, приложения.

Во введении раскрыта актуальность научной работы, конкретизирована исследуемая проблема. Приведены основная идея, научная новизна, достоверность работы, личный вклад автора, а также апробация результатов и публикации.

В первом разделе диссертации представлен анализ основных направлений развития газотурбостроения, роль газотурбинных установок в энергетическом секторе мира и Казахстана, обзор основных направлений улучшения экологических показателей ГТУ и ГТД, анализ фронтных устройств камер сгорания и горелочных устройств, обеспечивающих МФС, теоретических и экспериментальных исследований МФУ, в том числе на базе хорошо обтекаемых тел. Представлена постановка цели и задач исследования.

Во втором разделе диссертации представлены результаты математического моделирования обтекания профиля лопатки, изучение точки срыва потока, процесса микрофакельного сжигания за удобообтекаемыми телами и расчет выбросов за МФУ в виде удобообтекаемых профилей. Представлены зависимости концентраций оксидов азота, гидравлических потерь, а также температур на выходе из моделируемой области от используемого типа микрофакельных элементов.

В третьем разделе представлено описание экспериментальной установки и физических моделей, методика проведения экспериментов и измерений основных параметров, дана оценка погрешностей измерения.

В четвертом разделе представлены результаты экспериментального исследования удобообтекаемых и плохообтекаемых тел – турбинных

профилей и уголковых стабилизаторов соответственно. Приводятся результаты замеров температур, концентраций оксидов азота на выходе из экспериментальной установки. Представлены результаты анализа. По результатам экспериментальных исследований представлены формулы зависимости «бедного» срыва, концентраций оксидов азота и температурного уровня, а также гидравлических потерь в зависимости от используемых микрофакельных элементов.

В заключении отражены основные результаты и выводы по диссертационной работе.