



На правах рукописи

БАБИКОВА Наталья Львовна

**ГЕНЕРАТОР ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО
ДВИЖЕНИЯ В АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЕ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
МАЛОМОЩНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

**Специальность
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

- 3 ДЕК 2009

Уфа 2009

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» на кафедре электромеханики

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Исмагилов Флор Рашитович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Костюкова Татьяна Петровна
профессор кафедры ЭИ, УГАТУ
кандидат технических наук, доцент
Шабанов Виталий Алексеевич
зав. кафедрой ЭЭП, УГНТУ

Ведущее предприятие ФГУП УАПО, г. Уфа

Защита состоится «23» декабря 2009г. в 13 часов на заседании диссертационного совета Д-212.288.01 Уфимского государственного авиационного технического университета по адресу: 450000, г. Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12, актовЫй зал 1-го корпуса.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уфимского государственного авиационного технического университета

Автореферат разослан «20» ноября 2009.

Ученый секретарь диссертационного совета
д-р техн. наук, профессор



Г.Н. Утляков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Разнообразие различного рода маломощных потребителей, работающих в автономных условиях без связи со стационарными энергосистемами вызывает постоянный рост спроса на компактные мобильные и экономичные системы электроснабжения. Системы электроснабжения обычно представляют собой совокупность элементов, обуславливающих генерирование, преобразование, передачу и распределение электрической энергии потребителям. К источникам электрической энергии, предъявляется ряд противоречивых требований: минимальные массогабаритные показатели при обеспечении требуемых выходных характеристик, высокой надежности и низкой стоимости; способность работать при значительных механических и тепловых воздействиях внешней среды; возможность изменения и регулирования технических характеристик, отсутствие вредного влияния на человека и др. В настоящее время в большинстве случаев источниками электроэнергии являются электромеханические преобразователи энергии традиционного исполнения с вращающимся ротором.

Действующие системы электроснабжения часто не обеспечивают такие важные для потребителя качества как автономность и способность производить электроэнергию непосредственно в месте ее использования и по мере ее использования. В последние годы во всех развитых странах (особенно в США, Германии, Японии, Франции) проводятся научно-исследовательские работы по созданию новых систем электроснабжения на основе «прорывных» концептуальных решений с целью реализации высокого уровня показателей экологичности, автономности, надежности, энергетической плотности и низкой стоимости. В них используется энергия солнца, ветра, текущей воды, тепла земных недр, топливных элементов, а также энергия механического движения – колебания, тряски, вибрации – какой-либо среды или физического тела.

При создании автономной системы электроснабжения маломощных потребителей, до 2–5 Вт, наиболее перспективным выглядит использование энергии механического возвратно-поступательного движения. Например, автономная система электроснабжения маломощных потребителей на основе генератора возвратно-поступательного движения, преобразующего механическую энергию движения человека в электрическую энергию, совместно с электронным блоком позволяет получить напряжение питания 5 В при выходном токе до 200 мА (при длине генератора 23 см и весе 250 гр). Широкое применение находят подобные системы при отсутствии стационарных источников энергии для питания и подзарядки аккумуляторов

различных маломощных мобильных устройств (сотовых телефонов, ноутбуков, датчиков и т.п.). Известны разработки ряда автономных систем электроснабжения маломощных потребителей, но их использование имеет эпизодический характер. Единой теории таких систем нет, что явно сдерживает их развитие и серийное производство.

Разработкой автономных систем электроснабжения занимались известные отечественные ученые: Бут Д.А., Балагуров В.А., Паластин Л.М., Галтеев Ф.Ф. Однако, их работы посвящены исследованию источников энергии на основе преобразования энергии вращательного движения. Разработки в области электрических машин возвратно-поступательного движения, к примеру, Москвитина А.И., Ряшенцева Н.П. посвящены исследованию и расчету электромагнитных механизмов (соленоидных приводов, вибраторов, молотков) и не могут быть применены для магнитоэлектрических систем. Перспективные пути использования электромеханических преобразователей возвратно-поступательного движения, как источников электрической энергии определены в работах Хитерера М.Я., Овчинникова И.Е., Boldea I., Nasar S. A., но, детальная проработка и анализ различных конструктивных исполнений генераторов возвратно-поступательного движения в них отсутствует. Большинство исследований зарубежных авторов являются труднодоступными для широкого применения, в частности из-за того, что разработки в области создания автономных систем энергоснабжения в основном связаны с применением их в военных целях и засекречиванием.

Поэтому исследование и создание автономной системы электроснабжения маломощных потребителей на основе генератора возвратно-поступательного движения, преобразующего сопутствующую энергию колебания, тряски, вибрации какой-либо среды или физического тела; разработка математических моделей и новых технических решений генераторов возвратно-поступательного движения для автономной системы электроснабжения маломощных потребителей является актуальной научной задачей.

Основание для выполнения работы. Диссертационная работа выполнена в Уфимском государственном авиационном техническом университете в рамках тематического плана научно-исследовательских работ (2006-2008 г.г.) по заданию Федерального агентства по образованию, по теме «Исследование электрофизических и электромеханических процессов в системах электрооборудования авиационно-космической техники»; проекта «Исследование процессов энергопреобразования в электромеханических колебательных системах с распределенной вторичной средой» аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей

школы (2009-2010 годы)» Министерства образования и науки РФ и Федерального агентства по образованию.

Цель работы – разработка и исследование генератора возвратно-поступательного движения в автономной системе электроснабжения маломощных потребителей.

Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие **основные задачи**:

1. Анализ современного состояния и перспектив создания автономных систем электроснабжения маломощных потребителей на основе генераторов возвратно-поступательного движения. Разработка новой конструкции генератора возвратно-поступательного движения для автономной системы электроснабжения маломощных потребителей.

2. Разработка математических моделей генератора возвратно-поступательного движения, позволяющих рассчитать магнитные цепи и выходные характеристики генератора в установившемся режиме.

3. Анализ и исследование выходных характеристик генератора возвратно-поступательного движения и автономной системы электроснабжения маломощных потребителей с помощью разработанных математических моделей.

4. Разработка опытных образцов генератора возвратно-поступательного движения и проведение экспериментальных исследований.

5. Разработка инженерной методики проектирования генератора возвратно-поступательного движения в составе автономной системы электроснабжения маломощных потребителей.

Методы исследований. При решении задач использованы методы численного моделирования магнитных полей в программном комплексе ELCAT; аналитические методы определения магнитных проводимостей и методы исследования разветвленных магнитных цепей с постоянными магнитами. Численные расчеты теоретических зависимостей проведены с помощью универсальной системы математических расчетов MathCAD.

На защиту выносятся:

1. Конструктивная схема синхронного магнитоэлектрического генератора возвратно-поступательного движения для автономной системы электроснабжения маломощных потребителей.

2. Разработанные математические модели генератора возвратно-поступательного движения, позволяющие определить основные параметры и характеристики в установившемся режиме.

3. Результаты теоретического анализа и экспериментальных исследований установившегося режима генератора возвратно-поступательного движения, подтверждающие адекватность разработанных

математических моделей и принятых допущений, а также возможность использования конструктивной схемы генератора в качестве трансформатора с изменяемым коэффициентом передачи.

4. Инженерная методика расчета, позволяющая проводить электромагнитные расчеты генератора возвратно-поступательного движения в соответствии с требованиями автономной системы электроснабжения маломощных потребителей.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработана конструкция синхронного магнитоэлектрического генератора возвратно-поступательного движения для автономной системы электроснабжения маломощных потребителей, защищенная патентом РФ на изобретение (№ 2304342).

2. Впервые разработаны математические модели синхронного магнитоэлектрического генератора возвратно-поступательного движения, адекватность которых подтверждены экспериментально.

3. Впервые получены выходные характеристики синхронного магнитоэлектрического генератора возвратно-поступательного движения для автономной системы электроснабжения маломощных потребителей.

4. Получены новые технические решения линейных электромеханических преобразователей энергии для возбуждения и измерения механических вибраций, разработанные на основе конструктивной схемы синхронного магнитоэлектрического генератора возвратно-поступательного движения и защищенные патентами РФ на изобретения (№ 2361352, № 2363003).

Практическую значимость имеют:

1. Классификация линейных генераторов, в том числе генераторов возвратно-поступательного движения, для автономных систем электроснабжения маломощных потребителей.

2. Методы и алгоритмы расчета основных характеристик и параметров синхронного магнитоэлектрического генератора возвратно-поступательного движения, полученные в результате анализа математических моделей.

3. Экспериментальная установка и методика проведения экспериментальных исследований генераторов возвратно-поступательного движения для автономной системы электроснабжения маломощных потребителей.

4. Инженерная методика проектирования генератора возвратно-поступательного движения автономной системе электроснабжения маломощных потребителей.

Достоверность научных положений, выводов и результатов работы, подтверждена результатами экспериментальных исследований опытных образцов генератора возвратно-поступательного движения.

Реализация результатов работы подтверждается использованием теоретических положений работы, методики расчёта и устройств на основе генератора возвратно-поступательного движения на ОАО УЗ «Электроаппарат»; в учебном процессе кафедры электромеханики УГАТУ по направлению 140600 – Электротехника, электромеханика и электротехнологии; по программе магистерской подготовки «Электромеханические системы автономных объектов»

Апробация работы. Основные положения, представленные в диссертации, докладывались и обсуждались на шести научных конференциях всероссийского и международного уровня:

Всероссийская научная конференция «Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «АСТИНТЕХ - 2007», Астрахань, 2007;

XIII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии», Томск, 2007;

XX Международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-20», Ярославль, 2007;

Всероссийская молодежная научная конференция «Мавлютовские чтения», Уфа, 2007;

II Всероссийская научно-техническая конференция «Электротехнологии, электропривод и электрооборудование предприятий», Уфа, 2009;

15-я Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика», Москва, 2009.

Разработка отмечена дипломом инновационных проектов на Каспийском инновационном форуме, Астрахань-2009.

Публикации по теме диссертации. Список публикаций, содержащий основные положения, выводы и практические результаты по теме диссертации включает 19 научных трудов, в том числе 10 статей, из которых три опубликованы в изданиях перечня ВАК, шесть материалов конференций, три патента РФ на изобретения.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 117 наименований, и приложений. Общий объем диссертации 145 стр. В работе содержится 63 рисунка, 5 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, приведены основные положения и результаты, выносимые на защиту, отмечена их новизна и практическая значимость. Приведены сведения о внедрении результатов, апробации работы и публикациях.

В первой главе проведен анализ современного состояния и перспектив развития автономных систем электроснабжения маломощных потребителей (АСЭ МП) на основе различных конструктивных схем генераторов возвратно-поступательного движения (ВПД). АСЭ МП состоит из следующих элементов: генератора ВПД; преобразовательного элемента (ПРЭ); распределительного элемента (РЭ) и аккумуляторной батареи (АБ). На рис. 1. показана структурная схема АСЭ МП.

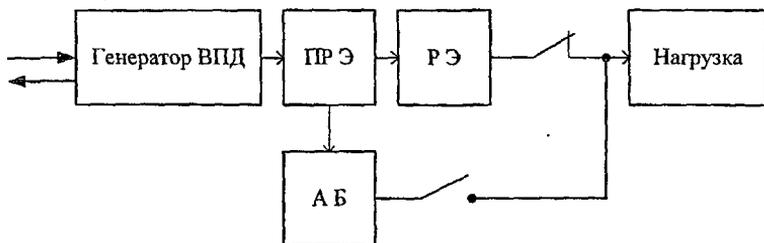


Рисунок 1 – Структурная схема АСЭ МП

Анализ структурной схемы показывает, что, именно генератор ВПД определяет параметры и выходные характеристики АСЭ МП. Построена классификации генераторов ВПД по ряду признаков, позволяющая выбрать рациональную конструкцию генератора ВПД для использования в АСЭ МП. Разработан и защищен патентом РФ на изобретение синхронный магнитоэлектрический генератор возвратно-поступательного движения (СМЭГ ВПД), преимущество которого состоит в наличии упругой электромагнитной силы взаимодействия магнитного поля подвижного элемента с магнитопроводом статора («магнитной пружины»), позволяющей использовать генератор без дополнительных механических пружин. На основе конструктивной схемы СМЭГ ВПД разработаны новые технические решения линейных электромеханических преобразователей энергии для возбуждения и измерения механических вибраций, которые защищены патентами РФ на изобретения (№ 2361352, № 2363003).

Проведенный обзор и анализ отечественных и зарубежных работ по методам исследования генераторов возвратно-поступательного движения позволил обосновать преимущества цепного подхода к расчету и анализу электромагнитных процессов в установившемся режиме.

Во второй главе разработаны математические модели СМЭГ ВПД.

В общем случае магнитная система разработанного СМЭГ ВПД состоит из подвижного элемента (ПЭ), выполненного из постоянного магнита NS , полюсных наконечников (ПН) N и S и неподвижного статора, представляющего собой магнитопровод с рабочими обмотками W_1 и W_2 (рис. 2)

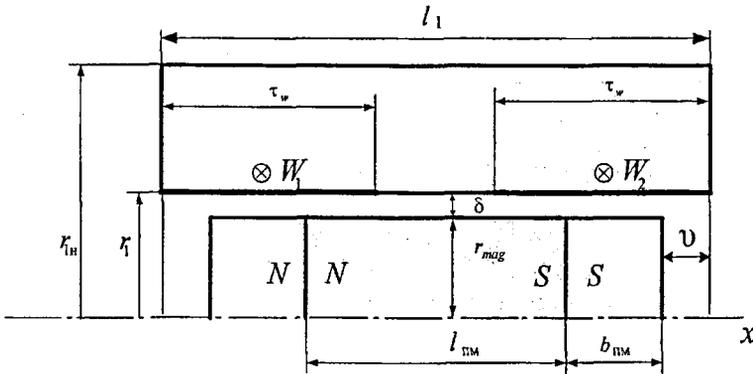


Рисунок 2 – Магнитная система СМЭГ ВПД

На рисунке также указаны r_{PM} – радиус постоянного магнита; l_{PM} – длина постоянного магнита; b_{PM} – ширина ПН; r_H и r_1 – соответственно внешний и внутренний радиусы магнитопровода; l_1 – длина магнитопровода; $\tau_w = \tau_{w1} = \tau_{w2}$ – ширина секции обмотки якоря.

В случае, когда ПЭ не выходит за пределы магнитопровода, магнитные потоки, проходящие через обмотки W_1 и W_2 одинаковы и определяются выражением:

$$\Phi_w = \frac{F_{PM}}{\left(\frac{R_\delta}{R_r} + 1\right) [\sigma R_{PM} + (2R_{PN} + R_A)] + 2R_\delta},$$

где F_{PM} – МДС постоянного магнита, R_{PM} , R_{PN} , R_A , – магнитные сопротивления материалов; R_δ , R_r – магнитные сопротивления воздушных промежутков.

Однако, такая упрощенная математическая модель ограничена из-за отсутствия исследования выхода ПЭ за пределы магнитопровода. Поэтому была разработана более точная математическая модель, позволяющая

определить магнитные потоки в зависимости от перемещения ПЭ. Для этого конструктивно допустимый ход ПЭ был условно поделен на интервалы:

- первый интервал перемещения, $0 \leq x \leq A - \delta$;
- второй интервал перемещения, $A - \delta \leq x \leq A$;
- третий интервал перемещения, $A \leq x \leq A + \delta$;
- четвертый интервал перемещения, $A + \delta \leq x \leq A + b_{\text{пн}}$;
- пятый интервал перемещения, $A + b_{\text{пн}} \leq x \leq A + b_{\text{пн}} + \delta$;
- шестой интервал перемещения, $A + b_{\text{пн}} + \delta \leq x \leq A + b_{\text{пн}} + \delta + r_{\text{пн}}$,

где $A = \frac{\tau_w - b_{\text{пн}}}{2}$ представляет собой амплитуду колебания ПЭ в пределах магнитопровода.

На рис. 3 показаны вероятные пути прохождения магнитных потоков, на основании которых можно определить магнитные проводимости рассеяния и проводимости рабочего воздушного зазора на различных интервалах перемещения ПЭ. Для определения магнитных проводимостей магнитное поле поделено на ряд элементарных фигур, рассчитанных аналитически по известным формулам.

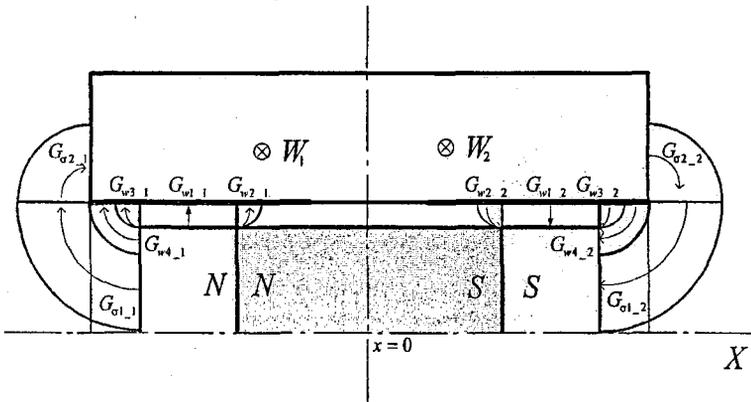


Рисунок 3 – К определению магнитных проводимостей СМЭГ ВПД

На рисунке $G_{w1,1}, G_{w2,1}, G_{w3,1}, G_{w4,1}$ – составляющие рабочей магнитной проводимости воздушных зазоров левого (первого) ПН; $G_{w1,2}, G_{w2,2}, G_{w3,2}, G_{w4,2}$ – составляющие рабочей магнитной проводимости воздушных зазоров правого (второго) ПН; $G_{\sigma1,1}, G_{\sigma2,1}$ – составляющие магнитной проводимости рассеяния воздушных зазоров левого ПН; $G_{\sigma1,2}, G_{\sigma2,2}$ – составляющие магнитной проводимости рассеяния правого ПН.

На рисунке 4 представлены рассчитанные рабочие магнитные потоки и потоки рассеяния на условных интервалах перемещения ПЭ СМЭГ ВПД

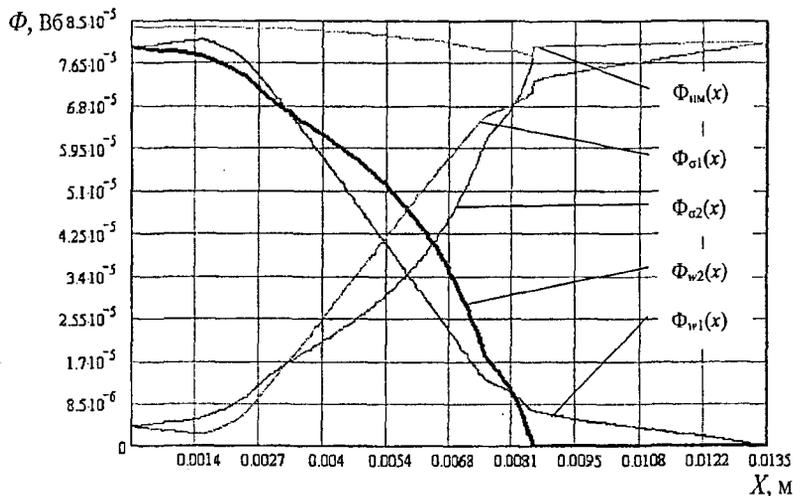


Рисунок 4 – Распределение магнитных потоков в СМЭГ ВПД на различных интервалах перемещения ПЭ

Полученные зависимости магнитных потоков позволяют рассчитать параметры магнитной цепи в установившемся режиме. Анализ перемещения ПЭ на различных интервалах позволяет задать амплитуду перемещения ПЭ, а также величину выхода ПЭ за пределы магнитопровода при которой рабочие магнитные потоки будут иметь максимальное значение, а потоки рассеяния – минимальное.

В третьей главе приведены результаты исследования выходных характеристик СМЭГ ВПД в установившемся режиме.

Для АСЭ МП важно обеспечить достаточную величину выходного напряжения генератора, при котором происходит полное открытие выпрямительного устройства в составе преобразовательного элемента системы. Получено расчетное выражение амплитудного значения ЭДС в режиме холостого хода в рабочих обмотках, соединенных последовательно согласно.

Мгновенное значение ЭДС

$$e = E_m \cos \omega t$$

где $E_m = \frac{W}{\tau_w} b_{\text{шн}} \pi D_{\text{шн}} \frac{\Phi_\delta}{b_{\text{пн}} \pi D_{\text{пн}}} f_n \frac{\tau_w - b_{\text{пн}}}{2} = W \pi f_n \Phi_\delta \left(1 - \frac{b_{\text{пн}}}{\tau_w} \right)$ – амплитудное значение ЭДС.

При частоте перемещения ПЭ 2-7 Гц СМЭГ ВПД с постоянным магнитом ЮНДК24 обеспечивается необходимый уровень выходного напряжения более 1 В.

При работе генератора на активную нагрузку выходное напряжение определяется по формуле

$$U_{\text{нагр}} \approx E \frac{R_{\text{нагр}}}{\sqrt{(R_{\text{нагр}} + R_{\text{ген}})^2}}$$

По данной математической модели построены выходные характеристики СМЭГ ВПД (рисунок 5) для разных сопротивлений нагрузки.

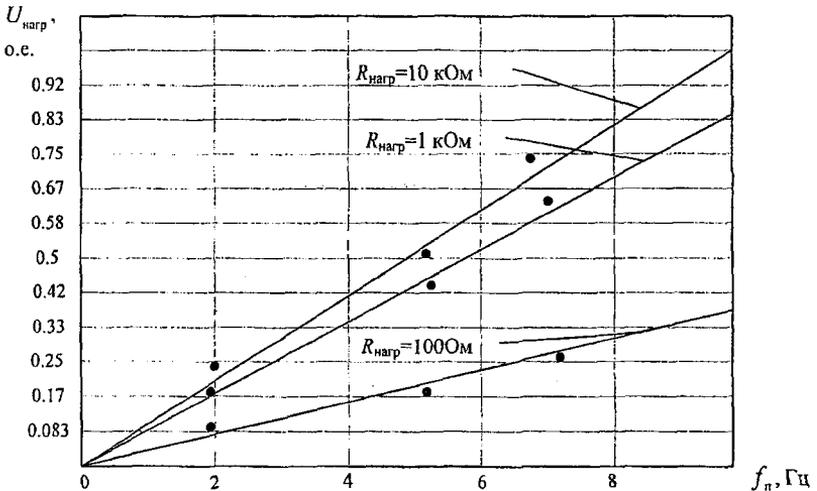


Рисунок 5 – Частотные нагрузочные характеристики СМЭГ ВПД:

_____ – теоретические данные; • • • – экспериментальные данные
(1 о.е. = 3 В)

Составляющая электромагнитной силы взаимодействия магнитопровода якоря с полем постоянного магнита («магнитная пружина») определяется размерами и конструктивными особенностями магнитной системы СМЭГ ВПД и не зависит от тока, протекающего в обмотке (обмотках) статора.

Электромагнитная сила, действующая на ПЭ СМЭГ ВПД

$$F_{\text{э}}(x) = \frac{\Delta W_{(i+1)}(x)}{\Delta X}$$

где $\Delta W_{(i+1)}(x)$ – разность энергий магнитного поля последующего и предыдущего положения ПЭ; ΔX – шаг перемещения ПЭ СМЭГ ВПД, заданный произвольно.

Зависимость электромагнитной силы от перемещения ПЭ СМЭГ ВПД отображена на графике рис. 6. За начальное положение отсчета упругой силы «магнитной пружины» принято крайнее положение ПЭ в магнитопроводе.

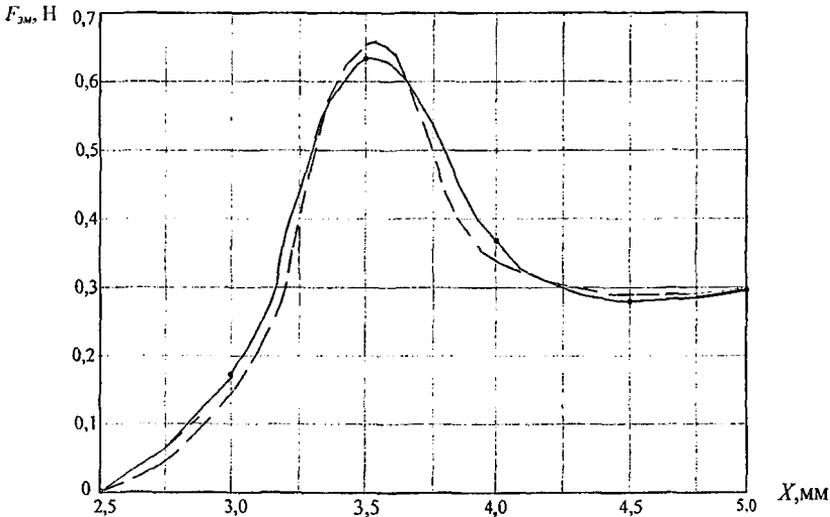


Рисунок 6 – Зависимость электромагнитной силы «магнитной пружины» от перемещения ПЭ $F_{\text{эм}} = f(x)$:

— — теоретические данные; - - - - экспериментальные данные

Современная элементная база электроники позволяет получить необходимые значения выходных напряжений и выходных токов АСЭ МП с помощью повышающих преобразователей напряжения (например, TPS61200).

В четвертой главе рассмотрены вопросы практической реализации СМЭГ ВПД. Один из экспериментальных образцов, разработанный на основании теоретических исследований показан на рис. 7.



Рисунок 7 – Экспериментальный образец СМЭГ ВПД

Для оценки результатов теоретического исследования были исследованы установившиеся режимы СМЭГ ВПД, определены выходные характеристики СМЭГ ВПД в рабочих режимах, проведена статистическая обработка измерений, запись результатов и выдача информации на индикаторное устройство или экран ПК с помощью разработанной в данной работе установки. Для работы в составе АСЭ МП необходимо знать основные динамические характеристики СМЭГ ВПД, которые могут определять характеристики системы в целом. При скачкообразном изменении напряжения питания привода (двигателя Д25Г) установки, что эквивалентно изменению частоты рабочих циклов, по виду переходного процесса установления выходного напряжения СМЭГ ВПД определена постоянная времени переходного процесса.

Для экспериментальной проверки работоспособности СМЭГ ВПД с «магнитной пружиной» были проведены измерения электромагнитных сил и значений индуктивностей обмоток при перемещении подвижного элемента.

Особенности конструкции СМЭГ ВПД (наличие двух обмоток с изменяемым коэффициентом связи между ними) позволили экспериментально исследовать возможность использования СМЭГ ВПД в качестве измерительного трансформатора с регулируемым коэффициентом передачи.

В приложении приведена инженерная методика расчета СМЭГ ВПД для проектирования АСЭ МП.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Разработана и защищена патентом РФ на изобретение № 2304342 новая конструкция СМЭГ ВПД, работающая в составе автономной системы электроснабжения маломощных потребителей.

2. Разработаны математические модели магнитной цепи СМЭГ ВПД в установившемся режиме, позволяющие рассчитать магнитные проводимости и магнитные потоки в зависимости от перемещения подвижного элемента. Установлено, что:

- при перемещении подвижного элемента можно выделить условно шесть характерных интервалов перемещения, различающихся видом и составом магнитных проводимостей.

- при смещении подвижного элемента на величину $\tau_w + b_{\text{пн}}$ рабочие магнитные потоки существенно уменьшаются (в 8-10 раз), а магнитные потоки рассеяния возрастают, поэтому целесообразно ограничить амплитуду колебаний подвижного элемента значением $\frac{\tau_w}{2} + b_{\text{пн}}$;

- при перемещении подвижного элемента в пределах магнитопровода $x \leq \frac{\tau_w - b_{\text{пн}}}{2}$, упрощенные выражения для рабочих потоков обладают приемлемой точностью, отличаясь не более чем на 5% от значений, определяемых по уточненной математической модели.

3. Путем исследования и анализа математических моделей СМЭГ ВПД установлено, что:

- ЭДС СМЭГ ВПД будет синусоидальной при ограничении амплитуды перемещения подвижного элемента значением $\frac{\tau_w + b_{\text{пн}}}{2}$;

- при частоте перемещения подвижной части 2-7 Гц, СМЭГ ВПД с постоянным магнитом ЮНДК24 обеспечивает необходимый уровень выходного напряжения более 1 В;

- электромагнитная сила становится существенной при перемещении подвижного элемента на величину более чем $\frac{\tau_w - b_{\text{пн}}}{2}$, а ее максимум достигается при $\frac{\tau_w}{2} + \delta$. Характеристика электромагнитной силы на этом интервале линейна, что позволяет идентифицировать электромагнитную силу с «магнитной пружиной»;

- использование современной элементной базы электроники позволяет получить необходимые значения выходных напряжений и токов в течение сравнительно больших интервалов времени, определяемых параметрами

емкости накопительного конденсатора, что значительно расширяет области применения СМЭГ ВПД в составе АСЭ МП.

4. Разработаны, практически реализованы в виде экспериментальных образцов и исследованы СМЭГ ВПД для АСЭ МП. Путем экспериментальных исследований установлено, что:

- расхождение между экспериментальными исследованиями и результатами теоретического анализа не превышает 10÷15 %, что подтверждает достоверность разработанных математических моделей;

- СМЭГ ВПД в качестве элемента АСЭ МП представляет собой типовое динамическое звено – аperiodическое звено первого порядка с постоянной времени $T = \frac{L_w}{R_w}$;

- расхождение относительных значений индуктивностей обмоток СМЭГ ВПД, полученных расчетным и экспериментальным путем не превышает 10÷15 %;

- СМЭГ ВПД может быть использован в качестве трансформатора с регулируемым коэффициентом передач $K_{пер} = 1+9$ в диапазоне частот от 40 Гц до 600 кГц;

- СМЭГ ВПД имеет собственный механический резонанс в диапазоне частот от 80 Гц до 11 кГц;

- диапазон рабочих частот экспериментальных образцов СМЭГ ВПД как трансформатора с регулируемым коэффициентом передач лежит в пределах от 40 Гц до 80 Гц и от 11 кГц до 600 кГц.

5. Разработаны и защищены патентами РФ на изобретения (№ 2361352, № 2363003) новые технические решения линейных электромеханических преобразователей энергии для возбуждения и измерения механических вибраций, разработанные на основе конструктивной схемы синхронного магнитоэлектрического генератора возвратно-поступательного движения.

6. Разработана инженерная методика расчета СМЭГ ВПД в составе АСЭ МП.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

В рецензируемых журналах из списка ВАК

1. Исследование установившегося режима синхронного генератора возвратно-поступательного движения / Р.Р. Саттаров, Е.А. Полихач, Н.Л. Бабикова // Вестник УГАТУ. 2007. Т.9, №6 (24). Уфа: УГАТУ, С. 194-199.

2. К вопросу о классификации линейных генераторов / Р.Р. Саттаров, Н.Л. Бабикова, Е.А. Полихач, // Вестник УГАТУ. 2009. Т.12 №2 (31). Уфа: УГАТУ, С. 144-149.

3. Исследование магнитной цепи синхронного магнитоэлектрического генератора возвратно-поступательного движения для мобильной аппаратуры / Р.Р. Саттаров, Ф.Р. Исмагилов, Н.Л. Бабикова // Вестник СГТУ. 2009. Вып. 2 № 2 (39). Саратов: СГТУ С. 78-86.

В других изданиях

4. Экспериментальное исследование магнитоэлектрического генератора / Исмагилов Ф.Р., Полихач Е.А., Бабикова Н.Л. // Электромеханика, электротехнические комплексы и системы: межвузовский научный сб. Уфа: изд-во УГАТУ, 2006. С.80-85.

5. Об эффекте «магнитной пружины» в синхронном генераторе возвратно-поступательного движения / Саттаров Р.Р., Бабикова Н.Л., Исеева Р.Р. // Сборник трудов XIII Международной научно-практической конф. студентов, аспирантов и молодых ученых Современные техника и технологии в 3-х томах. Томск: изд-во Томского политехн. ун-та, 2007. Т.1. С. 461-463.

6. Математическое моделирование электромагнитного поля синхронного генератора возвратно-поступательного движения / Хайруллин И.Х., Исмагилов Ф.Р., Бабикова Н.Л. // Сб. трудов XX Международной научной конф. Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-20 в 10 т. Ярославль: изд-во Яросл. гос. техн. ун-та, 2007. Т. 4. С. 213-214.

7. О развитии конструкций синхронных машин с постоянными магнитами / Саттаров Р.Р., Полихач Е.А., Бабикова Н.Л. // Материалы Всероссийской научной конф. «Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «АСТИНТЕХ – 2007» в 2 ч. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. Ч 2. С. 59-62.

8. Особенности электромагнитных процессов в демпферах с возвратно-поступательным движением / Саттаров Р.Р., Бабикова Н.Л. // Электротехнические комплексы и системы: межвузовский научный сб. Уфа: изд-во УГАТУ, 2007. С. 160-165.

9. Исследование характеристик синхронного генератора возвратно-поступательного движения (СГВПД) / Иванов М.П., Бабикова Н.Л., Хайдаров А.Р. // Электротехнические комплексы и системы: межвузовский научный сб. Уфа: изд-во УГАТУ, 2007. С. 201-208.

10. Патент РФ на изобретение № 2304342. МПК Н 02 К 35/0. Генератор возвратно-поступательного движения / Исмагилов Ф.Р., Хайруллин И.Х., Бабикова Н.Л. и др. Оpubл. 10.08.2007, БИ № 22.

11. Установившийся режим колебаний в электромагнитных демпферах / Исмагилов Ф.Р., Саттаров Р.Р., Бабикова Н.Л. // Успехи современного естествознания. М.: Академия естествознания. 2007, № 12. С. 117-119.

12. Элементарная электрическая машина возвратно-поступательного движения / Р.Р. Саттаров, Н.Л. Бабикова // Электротехнические комплексы и системы: межвузовский научный сб. Уфа: изд-во УГАТУ, 2008. С.233-239.

13. Магнитоэлектрические преобразователи колебательного движения / Саттаров Р.Р., Бабикова Н.Л. // Труды Всероссийской молодежной научной конф. Мавлотовские чтения. Уфа: изд-во УГАТУ, 2007. С. 16.

14. Линейный генератор как автономный источник энергии / Саттаров Р.Р., Валеев А.Р., Бабикова Н.Л. // Электронные устройства и системы: межвузовский сб. научных трудов. Уфа: изд-во УГАТУ, 2008. С. 46-50.

15. Распределение магнитных потоков линейного генератора возвратно-поступательного движения / Саттаров Р.Р., Исмагилов Ф.Р., Бабикова Н.Л. // Труды 15 Международной научно-технической конф. студентов и аспирантов Радиозлектроника, электротехника и энергетика: М.: Издательский дом МЭИ, 2009. Т.2. С.3-4.

16. Электрогенератор для зарядного устройства / Бабикова Н.Л., Валеев А.Р. / Сборник трудов IV Всероссийской зимней школы-семинара аспирантов и молодых ученых. Уфа: изд-во «Диалог», 2009. Т.2. С. 49-52.

17. К расчету магнитной цепи синхронного магнитоэлектрического генератора возвратно-поступательного движения / Саттаров Р.Р., Бабикова Н.Л. // Труды II Всероссийской научно-технической конф. Электротехнологии, электропривод и электрооборудование предприятий. Уфа: изд-во НГТУ, 2009. С. 32-35.

18. Патент на изобретение № 2361352 МПК Н 02 К 35/02. Электромагнитный вибратор (варианты) / Исмагилов Ф.Р., Саттаров Р.Р., Бабикова Н.Л. Оpubл. 10.07.2009, БИ № 19.

19. Патент РФ на изобретение № 2363003. МПК G 01 P 15/11. Преобразователь линейных ускорений / Саттаров Р.Р., Бабикова Н.Л. Оpubл. 27.07.2009, БИ № 21.

Диссертант



Н.Л. Бабикова

БАБИКОВА Наталья Львовна

ГЕНЕРАТОР ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО
ДВИЖЕНИЯ В АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЕ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
МАЛОМОЩНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Специальность

05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 19.11.2009. Формат 60×80 1/16

Бумага оберточная. Печать плоская. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 1,0.

Усл.кр. – отг. 1,0. Уч. – изд. л. 1,0.

Тираж 100 экз. Заказ № 574.

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный
технический университет

Центр оперативной полиграфии
450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12