

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Румянцева Михаила Юрьевича на диссертационную работу Тулиновой Екатерины Евгеньевны «МНОГОПОЛЮСНЫЕ СИНХРОННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ДЛЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты»

Актуальность работы

Развитие авиации требуют все больших энергетических затрат, что обуславливает, с одной стороны, поиск новых, перспективных видов топлива и создание на их основе новых видов силовых установок летательных аппаратов (ЛА), и, с другой стороны, совершенствование энергетического комплекса ЛА. При этом среди всех альтернативных топлив (в том числе и газовых) наилучшими энергетическими и хладоресурсными характеристиками в перспективе обладает водородное топливо, а совершенствование энергетического комплекса направлено на создание самолетов «с полностью электрифицированным оборудованием». Для обоих этих направлений, актуальной является разработка сверхпроводниковых электрических машин, высокие удельные весовые показатели которых позволят создать самолеты с мощной энергетикой, способной в перспективе даже обеспечить электрическую тягу ЛА.

В этой связи, разработка синхронных генераторов со сверхпроводниковыми обмотками является актуальной, причём не только для авиации, но и для других отраслей энергетического комплекса.

Использование в качестве обмоточного материала высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) проводов позволит существенно снизить электрические потери энергии, как в обмотке возбуждения, так и обмотке якоря электрических генераторов. При этом, несмотря на то, что работы по применению современных ВТСП проводов в электрических машинах ведутся в ряде стран мира, остаются нерешёнными многие вопросы теоретического и технологического характера, отсут-

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № _____
" 11 " 12 2019 г.

ствуют методики проектных расчётов и недостаточно статистического материала по экспериментальным исследованиям сверхпроводниковых электрических машин.

В этой связи разработка и исследование электрических машин с ВТСП обмотками является актуальной научной и инженерной задачей, направленной на создание систем электрооборудования и электроснабжения автономных объектов, в том числе наземного и морского базирования. Это и определяет актуальность и практическую ценность представленной диссертационной работы Тулиновой Е.Е.

Степень обоснованности научных положений и достоверность полученных результатов исследований

Достоверность полученных результатов диссертации обоснована корректностью принимаемых допущений и ограничений, применением современных методов исследования, в том числе, цифровых, основанных на методах конечных элементов, широким использованием теории электромагнитного поля, аналитическим решением систем математических уравнений.

Теоретические положения, изложенные автором, подкреплены результатами экспериментальных исследований.

Научная новизна:

1. Разработана оригинальная методика расчета многополюсных синхронных машин с возбуждением от постоянных магнитов, основанная на аналитическом расчете двумерных распределений магнитных полей в активной зоне синхронной машины, учитывающая свойства ПМ и электрические параметры ЭМП.
2. Разработана новая методика электромагнитного расчета явнополюсных синхронных машин с ВТСП обмотками возбуждения и якоря, основанная на аналитическом расчете двумерных распределений магнитных полей в активной зоне синхронной машины, учитывающая не только геометрические размеры активной зоны, но и свойства используемых сверхпроводниковых материалов. Полученные аналитические выражения позволят определять соотношения размеров активной зоны ЭМП и при заданных исходных данных обеспечить максимальное значение

мощности.

3. Результаты теоретических расчетов подтверждены моделированием и результатами экспериментальных исследований макетного образца.

Практическая значимость:

1. Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что разработанная методика и подходы к проектированию открывают возможность для анализа и оценки выходных параметров сверхпроводниковых электрических машин, в частности, определить зависимость удельной и объемной мощности машины от параметров ПМ или критических параметров ВТСП.

2. Методики, разработанные в диссертационной работе, позволяют определить основные параметры синхронных электрических машин на основе ПМ или ВТСП материалов. Это дает возможность на этапе предварительных расчетов и проектирования определить соотношения размеров активной зоны машины, при которых будет получена наибольшая удельная мощность. Таким образом, полученные результаты позволяют перейти к проектированию и созданию новых электрических машин с улучшенными массогабаритными показателями для ПЭС/БЭС и в этом заключается практическая значимость диссертационной работы.

Апробация результатов работы

Основные результаты обсуждались и докладывались на конференциях: 14-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2015», 16-20 ноября, МАИ, Москва; XLII Международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения – 2016», 12-15 апреля, Москва; 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017, 16-19 мая 2017, Санкт-Петербург; 17-я Международная конференция «Авиация и космонавтика», 19-23 ноября, МАИ, Москва; Международная (XX Всероссийская) научно-техническая конференция «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии», 29-31 мая 2019, ИГЭУ, Иваново.

Замечания по диссертационной работе

1. Некоторые положения, представленные автором, как выводы по разделам работы, являются общеизвестными и не могут являться результатом диссертационной работы, например, вывод о необходимости учета зависимости удельной мощности синхронной машины от критических параметров сверхпроводника общеизвестен, или вывод о зависимости ЭДС холостого хода и главного индуктивного сопротивления от числа пар полюсов.
2. Автором не рассмотрено влияние насыщения элементов статора на распределение магнитного поля и характеристики электрических машин.
3. Рисунок 3.3 (стр. 66) требует дополнительных пояснений несимметричного распределения тока на ВТСП и магнитомягких сегментах.
4. При анализе характеристик электрических машин численными методами, автор использует только двухмерные методы, чего может быть недостаточно для анализа реальных конструкций сверхпроводниковых электрических машин.
5. Экспериментальные исследования выполнены автором для электрических машин мощностью 10 кВт, в то время, как большинство теоретических положений относится к машинам гораздо большей мощности.

Заключение

Несмотря на указанные замечания, диссертация Тулиновой Екатерины Евгеньевны «Многополюсные синхронные электрические машины для летательных аппаратов» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную автором на высоком научном уровне. Решена научная задача, значимая для реализации перспективных концепций «самолета с полностью электрифицированным оборудованием» и «полностью электрического самолета», изложены новые научно обоснованные методики и технологические решения, выполнены значимые экспериментальные исследования. Полученные автором результаты являются актуальными, новыми, обоснованными и достоверными.


Автореферат изложен чётким научным языком и соответствует по содержанию тексту диссертации. Диссертационная работа полностью отвечает требова-

ниям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. в редакции от 28.08.2017 г.).

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности в области исследований по пункту 2 – «Разработка научных основ создания и совершенствования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов», а её автор, Тулинова Екатерина Евгеньевна, заслуживает присуждения искомой научной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты».

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

к.т.н., с.н.с., заведующий кафедрой электротехнических комплексов автономных объектов и электрического транспорта НИУ «МЭИ»


Румянцев М.Ю.

Подпись Румянцева Михаила Юрьевича удостоверяю

Начальник управления по работе с персоналом
НИУ «МЭИ»



Савин Н.Г.

Адрес: 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д.14

тел.: +7 (495) 362-71-00

e-mail: RumyantsevMY@mpei.ru