

тверждении правомерности использования метода АРЗ в инженерной практике.

1.Самойленко Н.И., Гавриленко И.А. Функциональная надёжность трубопроводных транспортных систем / Под ред. Н.И.Самойленко. – Харьков: ХНАМГ – Горловка: ЧП «Вид-во Ліхтар», 2008. – 180 с.

2.Ильин Ю.А. Надёжность водопроводных сооружений и оборудования. – М.: Стройиздат, 1985. – 240 с.

3.Евдокимов А.Г., Панасенко А.А. Оптимизация потокораспределения в инженерных сетях. – Харьков: Основа, 1996. – 136 с.

Получено 19.04.2010

УДК 621.313

М.В.ЧЕРНЯВСКАЯ, И.Т.КАРПАЛЮК, М.Л.ГЛЕБОВА, кандидаты техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОПИСАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Рассмотрены принципы построения математических моделей вентильных двигателей, основанные на замещении открытых и закрытых клапанов сопротивлениями.

Розглянуто принципи побудови математичних моделей вентильних двигунів, побудовані на заміщенні відкритих і закритих клапанів резистивними елементами.

Principles of construction of mathematical models of valve engines are considered based on substituting for the opened and closed valves on resistances.

Ключевые слова: вентильный двигатель, физическая модель, электромашинная постоянного тока, синхронная электрическая машина, математическая модель.

Анализ публикаций [1, 2] показывает, что при описании физических явлений и построении физических моделей используются два основных подхода классификации вентильных двигателей (ВД):

1) ВД представляется как коллекторная машина постоянного тока;

2) ВД рассматривается как совокупность синхронного двигателя и зависимого полупроводникового преобразователя.

Большинство авторов при анализе режимов работы ВД средней и большой мощности применяют второй способ, базирующийся на теории машин переменного тока. При этом можно выделить следующие методы исследования ВД:

- аналитические методы, описывающие процессы конечными аналитическими выражениями;
- методы, основанные на гармоническом анализе;

- методы исследования по мгновенным значениям переменных.

Решение вопросов, поставленных в данной работе, т.е. исследование рабочих (статических и динамических) режимов, различных модификаций ВД при широкой вариации параметров отдельных элементов системы, возможно при использовании третьей группы математических методов.

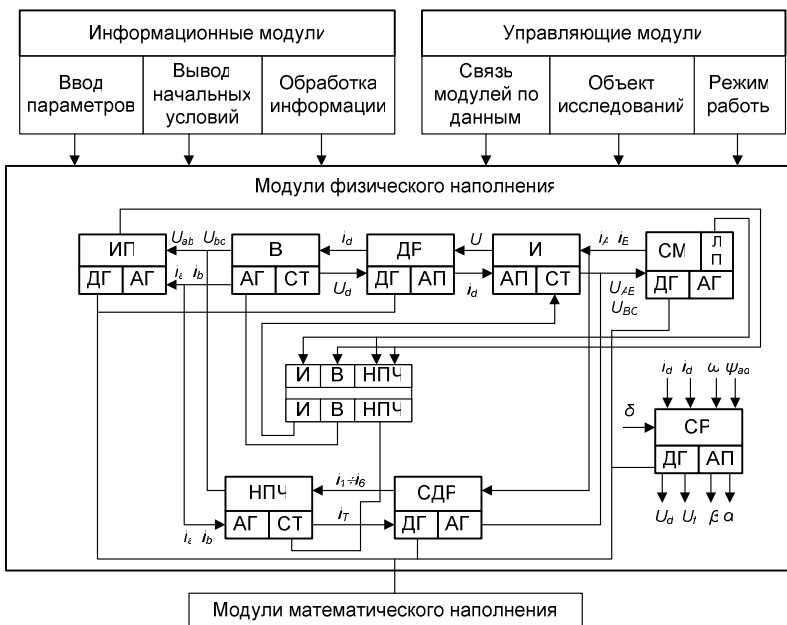
Данный подход позволяет с высокой степенью адекватности описать как процессы в отдельных элементах системы, так и взаимосвязи между ними.

Полупроводниковый преобразователь, благодаря систематическому чередованию проводящих и непроводящих состояний вентиляй, подключает к источнику питания поочередно те или иные контуры. Поэтому их моделирование в классической постановке связано с записью многих дифференциальных и алгебраических уравнений внешней цепи, соответствующих различным сочетаниям подобных состояний. Для текущего отрезка времени решению подлежат лишь отдельные группы уравнений, выборка которых осуществляется согласно логическим схемам работы каждого вентиля.

Значительный эффект как при формировании математической модели, так и при ее численной реализации имеет предложенный в [1] прием, заключающийся в замещении открытых или закрытых вентиляй сопротивлениями, которые без заметного ущерба для точности могут считаться постоянными. Тогда математическая модель представляет собой единую совокупность уравнений, содержащих в правых частях члены, дискретно изменяющиеся при переходе элементов из проводящего к непроводящему состоянию. Для организации непрерывного вычислительного процесса предложено пользоваться специальными матричными коэффициентами, принимающими в зависимости от рассматриваемого интервала те или иные фиксированные значения.

В целом математическая модель формируется в полном соответствии с реальной физической структурой объекта и использованием модульного принципа. Общая структура модели показана на рисунке. Здесь модули физического наполнения содержат описание синхронной машины (СМ), источника питания (ИП), сглаживающих дросселей (ДР или СДР), преобразователей (В-И или НПЧ), датчика положения ротора (ДПР) и системы регулирования (СР). Каждый из элементов системы представляется в модели в виде дифференциальных (ДП) или алгебраических (АП) уравнений, а элементы преобразователей дополнены логическими операторами состояний (СТ). Связь между модулями физического наполнения осуществляется по входным и выходным пе-

ременным, что на рисунке показано стрелками.



Структура математического моделирования ВД

Математические операции по решению систем дифференциальных уравнений (модули математического наполнения) и обработки информации выделены в отдельные блоки, что облегчает использование стандартных программ.

Объединение подмоделей в общую структуру после указания признаков объекта и режима исследования осуществляется управляющим модулем. Наконец, различные способы ввода исходных данных, начальных условий, вывод результатов на печать или графопостроитель в функции времени или в форме таблицы для амплитуд гармоник ряда Фурье по отдельным переменным обеспечивает информационный модуль.

Предлагаемая структура модели (рисунок), с одной стороны, отражает физические процессы в реальных элементах рассматриваемой системы, с другой – учитывает особенности численной реализации модели.

При математическом моделировании все параметры и переменные уравнений целесообразно представить в относительных единицах,

как доли некоторых базисных количеств. Применение относительных единиц уменьшает число коэффициентов и упрощает запись выражений, облегчает сопоставление и обобщение результатов расчета для машин различных типов, а также позволяет оперировать величинами, близкими по порядку, что делает более простой технику вычислений, снижает вероятность ошибок. Не проводя сравнение многих систем относительных единиц, оценку которых можно найти в [2], в данной работе за базовые переменные примем следующие значения:

1. Номинальную, кажущуюся мощность

$$P_{\delta} = P_H = m_1 U_H I_H ,$$

где m_1 – число фаз якорной обмотки.

2. Номинальное (фазное) напряжение якорной обмотки $U_{\delta} = U_H$.

3. Номинальный (фазный) ток $I_{\delta} = \frac{P}{m_1 U_{\delta}}$.

4. Полное сопротивление $Z = \frac{U_{\delta}}{I_{\delta}}$.

5. Синхронную (или номинальную) угловую частоту вращения

$$\Omega_{\delta} = \frac{p P_{\delta}}{\Omega_{\delta}} ,$$

где p – число пар полюсов СМ.

6. Вращающий момент $M_{\delta} = \frac{p P_{\delta}}{\Omega_{\delta}}$.

7. Потокосцепление, индуктирующее в якорной обмотке при базисной угловой частоте начальное напряжение $\psi_{\delta} = \frac{U_{\delta}}{\Omega_{\delta}}$.

8. Время, соответствующее повороту ротора при базисной угловой частоте на один электрический радиан $t_{\delta} = \frac{1}{\Omega_{\delta}}$.

Относительные параметры контуров индуктора нетрудно получить после приведения их к якорной обмотке с последующим делением на соответствующие базисные количества якоря. Наиболее рациональным способом приведения следует признать тот, при котором отношения между мощностями отдельных цепей остаются такими же, как до приведения. При этом базисная мощность для всех контуров модели оказывается одинаковой, а прочие базисные величины индуктора могут быть однозначно определены, если дополнительно выбра-

ны значения коэффициентов приведения по току (K_{ij}). Последние удобно вычислить из условия равенства безразмерных взаимных индуктивностей обмоток, обусловленных основным полем машины. Несмотря на относительную сложность расчета коэффициента K_{ij} , рассмотренные базисные количества широко применяются в теории синхронных машин, имея то преимущество, что уменьшают количество независимых параметров в уравнениях.

При использовании относительных единиц реальное время $t(c)$ заменяется безразмерной переменной $\tau = \frac{t}{t_0}$ (рад), а символ p_τ обозначает производную по синхронному (относительному) времени. Величина H_j может быть подсчитана через момент инерции J ротора ВД, а именно:

$$H_j = \frac{J \Omega_0^2}{p M_0}.$$

В дальнейшем все уравнения и соотношения, описывающие работу ВД, приводятся в относительных единицах. При этом уравнения для каждого элемента ВД записываются отдельно, в наиболее удобных координатах. Связь уравнений в единую систему осуществляется через значения токов и напряжений в точках соединения элементов.

1. Волчуков Н.П., Элксинс В.Я., Фаран А.Ш. Особенности протекания процессов в вентильных двигателях различного исполнения // Вісник Національного технічного університету «ХП». – Харків, 2001. – №12. – С.311-312.

2. Математическая модель электромагнитных процессов в вентильном двигателе / А.М.Русаков, А.Н.Соломин, Н.А.Окунеева, И.В.Шатова // Вестник Московского энергетического института. – 2007. – №3. – С.33-40.

Получено 11.03.2010

УДК 621.315

А.А.СЕРОБАБА

Харьковская национальная академия городского хозяйства

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА ПО ЦИРКАДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Анализируется эффективность источников света по их циркадному воздействию. Показано, что циркадная эффективность излучения значительно отличается от световой эффективности излучения для дневного зрения. Приводится оценка этой разницы, что позволило точнее оценить преимущества одних источников света над другими относительно их использования.

Аналізується ефективність джерел світла за їх циркадну дію. Доведено, що циркадна ефективність випромінювання значно відрізняється від світлової ефективності