

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Щукина Андрея Викторовича

на диссертационную работу

Малиновского Ивана Михайловича

«Исследование и совершенствование воздушных систем газогенераторов турбореактивных двухконтурных двигателей с форсажной камерой сгорания», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов (технические науки)

В диссертационной работе Малиновского И.М. выполнено научно обоснованное совершенствование конструктивных схем и обеспечено улучшение рабочих параметров воздушных систем современных турбин ТРДДф.

Актуальность диссертационной работы определяется необходимостью повышения эффективности воздушных систем перспективных ТРДДф, систем охлаждения и систем регулирования осевых сил. Решение этой сложной проблемы возможно за счет использования новой методики проектирования воздушных систем, учитывающей повышение эффективности системы охлаждения и системы регулирования осевых сил, что обеспечит повышение удельной тяги, экономичности, надежности и ресурса ТРДДф. При этом использована воздушная система, разработанная соискателем с применением новой методики проектирования.

Полный объем диссертации составляет 145 страниц и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и списка литературы, включает 46 иллюстраций, 13 таблиц.

Во введении аргументирована актуальность темы исследования, сформулированы цель работы и задачи, которые необходимо решить для ее реализации. Определены научная новизна, практическая значимость и основные положения, выносимые на защиту.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«31» 05 2023

В первой главе проведен анализ современных воздушных систем ТРДДф. В ходе анализа определены их достоинства и недостатки.

Во второй главе описана актуальная методика испытаний с препарированием двигателя. Изложен процесс испытаний опытного образца ГТД АЛ-41Ф-1С, результаты которых позволили провести анализ работоспособности и эффективности его охлаждаемой турбины. Обработаны результаты эксперимента и произведена верификация гидравлического расчета. Расхождения расчетных параметров с результатами эксперимента составило 1...6%. Полученная погрешность позволяет сделать вывод о применимости разработанной расчетной модели для исследования газодинамической эффективности воздушной системы ГТД с последующей оценкой осевых сил, действующих на подшипники РВД и РНД.

В третьей главе диссертации представлена методика и результаты гидравлического расчета воздушных систем современных ТРДДф, разработанная автором. Проведен сравнительный анализ эффективности отечественных и иностранных конструктивных решений в воздушной системе. Для исследования и дальнейшего совершенствования выбран российский ТРДДф АЛ-41Ф-1С и один из серийных иностранных двигателей Eurojet EJ 200. Выявленные в ходе сравнительного анализа достоинства и недостатки рассмотренных конструкций позволили научно обоснованно разработать методику проектирования воздушных систем и их конструкцию.

Разработанная И.М. Малиновским методика проектирования воздушных систем для перспективных ТРДДф учитывает эффективность системы охлаждения и системы регулирования осевых сил. С помощью новой методики проектирования соискателю удалось разработать воздушную систему для перспективных ТРДДф. Использование данной конструкции воздушной системы позволяет увеличить ресурс лопатки, упростить ее конструкцию, повысить полный КПД двигателя, его удельную тягу и экономичность.

Четвертая глава посвящена описанию методики для расчетной оценки осевых сил, действующих на подшипники РВД и РНД. По этой методике

выполнена расчетная оценка величины осевой силы на 4-х режимах эксплуатации в конструкциях, исследованных в данной работе.

Из результатов расчета следует, что воздушная система модернизированной соискателем конструкции обеспечивает минимальную величину осевой силы, действующей на радиально-упорный подшипник РВД.

Результаты сравнительных расчетов осевых сил, действующих на радиально-упорный подшипник РВД в ТРДДф с конструкцией воздушной системы АЛ-41Ф-1С, Е1 200 и с модернизированной конструкцией воздушной системы, убедительно показали преимущество предложенной соискателем конструкции.

В заключении диссертации приведены основные результаты, полученные соискателем. Приведенные в разделах диссертации результаты полностью соответствуют научным положениям, выносимым на защиту.

Практическая ценность результатов работы заключается в исследовании воздушных систем, систем охлаждения турбин и систем регулирования осевых сил современных ТРДДф, в определении их достоинств и недостатков. Соискателем разработана новая конструктивная схема воздушной системы газогенератора для перспективных ТРДДф. Ее применение позволит повысить эффективность рабочих процессов в ТРДДф новых поколений.

Степень достоверности результатов проведенных исследований:

Обоснованность и достоверность научных выводов и результатов проделанной работы подтверждается верификацией гидравлического расчета системы подвода охлаждающего воздуха по результатам стендового испытания с препарированием двигателя по давлениям и температурам на различных режимах работы отечественного ТРДДф АЛ-41Ф-1С, разработанного в ОКБ им. А. Люльки – филиал ПАО «ОДК-УМПО».

Научная новизна проведенных исследований:

1. Разработана новая система подвода охлаждающего воздуха к РЛ ТВД, в которой воздух высокого давления подводится к передней полости охлаждения, а воздух низкого давления - к задней полости охлаждения. Его подвод осуществляется непосредственно под замки рабочих лопаток, передняя полость РЛ ТВД наддувается непрерывно на всех режимах работы двигателя;
2. Разработана новая конструктивная схема полостей охлаждения РЛ ТВД, состоящая из передней и задней полостей, которые разделяются дефлекторами на части, прилегающие к входной кромке, корытцу, спинке и выходной кромке;
3. Спроектирована новая система управления охлаждением, отсекающая на режимах минимального охлаждения подачу воздуха в заднюю полость охлаждения СА ТВД, в заднюю полость охлаждения РЛ ТВД, в полости охлаждения СА ТНД и РЛ ТНД;
4. Разработана методика проектирования воздушных систем, учитывающая эффективность системы охлаждения турбины и системы регулирования осевых сил.

По диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. Из материалов диссертации не понятно, имеются ли в разработанной соискателем методике проектирования воздушных систем соответствующие числа подобия и симплексы, позволяющие обеспечить этой методике универсальность применения.
2. В диссертации не рассматривается схема аппарата закрутки с парциальным подводом охлаждающего воздуха к рабочим лопаткам, позволяющая путем генерации пульсаций дополнительно повысить эффективность воздушного охлаждения рабочих лопаток турбины.
3. В диссертации для обозначения температуры часть информации представлена в градусах Цельсия (например, в таблице 1 на стр. 26; в табл.5 на стр.90; в информации на стр. 33, 88; на рис.3.22, стр.96.). В то же время, в формулах на стр.45, 54, на графике рис.3.27 (стр.102) и др.

использованы Кельвины. В связи с этим важно иметь в виду, что в ряде случаев, например, при расчете температурного фактора, представляющего собой отношение температуры торможения охлаждающего воздуха к температуре торможения газа, получаются разные численные значения в зависимости от того, в какой системе единиц он определен. Отметим, что в научных публикациях и учебниках, посвященных рабочим процессам в газотурбинных двигателях и установках используются Кельвины.

4. Цель работы можно было сформулировать более лаконично перемещением излишне конкретных вопросов в раздел «Задачи исследования».

5. Замечания по оформлению диссертации:

-в списке «Сокращений и условных обозначений» (стр.130 ,131) содержатся только сокращения, а условные обозначения не приводятся;

-закключение соискателя о том, что решения, полученные в ходе этой работы, подходят для применения в газогенераторах гражданских ГТД, турбореактивных трехконтурных двигателей и стационарных ГТУ (стр.129), необходимо разместить в разделе «Практическая значимость», что сделает этот раздел, где рассмотрены только ТРДДф, более полноценным.

Указанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы. Формулировка основных результатов и выводов логически следует из содержания диссертационной работы. Диссертация написана технически грамотным языком и является законченной научно-технической квалификационной работой. Личный вклад автора обоснован и подтвержден. Содержание автореферата полностью отражает основные положения, изложенные в диссертации. Основное содержание и результаты диссертационной работы представлены в семи публикациях, три из которых содержатся в изданиях, входящих в перечень Scopus, две из которых – в

изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ.

Заключение.

Считаю, что диссертационная работа «Исследование и совершенствование воздушных систем газогенераторов турбореактивных двухконтурных двигателей с форсажной камерой сгорания» соответствует всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор – Малиновский Иван Михайлович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов (технические науки).

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор кафедры «Теплотехники и энергетического машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ».

 Щукин Андрей Викторович

Адрес: 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, д.10

Рабочий телефон: +7-843-238-55-50

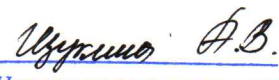
Электронная почта: a.v.shchukin@rambler.ru

*Сопровождаю
оценка
08.06.2023*

Малиновский

*И. М.
*

Отзыв составлен « 22 » мая 2023 г.

Подпись  А.В.
заверяю. Начальник управления
делопроизводства и контроля



