



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.

« » сентября 2019 года

№ 1262-1 / 520
« 24 » 09 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию КАЛИЯ Валерия Алексеевича на тему «Система разработки высокооборотных авиационных синхронных генераторов с электромагнитным возбуждением», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты

1 АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация Калия В.А. является законченной научно-квалификационной работой, которая посвящена решению актуальной научной проблеме по разработке и созданию системы проектирования авиационных систем электроснабжения летательных аппаратов в сфере решения государственной задачи создания высокоэффективных источников для систем электроснабжения перспективных воздушных судов, применение которой вносит значительный вклад в развитие отечественного авиационного агрегатостроения.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения списка литературы и изложена на 283 страницах машинописного текста. Список литературы включает 135 наименований, основной текст диссертации содержит 97 рисунков, схем и графиков и 43 таблицы.

2 НАИБОЛЕЕ СУЩЕСТВЕННЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ЛИЧНО АВТОРОМ В ДИССЕРТАЦИИ

В целом главный результат состоит в развитии методологии проектирования авиационных электрических машин с одновременным

развитием прикладных аспектов теории электромеханики

Система разработки генераторов для электроснабжения летательных аппаратов представляет собой совокупность методологий моделирования, расчета, проверки расчетов, анализа и синтеза электромеханических преобразователей, баз данных и баз знаний в виде алгоритмов и программ, аппаратных средств хранения и обработки информации, свода модифицированных производственных иерархических правил и рекомендаций принятия решений с использованием методологий Simulink, Matlab, ANSYS Mechanical APDL сервисов сопровождения программного обеспечения Software Maintenance Service, пакета масштабируемых программных решений для поддержки жизненного цикла изделий Teamcentre, что является новым научным результатом.

В диссертации получены следующие новые научные результаты:

– методология оптимального проектирования высокооборотных синхронных генераторов в виде совокупности упорядоченных методов разработки конструкции на этапе технического проектирования;

– методика определения основных геометрических размеров высокооборотного синхронного генератора, основанная на применении метода неградиентного случайного поиска с обучением;

– расчетная допустимая область главных размеров высокооборотного синхронного генератора с электромагнитным возбуждением с номинальной мощностью 250 кВА и выше;

– методика имитационного моделирования режимов работы синхронного генератора, основанная на совместном решении уравнений электротехники и критериальных функционалов методом динамического программирования;

– методика оптимального проектирования высокооборотного синхронного генератора с электромагнитным возбуждением, основанная на локальном применении параметрических методов поиска экстремумов на этапах проектирования;

Новыми научными результатами диссертационной работы, полученными лично автором:

- На основе системного подхода сформулированы задачи выбора рациональных технических решений трехкаскадных генераторов с электромагнитным возбуждением и исследованы алгоритмы и методы проектирования трехкаскадных генераторов с электромагнитным возбуждением, включая электромагнитные, тепловые, гидравлические и механические расчеты, отличающиеся степенью детализации параметров, геометрии машины, а также временем расчета.

- Получены условия разрешения задачи обеспечения точности поверочных расчетов электрических машин, основанные на совместном использовании аналитических и полевых расчетов.

- Выявлены и оценены закономерности электромагнитных процессов, протекающих в высокооборотных авиационных синхронных генераторах переменного электрического тока.

- На основе системного подхода разработан метод учета функциональных и конструктивных ограничений, накладываемых в процессе проектирования высокооборотных синхронных генераторов на управляемые параметры и на промежуточные величины с помощью штрафных и барьерных функций, формируемых методом многокритериальной оптимизации.

- Разработана аналитическая модель целевого функционала оценки качества высокооборотного синхронного генератора с электромагнитным возбуждением, представляющая собой совокупность рациональных значений технических параметров генератора, полностью описывающих технический облик электрической машины.

- Разработана методология оптимального проектирования высокооборотного синхронного генератора, содержащая два взаимосвязанных процесса – поиск оптимального варианта синхронного генератора на каждом из этапов проектирования и имитационное моделирование режимов работы с помощью разработанной геометрии машины для анализа качества ее работы в составе системы генерирования.

Личный вклад соискателя состоит в следующем: идентифицирована научная проблема, произведена постановка задач исследования, разработана методология проектирования авиационных синхронных генераторов с применением методов оптимизации, развита теория электротехники в области практического применения, разработаны технические и технологические решения авиационных электрических машин, непосредственном участии в выполнении основного объема теоретических и экспериментальных исследований опытных образцов, системном анализе, обобщении полученных результатов и формулировке выводов, создании опытных и экспериментальных образцов, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Автореферат в целом отражает содержание работы, ее структуру и результаты, полученные автором в процессе диссертационного исследования, которые представляют научный и практический интерес для проектных, научных и производственных организаций агрегатостроения авиационного электрооборудования.

3 ДОСТОВЕРНОСТЬ

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы определяется строгим логическим построением содержания исследования, применением положений системного анализа. Теоретические исследования проводились с использованием теории, методов, методик проектирования электрических машин, реализованных в проектах авиационных электрических машин на отечественных и

зарубежных воздушных судах, теорий математического анализа, линейных и нелинейных электрических цепей, методов теории потенциала, явный численный метод решения уравнений теплопроводности, метод сеток, неградиентного поиска, которые согласуются с опубликованными материалами по теме диссертации. Достоверность исследований подтверждается практическими результатами, полученными при оценке качества и надежности функционирования системы генерирования СГ-112-115 воздушного судна Ил-112В; лабораторно-стендовых испытаний генераторов ГСР-90/120 для воздушного судна МС-21 и ГСР-СТ-9В для проекта «Минога».

4 ЗНАЧЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЛЯ ПРАКТИКИ

Практическая значимость работы заключается в методологии проектирования авиационных синхронных электрических машин, реализованной в системе разработки высокооборотных авиационных синхронных генераторов с электромагнитным возбуждением», что позволило создать систему генерирования самолета нового поколения Ил-112В и создать экспериментальные образцы генераторов переменного тока переменной частоты с электромагнитным возбуждением для канала генерирования среднемагистрального пассажирского самолета, отвечающие современным требованиям.

Основные научно-методические и опытно-конструкторские разработки внедрены в АО «Технодинамика», АО «УАПО», ПАО «Ил», ПАО «Корпорация «Иркут», ПАО «Компания «Сухой» и других научно-исследовательских и производственных организациях РФ при разработке:

– опытного образца высокооборотного синхронного генератора с электромагнитным возбуждением ГСР-40НЧ, обладающего высокими массо-энергетическими удельными характеристиками, для самолета нового поколения Ил-112В в условиях серийного производства АО «УАПО»;

– экспериментального образца высокооборотного синхронного генератора ГСР-90/120 с номинальной мощностью 120 кВА для нового самолета МС-21, который по основным характеристикам не уступает синхронным генераторам американской корпорации Hamilton Sunstrand, которые предварительно устанавливаются на этом воздушном судне;

– полные 3D-модели синхронных генераторов различной мощности во исполнение заказа Министерства промышленности и торговли РФ в течение 2015–2016 гг., включая системы электроснабжения самолетов разработки фирмы «Гражданские самолеты Сухого» типа SSJ;

Практическая значимость работы заключается в методике синтеза цифровых алгоритмов импульсного управления исполнительным механизмом привода на основе трёхфазного вентильного двигателя с реализацией методов векторной широтно-импульсной модуляции, отличающийся от известных тем, что позволяет автоматизировать получение

математического описания цифрового устройства управления, а также информации о статических, динамических и энергетических характеристиках исполнительного механизма.

5 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВНЕДРЕНИЮ

Полученные результаты могут быть использованы научными, опытно-конструкторскими и испытательными гражданскими и военными организациями, агрегатно-конструкторскими и научно-производственными компаниями и предприятиями, ведущими институтами страны (ОАО «Аэроэлектромаш», ФГУП ГосНИИ ГА, ФГУП НИИ АО, ЦНИИ ВВС МО РФ, МГТУ ПАО «Сухой», ПАО «Ил», ПАО «Туполев», АО «Вертолеты России», Концерн «АНТЕЙ», АО «Корпорация ВНИИЭМ», АО «Технодимака», ФГБОУ МГТУ им. Н.Э. Баумана, ФГБОУ ВО МАИ(НИУ), ФГБОУ ВО МЭИ(НИУ), ФГБОУ ВО КНИТУ-КАИ и др.)

Основные замечания по представленной диссертационной работе следующие:

- созданная база знаний в виде многокритериальных функционалов не оценена с позиций верификации и валидации программного обеспечения;
- база знаний не имеет возможности проводить оценку рекуперированной электрической энергии, которая является источником ухудшения качества электроэнергии централизованных и специальных систем электроснабжения и обязательно присутствует при управлении методом векторной широтно-импульсной модуляцией\$
- в работе не приведено достаточного объема информации, подтверждающей вывод автора о бесперспективности применения в авиационных системах электроснабжения индукторных генераторов.

ВЫВОДЫ

1. Считать представленную диссертационную работу Каля Валерия Алексеевича «Система разработки высокооборотных авиационных синхронных генераторов с электромагнитным возбуждением» законченной научно-квалификационной работой, выполненной в соответствии с пп 9-14 действующего Положения о порядке присуждения ученых степеней. В диссертации изложено решение научной проблемы по разработке и созданию системы проектирования авиационных систем электроснабжения летательных аппаратов в сфере решения государственной задачи создания высокоэффективных источников для систем электроснабжения перспективных воздушных судов и представлены научно обоснованные технические решения высокооборотных авиационных синхронных генераторов и стартер-генераторов с

электромагнитным возбуждением для современных воздушных судов типа МС-21, SSJ-95В, Ил-112В.

2 Содержание и направление исследований по актуальности, полученным новым научным результатам и практической значимости удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациями, а ее автор, Калий Валерий Алексеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты.

В целом диссертация выполнена на достаточно высоком уровне, отличается строгой логикой построения и явно выраженной практической направленностью на совершенствование методологии проектирования авиационных систем генерирования, позволяющих обеспечить создание электроэнергоэффективных перспективных систем электроснабжения воздушных судов и объектов космической техники.

Анализ публикаций автора в виде статей, материалов научных исследований, патентов и результатов практического применения разработанной автором системы разработки высокооборотных авиационных синхронных генераторов с электромагнитным возбуждением показывает, что в них достаточно освещено существо и основные результаты по избранной теме.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры Электротехнических комплексов автономных объектов и электрического транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ») от 25 сентября 2019 года, протокол № 13/19.

Отзыв составили:

Заведующий кафедрой Электротехнических комплексов автономных объектов и электрического транспорта ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

к.т.н., с.н.с.

 /Румянцев Михаил Юрьевич/

тел. +7 916 109-32-60

e-mail: RumyantsevMY@mpei.ru

Профессор кафедры

к.т.н., доцент



/Сугробов Анатолий Михайлович/

тел. +7 916 877-05-68

e-mail: sam 1939 mail.ru

Красноказарменная улица, д. 14, г. Москва, Российская Федерация, 111250

Тел. +7 (495) 362-56-33, e-mail: universe@mpei.ac.ru, www.mpei.ru