Минобрнауки России
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
университет «МЭИ»
111250, Россия, Москва,
Красноказарменная ул., 14,
Тел.: (495) 362-75-60, факс: (495) 362-89-38
E-mail: universe@mpei.ac.ru
http://www.mpei.ru

Утверждаю:

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
по научной работе
доктор технических наук, профессор
Драгунов В.К.

М.п.

«12» марта 2020 года

№ _____

«_____» _____ 20___ г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Вавилова Вячеслава Евгеньевича «Методология создания систем генерирования электроэнергии летательных аппаратов с магнитоэлектрическими преобразователями энергии», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

На отзыв представлены:

- Диссертация «Методология создания систем генерирования электроэнергии летательных аппаратов с магнитоэлектрическими преобразователями энергии», содержащая введение, семь глав, заключение, список использованной литературы из 339 наименований и 20 приложений, общим объемом 392 страницы.
- Автореферат диссертации.

УГАТУ
Вх. № 320-13
от 12.03.2020

Актуальность темы исследования. Повышение требований к экологичности и минимизации шума современных и перспективных летательных аппаратов (ЛА) является одной из основных задач, которые ставятся Европейской и Американской комиссиями, Минпромторгом РФ и др. Именно эти задачи являются определяющими развитие ЛА. Авиационные выбросы CO_2 в атмосферу должны сократится на 75%, NOx на 90% к 2050 году по отношению к 2000 г. Стандарт ИКАО (март 2016 г.) требует снижение эмиссии CO_2 на 650 млн. тонн между 2020 и 2040 гг. Достижение данных показателей за счет оптимизации конструктивных решений в традиционных элементах ЛА, при сохранении общей концептуальной схемы возможно, но не приводит к желаемым масштабным результатам и требует значительных материальных затрат.

Поэтому эффективным решением проблем шума и экологичности ЛА является частичная или полная электрификация ЛА, для которой необходимо разрешить масштабную научную проблему в области создания высокомощных систем генерирования (СГЭ). Именно на решение данной научной проблемы направлена диссертационная работа Вавилова В. Е.

Оценка структуры и содержания работы: содержание и структура диссертации находятся в логическом единстве и соответствуют поставленной цели исследования, критерию внутреннего единства. Диссертация написана ясно, использованная терминология и стиль соответствуют общепринятым нормам.

Новизна полученных результатов. В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

- методология создания СГЭ ЛА, отличающаяся от известных тем, что учитывает взаимозависимости тепловых, электромагнитных полей агрегатов СГЭ ЛА,
- обобщенная структурная модель СГЭ ЛА на основе электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ) с высококоэрцитивными постоянными магнитами (ВПМ) с учетом тенденций развития современных ЛА;
- новый метод обеспечения защиты ЭМПЭ с ВПМ от витковых коротких замыканий, отличающийся тем, что учитывается гальваническая, термическая и электромагнитная связь катушек ЭМПЭ с ВПМ и позволяет сохранять работоспособность ЭМПЭ с ВПМ при витковых коротких замыканиях и изолировать одну из фаз или катушек ЭМПЭ с ВПМ;
- новый метод гибридной стабилизации напряжения ЭМПЭ с ВПМ;
- метод компьютерного моделирования коротких замыканий ЭМПЭ с ВПМ в программном комплексе Ansys Maxwell.

Степень достоверности результатов исследования. Достоверность полученных результатов обусловлена использованием строгих математических методов, компьютерным моделированием, подтверждаемых результатами экспериментальных исследований. Достоверность подтверждена практикой использования предлагаемых решений при расчете и конструировании, создании, выполнении специальных испытаний и

внедрении разработанных электромеханических преобразователей энергии на предприятиях АО «УАПО» (Уфа), АО «ОКБ Кристалл» (Москва), АО «УНПП «Молния» (Уфа), ФГУП «ЦИАМ» (Москва), ООО «АльфаГидро» (Санкт-Петербург), ООО «Эрга» (Калуга), АО «УППО» (Уфа), ФГБОУ ВО «УГАТУ» и др. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на международных конференциях, определяющих общемировые тенденции развития отрасли: ICEM 2018 (Греция, 2018), XVII Международная конференция «Электромеханика, электротехнологии, электротехнические материалы и компоненты» (Крым, 2018), SPEDAM (Италия, 2018), IWED, 2018, 2019 (Москва), ICEPDS 2018 (Новочеркасск), IECON, 2016 (Италия), 2017 (Китай), Is the 42, 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IES); World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation, WCIS (Ташкент, 2014), The 38th PIERS (Санкт-Петербург, 2016), XV международная научно-техническая конференция «Перспективы развития электроэнергетики и высоковольтного электротехнического оборудования. Энергоэффективность и энергосбережение» (Москва, 2012) и др.

По теме диссертации опубликовано 205 научных работ, в том числе 5 монографий, 60 работ в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, 58 работ, индексируемых в РИНЦ, 16 работ, индексируемых в БД Web of Science, 60 работ, индексируемых в БД Scopus, в том числе 20 работ в изданиях с рейтингом Q1, 2 учебных пособия, 30 работ опубликовано автором единолично, без соавторов. По результатам диссертационной работы получено 30 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ, 30 патентов РФ на изобретение, 11 патентов РФ на полезную модель, в том числе 5 патентов и 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ получено автором единолично, без соавторов.

Опубликованные работы полностью отражают основное содержание диссертационной работы.

Соответствие специальности. Диссертация соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», поскольку результаты представляют собой законченные научные и технические исследования и разработки в области электротехнических комплексов. В рамках работы решена научная проблема развития теории СГЭ ЛА на основе ЭМПЭ с ВПМ, создание методологии комплексного анализа магнитных, тепловых процессов с учетом требований механической прочности и динамики ротора на основе совместных решений уравнений Максвелла и Фурье.

Диссертация соответствует следующим пунктам специальности 05.09.03:

п. 1. «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем».

п. 3. «Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления».

Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором диссертации. Практическая значимость работы подтверждается актами внедрения результатов на предприятиях и в научных организациях: АО «УАПО» (Уфа), АО «ОКБ Кристалл» (Москва), АО «УНПП «Молния» (Уфа), ФГУП «ЦИАМ» (Москва), ООО «АльфаГидро» (Санкт-Петербург), ООО «Эрга» (Калуга), АО «УППО» (Уфа), а также одним актом внедрения в учебный процесс ФГБОУ ВО «УГАТУ» и др.

Теоретическая значимость заключается в том, что

1. Разработанные в диссертации алгоритмы и методология позволяют выполнять многодисциплинарное проектирование и создания СГЭ ЛА.

2. Разработанная технология изготовления магнитопроводов статора из аморфного железа позволила создать высокооборотную электрическую машину мощностью 120 кВт с частотой вращения ротора 60 000 об/мин, удельной массой 0,23 кг/кВт и воздушным охлаждением.

3. Разработаны и рекомендованы к внедрению в промышленность оригинальные конструктивные схемы устройств ЭМПЭ с ВПМ. Данные ЭМПЭ с ВПМ позволили значительно повысить КПД и уменьшить массу СГЭ, топливной системы ЛА, при увеличении их ресурса и надежности.

Также теоретической значимостью является то, что в диссертации сформирована методология создания систем генерирования электроэнергии летательных аппаратов с магнитоэлектрическими преобразователями энергии, которая представляет собой набор методик, обобщенных матриц и обобщенных математических моделей, разработанных в главах диссертации. Предложенная методология приведена в виде структурной схемы, учитывающей все взаимосвязи процесса проектирования СГЭ ЛА, что позволяет минимизировать временные и материальные затраты. Цель работы достигнута, а поставленная научная проблема решена.

Вместе с тем к диссертации имеются следующие замечания:

1. В диссертации приведены исследования влияния технологии изготовления магнитопровода на потери в нем. Но при этом не указанно, какая технология изготовления магнитопроводов использовалась в созданных автором образцах.

2. Не приведены исходные данные, которые использовались при тепловых и электромагнитных расчётах.

3. При анализе магнитного поля ЭМПЭ с ВПМ вводится допущение о том, что обмотка представлена в виде тонкого медного слоя. Представлялось бы целесообразным оценить погрешность, вносимую этим допущением, так как использование коэффициента Картера в данном случае явно недостаточно.

4. В диссертационной работе описан метод защиты от витковых коротких замыканий, при этом исследования данного метода выполнялись только компьютерным моделированием и экспериментальными исследованиями. Аналитическая теория для данного метода не разработана,

что усложняет его масштабирование на другие габаритные размеры электрических машин.

5. В диссертации и автореферате встречаются неточности и погрешности. Многие рисунки плохо читаемы, выражение на стр. 244 и 224 одинаковые, в таблице 5.3 даны обозначения единиц измерения на английском языке и т. д.

6. В диссертации недостаточно подробно описаны результаты проведённых экспериментальных исследований рассматриваемых электрических машин.

Указанные недостатки не снижают научной ценности представленной диссертации в целом.

Диссертационная работа Вавилова Вячеслава Евгеньевича является законченной научно-квалификационной работой, которая по содержанию, объекту и направлению исследований, полученным новым научно обоснованным результатам соответствует паспорту научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Работа выполнена лично, на актуальную тему, имеет научную новизну, теоретическую и практическую значимость, содержит решение крупной научной проблемы и удовлетворяет требованиям ВАК РФ, п.9 («Положение о присуждении ученых степеней») к докторским диссертациям, а ее автор Вавилов Вячеслав Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры Электротехнических комплексов автономных объектов и электрического транспорта 05.03.2020, протокол № 04/20.

Отзыв составлен:
к. т. н., старший научный сотрудник
Румянцев Михаил Юрьевич,
заведующий кафедрой
Электротехнических комплексов автономных объектов
и электрического транспорта
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

05.03.2020

Кандидатская диссертация защищена
по специальностям 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы и 05.09.12 – Силовая электроника

Адрес организации: 111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная улица, дом 14
Рабочий телефон: (495)362-71-00 E-mail: RumyantsevMY@mpei.ru