



Федеральное агентство воздушного транспорта
(РОСАВИАЦИЯ)
Федеральное государственное унитарное предприятие
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ
(ФГУП ГосНИИ ГА)

ул. Михалковская, д.67, корп.1, г. Москва
Российская Федерация, 125438
тел. 8 (495) 450-26-15, 8 (495) 601-46-31,
тел./факс 8 (495) 450-62-06

e-mail: gosniiga@gosniiga.ru, www.gosniiga.ru

26.12.2024 № 000-07-04-14106

На № _____ от _____



УТВЕРЖДАЮ

заместитель генерального директора
ФГУП ГосНИИ ГА

Н.Н. Вашанов

2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного унитарного предприятия
«Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации» на
диссертационную работу Пунт Елены Александровны на тему:

«Метод диагностирования предаварийного теплового состояния
электротехнических устройств воздушного судна на основе цифрового портрета»
по специальности: 2.9.6 – Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники на
соискание учёной степени кандидата технических наук.

Актуальность избранной темы

Безопасность полётов и лётная годность воздушных судов (ВС) зависит от технического состояния авиационного оборудования. Одним из основных показателей технического состояния оборудования (в первую очередь – источников и приёмников электрической энергии) является температурный режим при его функционировании. Тепловое состояние авиационного электрооборудования характеризует совокупность потерь в процессе его функционирования. Увеличение температуры оборудования характеризует ненормальные или аварийные режимы работы, при этом важно её определять в критических (максимально нагретых) областях, в которых невозможно произвести измерения. Поэтому важной и актуальной задачей является диагностирование предаварийного теплового состояния авиационного оборудования с целью предотвращения возникновения аварий. Решение задачи повышения безопасности полётов путём диагностирования предаварийных состояний электротехнических устройств воздушного судна Пунт Елена Александровна в своём диссертационном исследовании предлагает решать на основе разработки цифрового портрета.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА) на кафедре «Электротехники и авиационного электрооборудования».

Целью диссертационной работы является повышение безопасности полётов воздушного судна за счёт предотвращения аварийных режимов в электротехнических устройствах на основе оценки их теплового состояния.

Для достижения цели в рамках диссертационной работы решены задачи:

- разработана математическая модель тепловых режимов литийионного аккумулятора (ЛИА) на основе метода математического прототипирования энергетических процессов;
- разработан модифицированный метод конечных объёмов для получения цифровой динамической модели теплового поля;
- разработана компьютерная модель теплового поля литийионного аккумулятора на основе модифицированного метода конечных объёмов;
- разработан метод диагностирования ЛИА по тепловым цифровым портретам;
- проведены экспериментальные исследования разработанной методики;
- сформированы рекомендации по применению методики диагностирования ЛИА на основе их тепловых цифровых портретов.

Представленная диссертационная работа состоит из основной части, состоящей из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и двух приложений. Общий объем работы составляет 166 страниц (основной - 123), список литературы включает в себя 92 научные работы отечественных и зарубежных авторов. Применяемые в работе методы, порядок их использования описаны достаточно подробно и содержат ссылки на используемые источники.

Во введении диссертации обоснована актуальность выбранной темы диссертационного исследования, обозначены объект, предмет, цель и научная задача. Содержит положения, выносимые на защиту, научную новизну и практическую значимость полученных в работе результатов, оценку степени их достоверности и апробации.

В первой главе диссертации дан анализ причин тепловыделения в электротехнических устройствах в разных режимах работы. Рассмотрены основные методы и средства диагностики электротехнического оборудования, приведены их достоинства и недостатки. Проведённый анализ позволил автору определить объект и предмет исследования, выявить противоречия в науке и практике и на основе этого сформулировать научную задачу.

Во второй главе диссертации представлен сравнительный анализ основных численных методов расчёта уравнения теплопроводности: выявлены их достоинства и недостатки, благодаря которым в качестве основного метода был выбран метод конечных объёмов. Изложены результаты разработки математической модели литийионного аккумулятора, построенной на основе модифицированного метода конечных объёмов. Разработан алгоритм расчёта распределения температуры внутри устройства на основе решения дифференциальных уравнений, составленных по методу математического прототипирования энергетических процессов.

В третьей главе рассматривается процедура автоматического формирования дифференциальных уравнений для расчёта теплораспределения. Обоснован критерий диагностирования литийионного аккумулятора. Получена аналитическая функция распределения скалярного поля температур внутри аккумулятора, с помощью аппроксимации исходных данных сигмоидными функциями. Приведена структура системы диагностирования и разработан метод диагностирования литийионного аккумулятора по тепловым цифровым портретам.

Четвертая глава диссертации посвящена экспериментальным исследованиям разработанного метода диагностики литийионного аккумулятора, которые полностью подтвердили теоретические положения третьей главы.

Объем и структура диссертации и автореферата соответствуют требованиям ВАК РФ и ГОСТ. Тематика диссертации соответствует паспорту специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники.

Научная новизна

Научная новизна состоит в том, что автором разработаны:

- модифицированный метод конечных объёмов, отличающийся от известного применением метода математического прототипирования энергетических процессов, гарантированной точностью расчётов и сведением уравнений математической физики к уравнениям Коши;
- математическая модель тепловых режимов работы литийионного аккумулятора, отличающаяся применением метода математического прототипирования энергетических процессов и использованием модифицированного метода конечных объёмов, а также получением аналитического выражения для скалярного поля температур;
- новый метод диагностирования предаварийного теплового состояния литийионного аккумулятора на основе цифрового портрета.

Значимость для науки и практики полученных результатов

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в том, что автором разработан метод диагностирования предаварийного теплового состояния

электротехнических устройств, основанный на применении цифрового теплового портрета с использованием цифровых систем распределения электроэнергии.

Практическая значимость полученных результатов определяется возможностью практического внедрения разработанной методики диагностирования для определения предотказных состояний оборудования и тем самым предотвращать аварийные ситуации. Внедрение полученных результатов позволит повысить уровень эксплуатационной надёжности и безопасности полётов. Полученные результаты предназначены для использования инженерно-техническими службами аэропортов и авиакомпаний, разработчиками перспективных систем электрооборудования и электротехнических устройств ВС.

Полученные в рамках диссертационного исследования методы внедрены в рамках учебного процесса кафедры Электротехники и авиационного электрооборудования МГТУ ГА по дисциплинам «Электротехника» и «Основы электроники».

Значимость результатов, полученных автором диссертации, для развития соответствующей отрасли науки

Полученные автором результаты имеют существенное значение для совершенствования методов эксплуатации авиационного оборудования в плане диагностики и прогнозирования отказов, что позволяет заранее предотвратить возникновение аварийных ситуаций.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты и выводы диссертационной работы могут быть использованы при формировании стратегии эксплуатации авиационного оборудования по состоянию, а также для создания комплексных систем диагностирования оборудования с применением цифровых двойников в части термодинамических свойств.

Степень достоверности полученных результатов исследования

Достоверность результатов проведённых исследований подтверждается совпадением результатов эксперимента с расчётными данными, а также применением известных апробированных математических методов, в том числе метода математического прототипирования энергетических процессов, законов термодинамики и технической диагностики.

Апробация результатов исследования

Диссертационная работа прошла достаточную апробацию на всероссийских и международных научных конференциях. Материалы диссертационного исследования опубликованы в: 1 статье в журналах из перечня ВАК при Минобрнауки России, 3-х статьях в журналах Scopus, 2 статьях в сборниках научных трудов. По результатам исследования получены 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Соответствие автореферата диссертации её содержанию

Автореферат содержит основные положения работы и выводы, соответствует основному содержанию диссертации. Оформление автореферата и диссертации соответствует предъявляемым к ним требованиям Минобрнауки России. Материалы, представленные в автореферате, соответствуют содержанию диссертации, и дают полное представление о работе.

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования

Анализ материалов, представленных в автореферате и диссертации, позволяет сделать вывод, что основные положения, выносимые на защиту, получены автором лично.

Замечания по диссертации

1. В работе не сформулирована теоретическая значимость полученных результатов.
2. В выводах по второй главе перечисляются результаты, а вывод отражает лишь незначительную часть проделанной во главе работы.
3. Отсутствует количественный сравнительный анализ разработанного метода диагностирования с уже существующими методами диагностики теплового состояния оборудования.
4. Одним из недостатков численных методов (в том числе и конечных объёмов) является неоднозначность зависимости параметров сходимости от размера и геометрии элементов.
5. В работе используется упрощённый метод деления элементов без учёта контроля сходимости в зависимости от конфигурации элементов; в общем случае, при более сложной топологии в алгоритме необходимо это учитывать.
6. В структуре и объёме диссертации не указаны приложения.

Указанные недостатки не являются принципиальными для общей оценки выполненной диссертационной работы. Приведённые в работе выводы соответствуют содержанию выполненных исследований и адекватно отражают результаты решения поставленной в работе научной задачи.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней»

Диссертация Пунт Елены Александровны является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки метода диагностирования предаварийного теплового состояния электротехнических устройств на основе использования цифрового (теплового) портрета, имеющей существенное значение для поддержания лётной годности воздушных судов

воздушного транспорта России. Приведены научно обоснованные рекомендации по техническому обслуживанию авиационного электрооборудования с применением метода диагностирования предаварийного теплового состояния электротехнических устройств воздушного судна на основе цифрового портрета.

Считать представленную диссертационную работу удовлетворяющей критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а автор, Пунт Елена Александровна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6. – Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники.

Результаты диссертационной работы и отзыв рассмотрены и одобрены на расширенном заседании отделов:

- Научное сопровождение государственного регулирования в области ГА (260) НЦ-26;

- Отдел комплексных исследований, сертификации и поддержания летной годности бортового пилотажно-навигационного и радиоэлектронного оборудования воздушных судов ГА (311) СЦБО Научно-исследовательского центра гражданской авиационной техники (НЦ-31);

- Секретариат Учёного совета ГосНИИ ГА (801) федерального государственного унитарного предприятия Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации.

Присутствовало на заседании 14 чел.

Результаты голосования:

«За» - 13 чел., «Против» - 0 чел., «Воздержалось» - 1 чел. (протокол от 23.12.2024 г. № 04/2024).

Заместитель директора Научно-исследовательского центра гражданской авиационной техники (НЦ-31)

канд. техн. наук

«24» 12 2024

Лунев Евгений Маркович

Учёный секретарь

д-р техн. наук, доцент

«24» 12 2024

Шестаков Иван Николаевич

Федеральное государственное унитарное предприятие Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (ФГУП ГосНИИ ГА)

Адрес: 12543 8, Российская Федерация, г. Москва, ул. Михалковская, д. 67, корп. 1

Телефон: +7- (495) 450-26-15; факс: +7 (495) 450-62-06; e-mail: gosniiga@gosniiga.ru