

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Заместитель генерального директора –  
Главный конструктор по ВСУ  
АО «НПП «Аэросила»



\_\_\_\_\_ А.А. Астахов

\_\_\_\_\_ 2022 г.

### **ОТЗЫВ**

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

#### **Актуальность темы диссертационной работы**

В настоящее время газотурбинный двигатель (ГТД) оказывает серьезное негативное влияние на экологию, а также здоровье человека ввиду содержания в продуктах сгорания вредных веществ, таких как монооксид углерода (СО), монооксид азота (NO) и двуокись азота (NO<sub>2</sub>). Технологии снижения эмиссии, применяемые в наземных газотурбинных установках, могут быть также использованы и в авиационных ГТД. Учитывая все вышесказанное, исследование методов снижения эмиссии газотурбинных двигателей является без сомнения актуальной задачей.

#### **Научная новизна**

Научная новизна заключается в предложенной автором методике, позволяющей снизить эмиссию ГТД за счет конструкторских решений и особенностей управления с учетом возможности уменьшения потерь полного давления в камере сгорания.

## **Практическая значимость**

Предложенные автором методика и система требований имеют практическую значимость и могут быть использованы фирмами-разработчиками ГТД при проектировании камер сгорания и систем автоматического управления, такими как АО «ОДК – Авиадвигатель», ПАО «ОДК-Сатурн», ПАО «ОДК – Кузнецов», ОКБ им. А. Люльки, АО «ОДК – Климов», АО «НПП «Аэросила».

## **Достоверность положений, выносимых на защиту**

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается:

- корректным применением фундаментальных законов физики и основных физических уравнений;
- результатами экспериментальных исследований, подтверждающих достоверность полученных результатов;
- применением поверенного и аттестованного оборудования для проведения экспериментов.

## **Общие сведения о диссертационной работе**

Диссертация состоит из списка сокращений и условных обозначений, введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Объем диссертации составляет 132 страницы, список литературы включает 80 наименований.

Во **введении** обоснованы: актуальность научной работы, достоверность результатов проведенных исследований; сформулированы цели и задачи исследования; показаны: научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы; сформулированы положения, выносимые на защиту; приведены результаты апробации работы; кратко описаны структура и содержание работы.

В **первой главе** представлено описание применяемых в настоящее время технологий и конструкций, обеспечивающих снижение эмиссии ГТД ведущих мировых производителей, таких как General Electric, Siemens, Kawasaki Heavy Industries, Solar, Mitsubishi Hitachi Power Systems. Снижение эмиссии указанными фирмами достигается в той или иной степени за счет: применения многоколлекторной топливной системы, поддержания температуры горения в заданном узком диапазоне, управления расходом воздуха во фронтное устройство и др.

Во **второй главе** подробно расписана технология «сухого» сжигания обедненной топливо-воздушной смеси, представлены зависимости концентрации вредных выбросов CO и NO<sub>x</sub> от температуры в зоне горения, подробно описана конструкция объекта экспериментального исследования –

одногорелочного отсека противоточной камеры сгорания, представлены и описаны результаты эксперимента.

В **третьей главе** проведено исследование акустической характеристики малоэмиссионной камеры сгорания с применением современных программных средств Ansys CFX и методов моделирования, проведена верификация полученных результатов на основе эксперимента.

**Четвертая глава** посвящена методике обеспечения устойчивости камеры сгорания к проскоку пламени. Определены основные причины проскока пламени, даны рекомендации по его устранению.

В **заключении** диссертационной работы автор приводит полученные результаты.

### **Замечания по диссертационной работе**

По оформлению работы имеются следующие замечания.

1 Во введении автореферата и диссертации отсутствует основной структурный элемент «Степень разработанности темы», предусмотренный п. 9.2.1 и п. 7.3.1 ГОСТ 7.0.11-2011 соответственно.

2 На стр. 13, 15, 16 автореферата отсутствует описание обозначения параметра «PFR» на Рисунках 4, 6, 7 соответственно. Также из Рисунка 4 неясно, что обозначают пунктирные линии на графике.

3 На стр. 15 автореферата отсутствует описание обозначения «PCD083» на легенде графика Рисунка 6.

По существу замечания отсутствуют.

В целом можно сказать, что сделанные замечания не снижают ценность диссертационной работы и не влияют на ее положительную оценку.

### **Заключение по диссертационной работе**

Диссертационная работа посвящена исследованию методов снижения эмиссии камеры сгорания ГТД и соответствует специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Диссертация Нугуманова А.Д. является законченной и самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача снижения вредных выбросов в продуктах сгорания, имеющая значение для развития газотурбинного двигателестроения. Диссертация изложена технически грамотным языком, логически структурирована по главам. Публикации и автореферат в полном объеме отражают содержание и основные результаты выполненной работы.

Диссертация соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ

от 24.09.2013 №842, а ее автор, Нугуманов Алексей Дамирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Начальник расчетно-конструкторского отдела,  
канд. техн. наук

А.В. Иванов

*12.05.2022.*

#### **Сведения о организации:**

Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Аэросила» (АО «НПП «Аэросила»), 142800, Московская обл., г. Ступино, ул. Жданова, 6; тел.: +7 (496) 642-33-30; e-mail: [vint@aerosila.ru](mailto:vint@aerosila.ru); адрес официального сайта в сети «Интернет»: [www.aerosila.ru](http://www.aerosila.ru)

#### **Сведения об авторах отзыва**

##### **Иванов Артем Викторович**

Наименование организации: публичное акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Аэросила»

Должность: начальник расчетно-конструкторского отдела

Почтовый адрес: 142800, Московская обл., г. Ступино, ул. Жданова, вл. 6

Тел.: + 7 (496) 642-80-85 доб. 4-12, e-mail: [vint@aerosila.ru](mailto:vint@aerosila.ru)