

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента

Вавилова Вячеслава Евгеньевича

на диссертационную работу Неустроева Николая Игоревича

«Разработка высокоскоростного вентильного генератора с аксиальным магнитным потоком и диамагнитным якорем на комбинированном магнитном и газодинамическом подвесе для микрогазотурбинных установок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Структура и объем диссертационной работы

Диссертация Неустроева Н.И. имеет типовую общепринятую структуру.

Работа содержит 6 глав, изложена на 152 страницах, из них 121 страница основного текста, содержит 66 иллюстраций, 81 аналитическое выражение, 5 таблиц, заключение, список литературы из 162 наименований, 6 приложений.

Актуальность темы

Диссертация Неустроева Н.И. направлена на разработку и совершенствование автономных источников питания. Это направление в энергетике имеет свою историю, но в настоящее время оно приобретает особую значимость. Автономные источники питания составляют основу энергоснабжения подвижных транспортных средств наземного, морского и воздушного транспорта как для гражданских объектов, так и для объектов специального назначения. Кроме этого следует отметить в последнее время тенденции развития распределенной энергетики, которая конкурирует с централизованным энергоснабжением. Эти обстоятельства указывают на то, что развитию автономных источников питания надо уделять особое внимание. Научные исследования, представленные в диссертации, направлены на создание современных устройств автономного энергоснабжения, поэтому их следует признать важными и актуальными.

В первой главе обосновывается выбор типа генератора и его конструкции на основании существующих прототипов. В качестве основной конструкции выбран вентильный многосекционный генератор с аксиальным зазором и диамагнитным якорем. Основное преимущество данной конструкции – это отсутствие магнитных потерь при высоких частотах перемагничивания. Новым конструктивным решением является применение комбинированного магнитного и аэrodинамического подвеса в конструкции.

Во второй главе реализована методика определения размеров и прочности бандажа для секции якоря из условия допустимых центробежных сил при больших скоростях вращения. Для торцевой конструкции наружный диаметр определяет энергетику всей электрической машины, и соответственно, ее объем.

В третьей главе разработаны аналитические зависимости расчета рабочего потокосцепления обмоток аксиального генератора с диамагнитным якорем. Для получения этих зависимостей был использован метод сложных вложенных функций. Точность аппроксимации была проверена методом конечных элементов.

В четвертой главе представлена разработка методик анализа теплового состояния генератора, нагрева якорной обмотки, учитывающей влияние вращения индуктора на коэффициенты теплоотдачи с поверхности обмотки. Методика была проверена методом конечных элементов в ПО Ansys Fluent. Погрешность предложенной методики анализа теплового состояния генератора составила 5%.

В пятой главе определена конструкция магнитного подшипника, проведены расчеты несущей способности магнитного подшипника в стационарном режиме в программе Ansys Elektronics Desktop. Проведен расчет газодинамического подшипника по традиционной методике.

Шестая глава посвящена разработке конструкции многосекционного генератора, включая магнитные и газодинамические опоры и технологии его сборки. На конструкцию якорной обмотки подана заявка на полезную модель и получено положительное решение патентного ведомства.

Научная новизна диссертации

К научной новизне диссертации следует отнести методики проектирования нетиповой конструкции многосекционного аксиального генератора. В частности, новизну представляют методика расчета механической прочности бандажа индуктора аксиального генератора, аналитические зависимости потокосцепления, методика расчета многосекционного аксиального генератора с диамагнитным якорем, методика теплового расчета секции аксиального генератора с диамагнитным якорем, способ подвеса высокоскоростного ротора газотурбинной установки, методика вентиляционного расчета секции аксиального генератора.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы заключается в том, что на основании проведенных исследований можно спроектировать аксиальный генератор, который не подпадает под известные конструкции электрических машин этого типа. В работе представлено дальнейшее развитие электромеханических преобразователей в части разработки конструкции высокоскоростного многосекционного аксиального генератора на постоянных магнитах с диамагнитным якорем. С инженерной точки зрения представляет интерес конструкция комбинированного магнитного и газодинамического подвеса. Следует отметить поддержку работы двумя грантами российских фондов.

Рекомендации по использованию результатов работы

Работа имеет практическую направленность. Конструкцию генератора целесообразно внедрить на профильных предприятиях электромашиностроения. Особую

значимость результаты исследования имеет с точки зрения импортозамещения зарубежной продукции на российском рынке. Методики расчета генератора, бандажа, теплового и вентиляционного расчета имеет смысл внедрить в учебный процесс для подготовки инженеров-электромехаников.

Достоверность результатов работы

Необходимо отметить усилия соискателя, направленные на подтверждение достоверности полученных результатов. Все разработанные методики и аналитические зависимости проверены более точными апробированными методиками на основе метода конечных элементов. Собираемость и работоспособность разработанной конструкции подтверждена макетированием по технологии 3D принтера и изготавлением макетного образца.

Полнота опубликования и аprobация основных результатов диссертации

Диссертация удовлетворяет требованиям к публикации основных результатов в рецензируемых научных журналах. Список опубликованных работ подтверждает, что все главы диссертации представлены профильным специалистам для анализа и обсуждения. Автором опубликовано 12 научных работ, из них 8 статей в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, в том числе 5 статей, индексируемых в международной базе Scopus, 1 патент РФ на полезную модель

Соответствие паспорту специальности.

Диссертация соответствует следующим пунктам специальности 2.4.2.
Электротехнические комплексы и системы

- п.1. Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты, системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования;

- п.3. Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления;

- п.4. Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов.

Автореферат соответствует требуемому объему, изложен ясным и понятным языком, имеет требуемую структуру и деловой стиль.

Вопросы и замечания по работе

1. В математической модели расчета потокосцепления внутренний и наружный диаметр индуктора предполагаются фиксированными, но при расчете ряда генераторов они могут изменяться в широких пределах. Имеется ли возможность учесть в математической модели расчета потокосцепления изменение этих параметров.
2. Высокоскоростные приводы имеют проблему балансировки вращающихся частей. Требует пояснения балансировка предложенной конструкции многосекционного ротора: надо ли балансировать секции отдельно друг от друга или необходимо балансировать ротор в сборе, в каких опорах производится балансировка (газодинамических или специальных технологических)?
3. В конструкции предполагается использовать внешнюю обойму бандажа индуктора в качестве несущей поверхности газодинамического подшипника, но под действием центробежных сил диаметр бандажа изменяется. Учитывалась ли эта особенность при расчете несущей способности газодинамического подвеса?
4. Для предотвращения осевого смещения ротора в конструкции должен быть предусмотрен аксиальный подшипник. На модели и в чертежах он не показан, в диссертации отсутствует методика его расчета.
5. При работе магнитного подшипника в нем выделяются как электрические, так и магнитные потери, но при расчете энергетических параметров эти потери не учтены? Можно ли не принимать во внимание эти потери в предлагаемом приводе?
6. Предлагаемая конструкция генератора при своей работе подвержена большим вибрационным и динамическим нагрузкам. Из описания сборки генератора не понятно, как решается вопрос фиксации большого количества секций якорной обмотки?
7. Не смотря на комплексный подход к разработке предлагаемой конструкции, многие вопросы остались не решенными. Не понятно, как будет осуществляться нагнетание воздуха для охлаждения, не проработаны режимы и диапазоны работы магнитного и газодинамического подшипника, не представлена система управления комплексом, не понятно, как генератор встраивается в газотурбинную установку.

В целом, проделана большая работа и основные вопросы по методикам проектирования генератора и по основным узлам его конструкции решены.

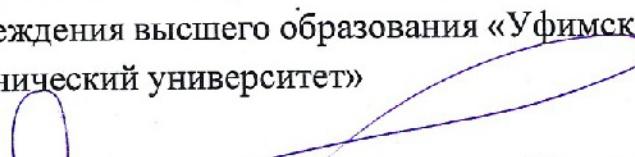
Заключение по диссертации

Диссертационная работа на тему: «Разработка высокоскоростного вентильного генератора с аксиальным магнитным потоком и диамагнитным якорем на

комбинированном магнитном и газодинамическом подвесе для микрогазотурбинных установок» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научная и инженерная задача по совершенствованию конструкции генератора для автономных источников питания.

Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, в том числе п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а также соответствует специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы. Автор диссертации Неустроев Николай Игоревич заслуживает присуждения ученой степени **кандидата технических наук** по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой электромеханики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»


Вавилов Вячеслав Евгеньевич


Дата составления отзыва «28» Октября 2022

450008, Российская Федерация, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12

Тел: +79273465305

E-mail: vavilovv@ugatu.su

Я, Вавилов Вячеслав Евгеньевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Подпись д.т.н., доцента Вавилова В.Е заверяю:

