

ИЗВЕСТИЯ

ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

II Международная научно-техническая конференция

**Информационные технологии в науке,
образовании и производстве
(ИТНОП)**

25-26 мая 2006 года

Материалы конференции
Том 4

СИ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТС СИСТЕМЫ И
ТЕХНОЛОГИИ



№ 1 (4) 2006

ИЗВЕСТИЯ ОрелГТУ

Научный журнал

Серия

«Информационные системы и технологии»

Содержание номера

Редакционный совет журнала:

Голеников В.А. д.т.н., профессор –
председатель;

Степанов Ю.С. д.т.н., профессор –
зам. председателя;

Светкин В.В. к.т.н., доцент;

Колтунов В.И. д.т.н., профессор;

Гордон В.А. д.т.н., профессор;

Константинов И.С. д.т.н., профессор;

Садков В.Г. д.э.н., профессор;

Кулаков А.Ф. к.т.н., доцент;

Фролова Н.А. к.соц.наук., доцент;

Соков О.А. к.т.н., доцент;

Борзенков М.И. к.т.н., доцент;

Поляцкова Л.И.;

Одолеева М.В.

Редколлегия серии:

Константинов И.С. д.т.н., профессор -
главный редактор;

Савва Ю.Б. - ответственный секретарь;

Митин А.А. к.т.н., доцент - технический
секретарь;

Гайдарин К.Г. д.т.н., проф.;

Еремеев А.П. д.т.н., проф.;

Иванников А.Д. д.т.н., проф.;

Немировский Ю.В. д.ф.-м.н., проф.;

Сотников В.В. д.т.н., проф.

Зарег. в Министерстве РФ по делам
печати, телерадиовещания и средств
массовой информации. Свидетельство:
ПИ № 77-15496 от 20 мая 2003 года

С электронной версией журнала можно
ознакомиться по адресу: www.osu.ru

Адрес редколлегии серии:

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29

Факультет «Электроники и

приборостроения ОрелГТУ»

редколлегия журнала

Известия ОрелГТУ.

Серия «Информационные системы и
технологии»

Формат 96x90/8.

Печать ризография. Бумага офсетная.

Усл.печ.л. 12. Заказ № _____.

Тираж 100 экз.

Артёмов А.В. Использование ресурсов
локальной вычислительной сети для
повышения производительности
вычислений 6

Баркова Н.Н. Разработка
технологических процессов
с использованием методов
искусственного интеллекта
и мультимедийного пользовательского
интерфейса 8

Бизин И. В. Применение фракталов при
построении организационно-
технической модели системы
телекоммуникаций 14

Волков В.Н., Савина О.А.
Информационное обеспечение системы
организационного проектирования для
промышленных предприятий 18

Волков В.Н. Формализованное
построение и предварительный анализ
информационного взаимодействия
в существующей организационной
структуре 24

Воронов М.П., Каменецких А.С.,
Часовских В.П. Применение
многоуровневой структуры при
создании автоматизированной системы
управления организацией в среде СУБД
ADABAS 28

Гордиенко А.П. Интеграция интеракторов
в многопоточном графическом
пользовательском интерфейсе 32

Гроховский А.В., Лапшина С.Н., Берз Д.Б.
Методика расчета и выбора стратегии
конкурентного поведения агентов
на рынке 39

Долгих Д.Г. Интегрированная система
кэширования информации
межвузовского медиацентра 45

| | |
|---|-----|
| <i>Долгов Е.П.</i> Построение математической модели привода сцепления с гидравлическим усилителем | 51 |
| <i>Зебелян А.В., Беклемишев К.А., Лалшина С.Н., Берг Д.Б.</i> Модель жизненного цикла конкуренции как основа систематизации теорий конкуренции и стратегий конкурентного поведения | 54 |
| <i>Ильин А.А.</i> Некоторые аспекты формирования интегрированной информационной среды промышленного предприятия | 60 |
| <i>Климов В.Г.</i> Методология создания распределенных информационных технологий | 65 |
| <i>Коломейцева И.В., Фрейдман С.Н.</i> Особенности реализации территориальной информационной системы дополнительного лекарственного обеспечения для лечебно-профилактических учреждений Красноярского края | 70 |
| <i>Кольдичева Т.А.</i> Применение генетических алгоритмов для решения задач синтеза архитектур вычислительных систем и планирования вычислений | 75 |
| <i>Коськин А.В., Лазарев С.А., Афонин С.И.</i> Прикладные аспекты создания телекоммуникационной сети учебно-научно-производственного комплекса ОрелГТУ | 82 |
| <i>Кузьмин А.С., Кудинов Г.В.</i> Исследование динамики преобразователя постоянного напряжения в режиме прерывистых токов с учетом нелинейности дросселя | 88 |
| <i>Кузьмичев В.С., Кузьмишина Т.М.</i> Межвузовский медиациентр в г. Самаре: возможности и ожидания | 94 |
| <i>Кулаков Д.А.</i> Методы оптимизации производственных процессов в зависимости от типа производства | 98 |
| <i>Куликов Г.Г., Куликов О.М., Яковлев Н.Н.</i> Методика обследования хозяйственной деятельности организации и существующей в ней учетной OLTP-системы для проектирования и построения аналитической OLAP-системы | 102 |
| <i>Лоскутов И.В., Шульгин А.О.</i> Генетические алгоритмы как перспективный метод оптимизации | 108 |
| <i>Лысков О.Э.</i> Анализ существующих технических решений оснащения объектов информационной инфраструктуры сферы образования | 114 |
| <i>Марченко А.А., Парфенов С.Д.</i> Построение факторных оценок пирамидальной модели конкурентоспособности для исследования рынка услуг сотовой связи | 120 |
| <i>Мелихов А.Ю.</i> Математическое описание электромеханического преобразования энергии в пакете "Maxwell 10.0" | 125 |
| <i>Мирошников Г.Г.</i> Концептуальная модель базы данных автоматизированной системы электронного документооборота по организации подключения пользователей к сети интернет по технологиям XDSL | 131 |
| <i>Митин А.А.</i> Использование алгоритма rete при выводе геометрических соотношений в графических редакторах АСТПП | 135 |

Мелихов А.Ю.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ПАКЕТЕ "MAXWELL 10.0"

The classical problems of electromechanical energy conversion in induction motor by means "Maxwell 10.0" and their decisions are described in the article. The comparison of the simulation results of transient processes with circuit model of the induction machine in $(\alpha\text{-}\beta\text{-}\gamma)$ frame of reference is considered.

ВВЕДЕНИЕ

История развития электромеханики свидетельствует о существовании двух крайних подходов к постановке задач в теории электромеханического преобразования энергии: сосредоточенная постановка на основе теории цепей и распределенная с использованием теории поля.

Сосредоточенная постановка задачи электромеханического преобразования энергии в электрической машине предполагает использование теории обобщенного двигателя. В таком двигателе воздушный зазор предполагается равномерным и гладким (в машине нет пазов на статоре и роторе); обмотки выполнены в виде токовых слоев, создающих синусоидальное распределение МДС в воздушном зазоре; магнитопровод имеет бесконечную проницаемость; обмотки машины, воздушный зазор, магнитная система симметричны относительно пространственных координат [1]. Перечисленные допущения можно считать справедливыми в номинальном установившемся режиме.

Использование теории обобщенного электромеханического преобразователя энергии позволило совершить существенный прорыв в области автоматизированного электропривода. Были созданы новые концепции управления, прежде всего, асинхронными двигателями, сочетающие в себе опыт разработки приводов постоянного тока, с одной стороны, и интеллектуальных систем адаптивного и оптимального управления – с другой.

Дальнейшее развитие в этом направлении во многом сдерживается ограниченностью теории обобщенного двигателя, поскольку перечисленные выше допущения, сопровождающие построение математической модели, приводят к потере управляемости в условиях, отличных от номинальных. Поиск решения задачи управления двигателем в течение переходных процессов, на низких частотах вращения ротора, в условиях изменения в широком диапазоне нагрузки, температуры и т.д., приводит к необходимости перехода от неадекватной во всех этих случаях модели обобщенного двигателя к модели другого качественного уровня. Эта потребность во многом определила значительное повышение интереса к проблемам использования теории поля при описании процессов электромеханического преобразования энергии в электрических машинах для их моделирования и управления.

Приложение теории поля к описанию процессов электромеханического преобразования энергии впервые было показано Дж. К. Максвеллом в его докторской диссертации «Трактат об электричестве и магнетизме» (1873 г.). Потребовалось более 80 лет, прежде чем идеи Максвелла с появлением первых ЭВМ удалось применить в практических расчетах электрических машин.

Получение решения задачи электромеханического преобразования энергии предполагает реализацию следующей последовательности шагов. Вначале определяются переменные состояния поля, отражающие цели исследования. Затем, относительно введенных переменных, составляется система дифференциальных уравнений в частных производных, дополнив которую начальными и граничными условиями, приступают к ее интегрированию. Поскольку полученная система имеет высокий порядок, решение ищется с использованием численных методов, среди которых выделяют метод конечных разностей и метод конечных элементов и, если первый из указанных методов не нашел широкого применения в задачах электромеханики, то второй, с конца 80-х годов прошлого века, бурно развивается в приложении к этой области [2].

Эта статья посвящена описанию приложения теории поля к решению задачи электромеханического преобразования энергии в электрической машине в пакете "Maxwell 10.0"® (Ansoft Inc.)

ЗАДАЧА О РАСПРЕДЕЛЕНИИ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПЛОСКОСТИ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Покажем решение классической задачи о распределении электромагнитного поля постоянных токов в плоскости поперечного сечения двигателя. Для этого запишем уравнение Пуассона, связывающее распределение векторного потенциала \vec{A} с плотностью тока $\vec{\delta}$:

$$\nabla^2 \vec{A} = -\mu_r \mu_0 \vec{\delta}, \quad (1)$$

где ∇^2 – лапласиан;

μ_r – относительная магнитная проницаемость материала конструкции;

μ_0 – проницаемость окружающего пространства.

Обмотки электрической машины в задачах электростатики обеспечивают протекание тока только по оси z . Это означает, что и вектор плотности тока, и векторный потенциал будут иметь только одну составляющую, т.е. будут являться скалярными величинами. В связи с этим уравнение (1) может быть переписано в следующей форме:

$$\nabla \times \left(\frac{1}{\mu_r \mu_0} (\nabla A) \right) = \delta \quad (2)$$

Уравнение (2) составляется для каждого участка исследуемой области, отличающегося от соседнего, относительной магнитной проницаемостью.

При введении граничных условий, традиционно предполагается неразрывность нормальных составляющих вектора магнитной индукции на границах раздела сред с различными магнитными проницаемостями, т.е.

$$B_{1z} = B_{2z}, \quad (3)$$

также как неразрывность тангенциальных составляющих напряженности магнитного поля

$$H_{1r} = H_{2r}, \quad (4)$$

при условии отсутствия токовых слоев на этих граничных поверхностях.

Введя граничные условия, вся поверхность исследуемой области покрывается сеткой конечных элементов (рисунок 1). В силу осевой симметрии двигателя картина поля, построенная в одной четверти, может быть распространена на всю поверхность поперечного сечения.

На каждом конечном элементе зависимые переменные (A и δ) аппроксимируются функцией специального вида – функцией формы, причем эта функция должна удовлетворять граничным условиям непрерывности, совпадающим с граничными условиями, налагаемыми самой задачей (3-4).

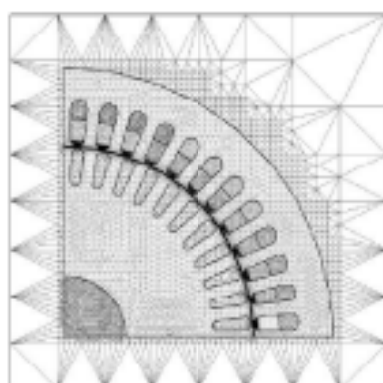


Рисунок 1 – Отражение исследуемой области на сетку конечных элементов

Известно, что решением уравнений Максвелла для электромагнитного поля является такая функция u , которой соответствует наименьшее значение энергии электромагнитного поля W :

$$W = \frac{1}{2} \int_V [\text{rot}A(x, y, z)]^2 dV \rightarrow \min \quad (5)$$

На этом основании решение задачи о расчете электромагнитного поля в двигателе ищут как минимизацию функционала (5), кратного энергии поля.

После задания пользователем интенсивности источников постоянного тока в обмотках двигателя, решатель системы “Maxwell 10.0”[®] рассчитывает распределение векторного потенциала в плоскости x - y $A(x, y)$. Зная $A(x, y)$, можно рассчитать любые величины, характеризующие магнитное поле. Например, распределение вектора магнитной индукции вычисляется по формуле:

$$B = \nabla A, \quad (6)$$

тогда магнитный поток, пронизывающий поверхность S , может быть определен как поток вектора магнитной индукции через эту поверхность:

$$\Phi = \int_S B dS \quad (7)$$

На рисунке 2 приведена структура магнито-статического поля в поперечном сечении асинхронного двигателя 4A132S4Y3.

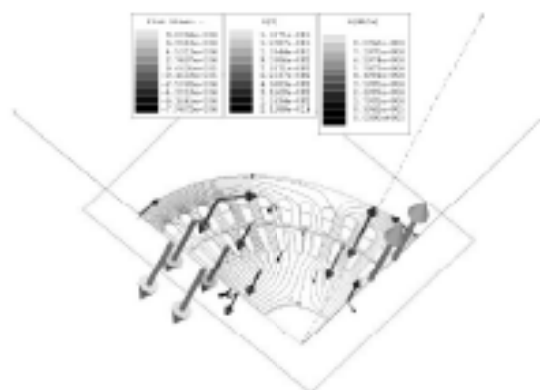


Рисунок 2 – Структура статического магнитного поля в поперечном сечении асинхронного двигателя 4A132S4Y3

Векторы на рисунке 2, направленные перпендикулярно плоскости $x-y$ в обе стороны по оси z , представляют собой векторы магнитного потенциала (A). В плоскости $x-y$ показано распределение векторов магнитной индукции (B), каждый из которых, как свидетельствует рисунок 2, направлен по нормали к линиям магнитного потока (Φ), что полностью соответствует теоретическим представлениям.

ЗАДАЧА О РАСЧЕТЕ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ПЕРЕМЕННОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Описание переходных электромеханических процессов в электрических машинах методами теории поля является далеко не тривиальной задачей математической физики. Не меньшие сложности возникают и при решении полученной системы уравнений методом конечных элементов. Основная проблема здесь заключается в описании взаимодействия неподвижной локальной сетки, связанной со статором и вращающейся сетки, наложенной на ротор. Для исключения необходимости перестраивать сетку вращающегося ротора на каждом шаге в программе "Maxwell 10.0"® был применен оригинальный подход, связанный с введением поверхности скольжения между перемещающимися элементами [2].

В общем случае уравнение электромагнитного поля в задаче о переходном процессе записывается в "Maxwell 10.0"® в следующем виде:

$$\nabla \times v \nabla \times A = \delta - \sigma \frac{\partial A}{\partial t} - \sigma \nabla v + \nabla \times H_c + \sigma v \times \nabla \times A, \quad (8)$$

где v – электрический скалярный потенциал;

σ – удельная проводимость;

v – скорость движения;

H_c – коэрцитивная сила постоянного магнита (введена для моделирования двигателей постоянного тока).

Уравнение вращательного движения записывается в следующей форме:

$$J \frac{d\omega_r}{dt} + \lambda \omega_r = T_{em} + T_{load}, \quad (9)$$

где J – момент инерции на валу двигателя;

ω_r – угловая скорость вращения ротора;

λ – коэффициент демпфирования;

T_{em} – электромагнитный момент на валу;

T_{load} – момент сопротивления.

Задача о расчете электромеханического переходного процесса в переменном электромагнитном поле решалась на интервале времени $t=0 \dots 0.3$ с. При этом осуществлялся прямой пуск с номинальным источником напряжения переменного тока при $T_{load}=0$ Нм и $\lambda=0$. Картина поля для момента времени $t=0.3$ с показана на рисунке 3. На рисунке 4 приведены кривые электромагнитного момента и угловой скорости ротора для модели, построенной с использованием пакета "Maxwell 10.0"® и модели, полученной на основе теории цепей в непреобразованной трехфазной системе координат (СК) (α - β - γ) [3].

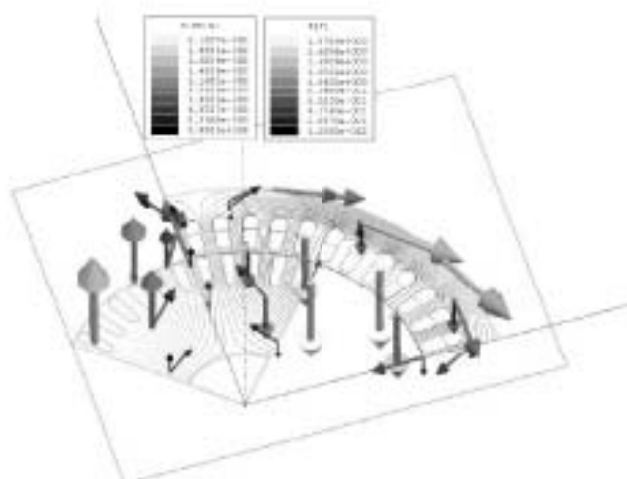


Рисунок 3 – Структура магнитного поля в поперечном сечении асинхронного двигателя 4A132S4Y3 при прямом пуске в момент времени $t=0.3$ с

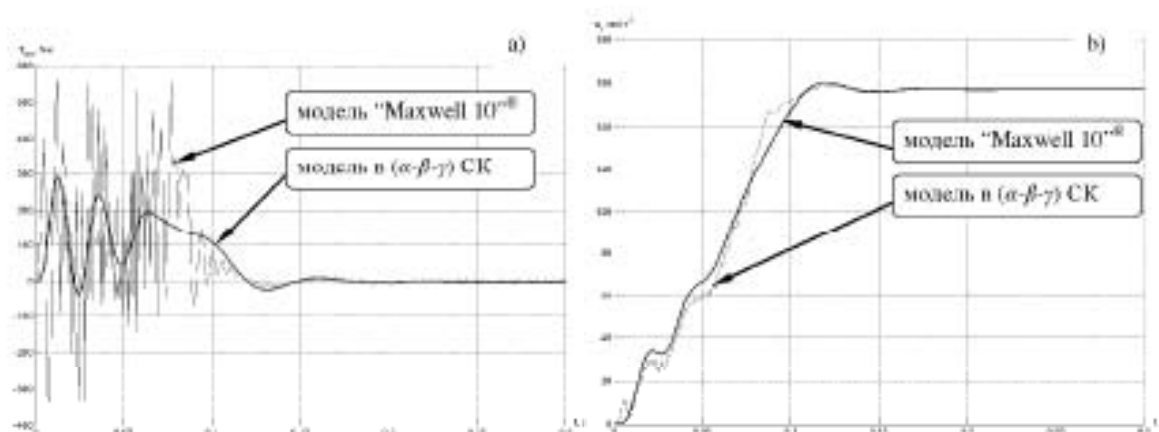


Рисунок 4 – Результат моделирования прямого пуска АД 4A132S4Y3: а – электромагнитный момент; б – угловая скорость вращения ротора

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанная выше распределенная модель электромеханического преобразования энергии позволяет перейти на новый качественный уровень анализа процессов, протекающих в электромагнитных и тепловых полях электрических машин. Использование такой модели в контуре регулирования в настоящее время несколько затруднено вследствие высоких требований к производительности микроконтроллера и объему оперативной памяти, но современные темпы развития микропроцессорной техники позволяют считать такую модель перспективной для внедрения в недалеком будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: учеб. для вузов / И. П. Копылов. – 2-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 1994. – 311 с.;
2. Biddlecombe C.S. Transient Electromagnetic Analysis Coupled to Electric Circuits and Motion / C. S. Biddlecombe, J. Simkin // IEEE Transaction on Magnetics, – 1998. – September. – vol. 34. – №5. – P. 106 – 112;

3. Мелихов А.Ю. Реализация трехфазной модели асинхронного двигателя в системе компьютерной математики "MATLAB 6.0"[®] / А. Ю. Мелихов, В.Г. Цуканов // Компьютерное моделирование электромагнитных процессов в физических, химических и технических системах : Материалы III международного семинара. – Воронеж, 2004. – С. 224 – 227.

Мелихов Артем Юрьевич

Аспирант кафедры проектирования, технологии электронных и вычислительных систем

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Тел.: +7 (4862) 419879

E-mail: science-orel@mail.ru