

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Нугуманова Алексея Дамировича «Методика экспериментальной доводки низкоперепадных камер сгорания газотурбинных установок по экологическим нормам», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

Снижение доли выбросов вредных веществ при сжигании углеводородов в кислороде воздуха до некоторого достижимого минимума – задача, требующая совместного выполнения противоречивых требований: поддержание температуры в зоне горения не меньше той, при которой доля продуктов неполного сгорания недопустимо высока, и не больше той, при которой рост продуцирования оксидов азота становится экспоненциальным. Для газотурбинной установки (ГТУ) с климатической характеристикой, характерной широким диапазоном температур окружающей среды, успешное выполнение данной задачи базируется на тонкой настройке рабочего процесса малоэмиссионной камеры сгорания (МЭКС), сопряжённой с серией трудоёмких расчётно-экспериментальных работ.

Формирование методик и алгоритмов, позволяющих заложить приемлемый уровень эмиссии на этапах технического проекта и испытаний опытного образца – задача, актуальность которой трудно переоценить.

Научная новизна диссертационной работы достигнута в результате:

- создания методики, позволяющей усовершенствовать процессы проектирования и экспериментальной доводки МЭКС;
- разработки перечня требований к схеме МЭКС в целях обеспечения широкого диапазона её устойчивой работы и снижения потерь полного давления.

Теоретическая значимость результатов работы, кроме вышеупомянутых пунктов, заключается в составлении рекомендаций по минимальному перечню экспериментальных исследований в составе одногорелочного отсека при определении основных параметров рабочего

процесса МЭКС, а также в определении критерия, позволяющего снизить потери давления во фронтальном устройстве.

Практическая значимость работы заключается в снижении рисков и ресурсоёмкости при создании новых и доводке существующих МЭКС по разработанной методике, что подтверждается выполнением доводки МЭКС ГТУ мощностью 16 МВт с достижением допустимого уровня эмиссии вредных веществ при сохранении высокого КПД установки.

По автореферату следует отметить следующие недостатки.

1. В подтверждение достоверности полученных по итогам работы результатов сообщается, что расчётные пакеты ANSYS Fluent и CFX верифицированы по результатам испытаний, однако в рамках расчётно-экспериментального процесса следует акцентировать внимание на валидации используемой математической модели, иначе говоря, адекватности используемых подмоделей и упрощений моделируемому явлению.

2. В четвёртой главе сообщается, что уменьшение срабатываемого на фронтальном устройстве перепада давления до величины 1% позволяет сохранить высокий КПД двигателя, однако упускается:

1) наличие кожухов на диффузионном участке, гидравлическое сопротивление которых обратно пропорционально относительной площади живого сечения перфорации – при преодолении такого препятствия суммарные потери полного давления в МЭКС превысят заявленный 1% в 3-5 раз;

2) по уровню среднемассовых температур, локализованных в окрестностях фронта пламени, можно предположить, что первая ступень турбины данной ГТУ выполняется с сопловым аппаратом, охлаждаемым конвективно-плёночно: при таких условиях важно понимать, из какого сечения проточной части изделия отбирается охлаждающий воздух, дабы организовать потребный для формирования плёнки перепад давления; в случае, если отбор производится ниже по потоку от перфорированных кожухов, встаёт вопрос: достаточен ли перепад в 1%?

3) отсутствует сравнительный анализ суммарных потерь МЭКС исследуемой ГТУ и изделий других производителей, в том числе с кольцевыми КС: являются ли КС с выносными жаровыми трубами конкурентноспособными в вопросе обеспечения высокого уровня эффективного КПД за счёт коэффициента восстановления полного давления?

Стоит отметить, что указанные недостатки ни в коей мере не снижают ценность полученных результатов. Работа основывается на объёмном валидационном базисе, полученном на высокоточном стендовом

оборудовании и подкреплённом использовании ресурсоёмких численных моделей.

Диссертация Нугуманова А.Д. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком уровне. Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Начальник отдела теплофизики
и газодинамики ОКБ службы генерального
конструктора ПАО «ОДК-Кузнецов»,
кандидат технических наук

Тисарев
Андрей Юрьевич

Диссертация кандидата технических наук защищена по специальности
05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки
летательных аппаратов

Адрес организации
Российская Федерация
443022 Самарская обл.
г. Самара
Заводское шоссе, дом 29
Телефон: 8(846)227-32-52
E-mail: info@uec-kuznetsov.ru

Подпись Тисарева Андрея Юрьевича удостоверяю.

Заместитель генерального конструктора
начальник ОКБ ПАО «ОДК-Кузнецов»



И.А. Селиванов

« 01 » 06 2022 г.