

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, старшего научного сотрудника ЛЕЩЕНКО Игоря Алексеевича на диссертационную работу РЯБОВА Павла Александровича «Методика многодисциплинарной оценки эффективности применения маршевых гибридных газотурбинных двигателей магистрального самолета», представленную в диссертационный совет Д 212.125.08 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

Актуальность темы исследования

Конкуренция между ведущими производителями авиационной техники приводит к существенному ужесточению требований к силовым установкам перспективных магистральных самолетов в части, касающейся их топливной экономичности и вредного воздействия на экологию. На текущий момент времени потенциал совершенствования силовых установок с газотурбинными двигателями, основанный на традиционном повышении параметров термодинамического цикла и КПД узлов, практически исчерпан. Одним из многообещающих направлений является разработка гибридных двигателей, у которых движитель приводится во вращение от различных источников мощности – газовой турбины и электромотора, работающего от бортовой энергоустановки или аккумулятора. Такие двигатели должны существенно снизить эксплуатационные расходы на авиаперевозки, а также создать базу для перехода к полностью электрическим силовым установкам в будущем.

Для того, чтобы отечественная авиационная промышленность успела занять свою нишу в создании магистральных и региональных самолетов с гибридными и полностью электрическими силовыми установками, необходимо своевременно разворачивать собственные целевые комплексные программы для формирования научного задела в этом направлении. Помимо фундаментальных исследований в области производства, хранения, преобразования и передачи электроэнергии на борту самолета, необходима

комплексная оценка эффективности работы силовой установки в составе летательного аппарата. Классическая теория воздушно-реактивных двигателей не дает готовые ответы на вопросы, связанные с распределением долей мощности для привода движителя между газовой турбиной и электромотором. Эффективное решение задачи формирования конкурентоспособного технического облика самолета с гибридной силовой установкой возможно только с применением многодисциплинарного подхода, с принятием во внимание вопросов массовой и объемной компоновки, стоимости, экологических показателей, готовности наземной инфраструктуры и т.д. Поэтому теоретические работы, направленные на исследование гибридных двигателей для самолетов приобретают особую актуальность.

Научная новизна полученных результатов исследований

Представленные в диссертации Рябова П.А. методические разработки и полученные результаты исследований, несомненно, обладают признаками научной новизны и практической ценности. Личный вклад автора и научная новизна работы определяются:

- разработкой методики и комплекса математических моделей для многодисциплинарной оценки эффективности маршевых гибридных газотурбинных двигателей в составе силовой установки магистрального самолета по самолетным критериям;
- результатами выполненной комплексной оценки эффективности силовых установок на базе трех альтернативных гибридных ГТД с разными видами топлива;
- результатами комплексной сравнительной оценки эффективности применения однопливной и двухтопливной маршевой гибридной силовой установки по летно-техническим, акустическим и эмиссионным характеристикам самолета;
- положительными результатами оценки эффективности запатентованной автором схемы гибридного ГТД.

Достоверность и обоснованность полученных результатов

Научная обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждена применением проверенных временем подходов к математическому моделированию термодинамических параметров и характеристик ГТД, использованием в качестве основы положений электротехники, электрофизики, аэродинамики и динамики полета летательных

аппаратов, а также сравнением результатов расчетов с данными от разработчиков и результатами других авторов.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Практическая значимость диссертационной работы определяется тем, что методика и комплекс математических моделей позволяют оперативно оценивать эффективность разных схем гибридных ГТД, работающих на различных видах топлива; прогнозировать характеристики самолета и формировать требования к элементам и узлам гибридных ГТД с учетом уровней готовности технологий и динамики ужесточения экологических стандартов; применять комплекс математических моделей для автоматизированной оптимизации по критериям эффективности самолета. Подтверждением этому является широкое использование разработанных методов и результатов работы в ходе выполнения Государственных контрактов по ряду тематических научно-исследовательских работ, выполненных ФГУП «ЦИАМ им. П.И.Баранова».

Структура и содержание работы

Содержание диссертации и автореферата выполнено методически правильно и сбалансировано. Весь материал посвящен теме работы, достижению поставленной цели и решению поставленных задач диссертации. Диссертация и автореферат написаны профессионально грамотно и аккуратно оформлены. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и содержит 139 страниц основного машинописного текста, 34 таблицы, 52 рисунка. Список литературы включает 111 наименований.

Во введении автор показывает актуальность работы, раскрывает научную новизну и практическую значимость. В качестве цели работы диссертант формулирует разработку методики и комплекса математических моделей для междисциплинарной оценки эффективности применения маршевых гибридных ГТД магистральных самолетов, позволяющих оперативно оценивать и прогнозировать уровень технического совершенства новых электрических и гибридных систем.

В первой главе диссертации проведен подробный и обстоятельный анализ отечественных и зарубежных публикаций по гибридным силовым установкам перспективных магистральных самолетов. На основании

проведенного анализа диссертант обоснованно делает вывод о необходимости разработки комплексной многодисциплинарной методики оценки эффективности гибридных двигателей для самолетов. Обосновывается актуальность проблемы и формируются цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации представлена собственно методика многодисциплинарной оценки эффективности применения гибридной силовой установки в составе самолета, а также приведено описание разработанной математической модели определения характеристик гибридной силовой установки и отдельных ее составляющих – газотурбинной части, электромотора, энергоустановки на основе твердооксидного топливного элемента, массогабаритных характеристик топливных баков, дальности полета и взлетно-посадочных характеристик самолета, эмиссии и шума, экономических показателей. Показана модульная структура комплексной математической модели, открытая с точки зрения совершенствования отдельных модулей и добавления новых. Проводится анализ разных сценариев взлета самолета при отказах двигателей и обосновывается необходимость контроля значений критической скорости разбега при оценке взлетно-посадочных характеристик.

В третьей главе формируется облик гибридного ГТД на базе ТРДД при использовании керосина и альтернативных газовых топлив. Выбраны рациональные схемы гибридных ГТД, сформирован перечень исходных данных для проведения параметрических исследований топливной экономичности двигателей. Представлены результаты предварительных исследований по определению рационального соотношения между электрической и газотурбинной мощностью привода движителя. Сделан выбор схем гибридных ГТД для дальнейших исследований.

В четвертой главе приведены результаты исследования эффективности магистрального самолета с гибридной силовой установкой при использовании керосина и газовых топлив. На основании комплексной многодисциплинарной оценки эффективности работы силовой установки определены рациональные параметры перспективного магистрального самолета с гибридным ГТД. Приведены примеры сформированных законов управления силовой установкой по траектории полета, а также представлены потенциально возможные

сценарии создания магистрального самолета с альтернативными видами топлив и силовых установок на базе гибридных ГТД.

В заключении приведены основные выводы по результатам диссертационной работы.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 17 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ, получен 1 патент на изобретение и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Апробация результатов

Содержание диссертация докладывалось на 13 международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Соответствие автореферата и диссертации

Содержание автореферата правильно отражает содержание диссертации.

Тема и содержание диссертации соответствуют специальности 05.07.05 – тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Замечания по работе

1. Непонятно, почему автор не представил в работе ни одного результата оптимизационного поиска с использованием разработанной комплексной математической модели и доступных численных методов оптимизации.
2. В главе 2, посвященной описанию математической модели, не приводятся сравнения результатов расчета по математической модели ТРДД и ГТТД с результатами расчета других авторов.
3. В главе 2 при описании модели ВПХ не представлен шаг и метод численного интегрирования системы дифференциальных уравнений.
4. В главе 2 при описании модели эмиссии не представлено никакой информации о возможной погрешности используемых эмпирических формул.
5. На некоторых рисунках (2.1.12, 3.2.1 и др.) применен слишком мелкий шрифт для обозначений.

Однако указанные замечания не снижают общей научной и практической ценности работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней

Диссертация Рябова П.А. «Методика многодисциплинарной оценки эффективности применения маршевых гибридных газотурбинных двигателей магистрального самолета» по форме и содержанию, актуальности, полноте поставленных и решенных задач является законченной научно-исследовательской работой. В диссертации изложены научно обоснованные технические решения, внедрение которых повышает эффективность решения задачи создания конкурентоспособного перспективного магистрального самолета с гибридной силовой установкой. Диссертация Рябова П.А. соответствует всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,
начальник бригады термодинамики отдела перспективных
разработок и экспериментальных исследований ПАО «ОДК-Сатурн»

«14» июля 2021 г.



Лещенко Игорь Алексеевич

ПАО «ОДК-Сатурн»

Почтовый адрес: 152903, г. Рыбинск, пр. Ленина, д.163;

Контактный телефон: +7 (499) 951-90-23

Адрес электронной почты: igor.leschenko@uec-saturn.ru

Подпись Лещенко И.А. заверяю:



14.07.2021

Начальник
ОТДЕЛА КАДРОВ
РЫЖАКОВА А.Ю.

С отзывом ознакомлен

24.08.2021 г.

