

Акционерное общество "Электропривод"

Почтовый адрес 610006, Россия, г. Киров, Октябрьский проспект, д.24
Контактные телефоны (8332) 23-13-83
Факс (8332) 23-25-10
E-mail mail@epv.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Вавилова Вячеслава Евгеньевича
на тему «Методология создания систем генерирования электроэнергии
летательных аппаратов с магнитоэлектрическими преобразователями энергии»
по специальности

05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»
на соискание ученой степени доктора технических наук

Актуальность темы диссертационной работы посвящена системам генерирования электроэнергии (СГЭ) летательных аппаратов (ЛА) на основе электрических машин с магнитоэлектрическим возбуждением. В условиях экономических санкций, и отсутствия равноправного политического диалога применительно к РФ со стороны ведущих западных стран мира и Северной Америки актуальным становится вопрос выживания и конкурентоспособности отечественного авиастроения и в частности бортового оборудования ЛА. Для успешного выхода на зарубежные рынки сбыта и привлечения покупателей важным становятся показатели качества и надежности ЛА, от параметров которых зависит качество полёта и как следствие статистика авиакатастроф. В любом ЛА одной из главных систем является СГЭ, которая должна обладать такими свойствами как минимизация массы и габаритов, увеличение КПД и повышение надежности. При этом не надо забывать, что при создании таких систем необходимо минимизировать временные и материальные затраты.

Для реализации всех требований к перспективным СГЭ ЛА очевидно, что необходимо создавать электромеханические преобразователи энергии (ЭМПЭ) нового поколения. Создание высокомощных ЭМПЭ с высококоэрцитивными постоянными магнитами (ВПМ) и СГЭ на их основе при минимальных временных и материальных затратах невозможно осуществить без разработки методологии проектирования и решения задач синтеза и многокритериальной оптимизации геометрических размеров, свойств материалов и энергетических характеристик ЭМПЭ с ВПМ, в том числе и высокооборотных, а также синтеза систем СГЭ, создания новых, научно обоснованных конструктивных схем ЭМПЭ с ВПМ и других элементов СГЭ, концепций построения СГЭ ЛА на их основе, без создания

методов учета взаимовлияний процессов как в самой СГЭ, так и в его элементах, в том числе взаимовлияний магнитных, тепловых и механических процессов, протекающих в ЭМПЭ с ВПМ.

Основные результаты работы, определяющие её научную новизну, следующие:

1. Предложена методология создания СГЭ ЛА, которая учитывает взаимозависимости тепловых, электромагнитных полей агрегатов СГЭ ЛА, возможность совместной комплексной оптимизации характеристик агрегатов СГЭ ЛА и позволяет выполнять процесс многодисциплинарного проектирования СГЭ ЛА на основе ЭМПЭ с ВПМ при минимальных временных и материальных затратах.

2. Разработана обобщенная структурная модель СГЭ ЛА на основе ЭМПЭ с ВПМ с учетом тенденций развития современных ЛА, отличающаяся учетом возможности параллельной реализации нескольких СГЭ ЛА и прямой интеграции ЭМПЭ с ВПМ в силовую установку ЛА, а также многофазности и дублируемость элементов в отказоустойчивых ЭМПЭ с ВПМ СГЭ ЛА и позволяет выполнять исследования СГЭ ЛА при условии многовариантности их построения.

Предложены частные структурные модели для основных и аварийных СГЭ ЛА.

3. Предложен 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 катушки ЭМПЭ с ВПМ.

Доказана возможность обеспечения защиты ЭМПЭ с ВПМ (без дополнительных обмоток на роторе) от витковых коротких замыканий во всех режимах работы.

4. Предложен новый метод гибридной стабилизации напряжения ЭМПЭ с ВПМ, который отличается от известных тем, что позволяет обеспечивать стабилизацию напряжения ЭМПЭ с ВПМ благодаря совокупности теоретических и технических решений в части магнитной системы ротора и магнитопровода статора и при этом не ухудшает массогабаритные показатели ЭМПЭ с ВПМ в отличие от известных параметрических способов стабилизации напряжения.

5. Разработан метод компьютерного моделирования коротких замыканий ЭМПЭ с ВПМ в программном комплексе Ansys Maxwell, который учитывает механические процессы, взаимовлияние геометрических размеров ЭМПЭ с ВПМ и параметров обмотки и позволяет проводить исследования как отдельных типов коротких замыканий, так и их различных комбинаций.

Таким образом, научная новизна работы заключается в развитии теории, и создании методологии комплексного анализа и разработки СГЭ ЛА нового поколения с магнитоэлектрическими преобразователями энергии. Внедрение которых обеспечит масштабное развитие всех отраслей промышленности, повышение обороноспособности и развитие экономики РФ за счет создания новых инновационных продуктов с широким экспортным потенциалом.

Практическая значимость работы состоит в том, что

- разработаны высокооборотные электрические машины, их система управления, трансформаторно-выпрямительное устройство. Результаты подтверждаются актами внедрения результатов на предприятиях и в научных организациях;

- Исследованы методы стабилизации напряжения ЭМПЭ с ВПМ. Разработаны алгоритмы и методология многодисциплинарного проектирования и создания СГЭ ЛА;

- Разработана технология изготовления магнитопроводов статора из аморфного железа. Разработаны и рекомендованы к внедрению в промышленность оригинальные конструктивные схемы устройств ЭМПЭ с ВПМ;

- По созданной математической модели разработаны новые способы управления положением ротора в бесконтактных подшипниковых опорах и диагностики технического состояния.

- Разработаны экспериментальные стенды и методики экспериментальных исследований, которые могут использоваться для определения характеристик и параметров ЭМПЭ с ВПМ при приемочных и типовых испытаниях.

Следует отметить, что работа выполнена в соответствии с тематикой государственного заказа - Минобороны России, Российского научного фонда, Российского фонда фундаментальных исследований, Минпромторга России, Государственного контракта в рамках государственной программы РФ «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы», а также в рамках научно-исследовательских работ с многими предприятиями РФ.

Достоверность и обоснованность разработанных автором, энергоэффективных и отказоустойчивых СГЭ на основе ЭМПЭ с ВПМ в современных и перспективных ЛА при минимальных затратах времени и средств подтверждается использованием строгих математических методов, результатами моделирования, натурными испытаниями и эксплуатацией на объектах заказчика.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

- нет ясности, каким образом оценивались показатели надежности и проводилась ли такая оценка в Главе 2 при многокритериальной совместной оптимизации характеристик и геометрических размеров агрегатов, входящих в СГЭ ЛА?

- в Главе 2 указано, что одним из шагов методологии является процесс многодисциплинарного проектирования статического преобразователя, трансформатора и ТВУ. В целом в канал СГЭ входит и комплект кабелей, который при обеспечении требований к ЭМС может составлять значительную массу, особенно при значительных протяженностях между составляющими СГЭ. Также на увеличение массы комплекта кабелей дополнительно могут оказывать влияние требований к специальным воздействиям, например, стойкость к ЭМИ, если речь идет об объектах военного назначения. В связи со сказанным, оптимизация массы комплекта кабелей канала СГЭ является также актуальной задачей;
- на странице 22 в Главе 2 указано "Также оценивается электромагнитная совместимость внутри канала." Каким образом оценивается эмиссия помех по полю и по линиям связи? Как учитываются при оценке ЭМС параметры проводов с учетом эффекта экранирования, скрутки и реального местоположения в канале?
- в Главе 5 автор отражает результаты исследования и разработки способов защиты ЭМПЭ с ВПМ от витковых коротких замыканий. В частности, приводит новый метод защиты ЭМПЭ с ВПМ (патент РФ 2691735) от витковых коротких замыканий. Данные материалы вызывают интерес в части распространения указанного метода на другие моточные изделия канала СГЭ, в частности на ТВУ. Короткое замыкание в ТВУ также имеет значительные последствия и отражается на работоспособности СГЭ и снижает окоустойчивость СГЭ в целом;
- в Главе 7 указано что "Испытания СГЭ проводились в нормальных климатических условиях." Отсутствует оценка на элементы СГЭ полного спектра внешних действующих факторов, которые могут нарушить работоспособность разработанных образцов СГЭ, а также значительно повлиять на массу канала СГЭ для обеспечения требований к ВВФ;
- имеются орфографические ошибки;
- на графических изображениях указанные сокращения по ходу текста не расшифрованы полностью (например, рисунок 2 аббревиатура КГЭ).

Заключение

Отмеченные замечания не снижают научной значимости работы Вавилова В.Е. Автореферат диссертации четко представляет поставленные задачи и методы их решения, дает возможность вынести заключение об актуальности темы, характере научных результатов и их достоверности. Содержание диссертации достаточно полно отражено в публикациях автора.

В целом считаем, что диссертационная работа Вавилова Вячеслава Евгеньевича является законченным исследованием. По объему и научному уровню полученных результатов диссертационная работа соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО

«УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», а ее автор, Вавилов Вячеслав Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»..

Кандидат технических наук,

Генеральный директор –

Главный конструктор АО "Электропривод"



Власов Андрей Иванович

Кандидат технических наук,

Ведущий конструктор –

руководитель проекта (отдел 04) АО "Электропривод"

Дата

01 СЕН 2021

— 2 — Опалев Юрий Геннадьевич

Кандидат технических наук,

Инженер конструктор 1 категории

конструкторского бюро расчетного

конструкторского отдела (отдел 03) АО "Электропривод"

Дата

01 сентября
2021 г.

— 3 — Панихин Михаил Викторович

Подписи заверяю

Начальник отдела – референт

(отдел 39) АО "Электропривод"



— 4 — Гордиенко Наталья Григорьевна
01.09.2021