Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) (проект № 19-07-00225А и 20-07-00122А.

1. Тартаковский, Г. П. Теория информационных систем. – М.: Физматкнига, 2005. – 304 с.
2. Чернышев К. Р. Симметричные меры дивергенции вероятностных распределений и идентификация систем. ИПУ Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. М. doi:10.18720/SPBPU/2/id20-153.
3. А. Е. Колесса, А. В. Пругло, С. С. Равдин Восстановление орбит по угловым измерениям Радиотехника №10 2005.
4. Chang C.B. Ballistic Trajectory Estimation with Angle-Only Measurements // IEEE Trans on AC, vol. AC-25, No 3, June 1980, pp. 474-480.
5. Прогноз орбитального движения космического аппарата. Численная модель. Электронный ресурс <https://docplayer.com/26524205-Prognoz-orbitalnogo-dvizheniya-kosmicheskogo-apparata-chislennaya-model.html>
6. Лавров В. В., Тестов А. В., Рындин К. Ю., Тюрин В. С. Устойчивый алгоритм выделения движущихся космических объектов и оценки их угловых координат на снимке звёздного неба, сформированном в условиях сложной фоновой обстановки. Изд. НИЦ «Л-Журнал» Тенденции развития науки и образования № 75-1 2021.
7. Фадеева Л. Н., Лебедев А. В., Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Эксмо, 2010. – 496 с. – (Новое экономическое образование).
8. Электронный ресурс <https://celestrak.com/NORAD/elements/>

Максимов Н.М., Головань И.Н., Корнякова О.Ю.

Возможность использования синхронной реактивной машины в качестве энергоэффективного электропривода

*Южно-Уральский государственный университет
(Россия, Челябинск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2021-147

Аннотация

В статье затрагивается вопрос об энергосберегающем электроприводе. В качестве использования предлагается синхронная реактивная машина независимого возбуждения. Данная машина отличается от остальных электродвигателей многофазной статорной обмоткой, «холодным» ротором, простой конструкцией и ввиду этого высокой надежностью. С помощью программы SimInTech была смоделирована структурная схема СРМНВ, проведены соответствующие исследования.

Ключевые слова: синхронная реактивная машина независимого возбуждения, структурная схема, математическая модель, SimInTech.

Abstract

The article touches upon the issue of an energy-saving electric drive. A synchronous reluctance machine of independent excitation is proposed for use. This machine differs from other electric motors by its multiphase stator winding, "cold" rotor, simple design and therefore high reliability. With the help of the SimInTech program, the structural diagram of the SRMNВ was modeled, and the corresponding studies were carried out.

Keywords: synchronous reactive machine of independent excitation, block diagram, mathematical model, SimInTech.

В настоящее время вопросу энергосбережения и энергоэффективности промышленного оборудования уделяется большое внимание [1]. Это обусловлено, во-первых, тарифом на электроэнергию, во-вторых, глобальными вопросами затрагивающими увеличивающийся уровень выбросов CO₂ при производстве электроэнергии [2]. Как показывает статистика, электрические двигатели потребляют около 70% всей электрической

энергии выделяемой на промышленность. Таким образом, задача повышения энергоэффективности электрических двигателей является актуальной.

В настоящее время такие крупные компании электрооборудования как ABB и Siemens предлагают использовать весьма энергоэффективные синхронные реактивные машины [3]. По причине широкого внедрения такого типа электрических двигателей нами предлагается рассмотреть один из вариантов реализации реактивного электромеханического преобразователя, который отличается от существующих конструкцией, остановимся на ней подробнее.

В предлагаемом электрическом двигателе статор выполнен неявнополюсным с распределенной обмоткой с полным шагом, причем конструкция обмоток является многофазной (6 фаз). Шихтованный явнополюсный ротор без обмоток с магнитной анизотропией. Главной особенностью является работа двигателя, а именно, когда обмотка находится над полюсом ротора, она выступает в роли якорной, а в случае расположения над межполюсным расстоянием обмотка выступает в роли обмотки возбуждения. Таким образом, статорная обмотка является в роли якорной и в роли возбуждения, в зависимости от расположения обмотки над ротором. Данный тип двигателя получил название "Синхронная реактивная машина независимого возбуждения".

Этот тип двигателей имеет:

- повышенную надежность;
- живучесть машины;
- технологичность изготовления;
- высокую энергоэффективность из-за отсутствия обмоток на роторе.

Рисунок 1. Структурная схема СРМНВ

Структура системы управления выполнена с отрицательной обратной связью по току якоря и току возбуждения. С помощью регуляторов тока РТ осуществляется настройка контура регулирования тока якоря и возбуждения. Регулятором скорости РС настраивается внешний контур регулирования скорости. Регулятор момента РМ позволяет настраивать внутренний контур регулирования электромагнитного момента. Настройка контуров осуществляется подбором параметров и структуры регуляторов методом частотного анализа для обеспечения рабочих характеристик электропривода.

Таким образом, перед нами была поставлена задача с помощью программы математического моделирования SimInTech [4] создать структурную схему СРМНВ для проведения дальнейших исследований и снятия переходных процессов. Для этого были использованы простейшие блоки ТАУ программы SimInTech (рис.2)

Рисунок 2. Структурная схема СРМНВ в программе SimInTech

Рисунок 3. Переходный процесс СРМНВ по скорости

В качестве регулятора контура скорости возможно использовать как П-канал, так и ПИ-канал, для точного поддержания скорости. Как видно из переходного процесса по контуру скорости, в момент наброса нагрузки кратной двум номиналам, система остается устойчивой.

Резюмируя полученные в ходе испытаний результаты, синхронная реактивная машина независимого возбуждения отлично справляется с поставленными задачами, показывая устойчивую работу во всех диапазонах. Полученные данные рекомендуется использовать при изучении дисциплин «Теория электропривода» и «Системы управления электроприводов».

1. Энергосбережение в электроприводе: монография / Ю.С. Усынин, М.А. Григорьев, А.Н. Шишков, С.М. Бутаков; под ред. Ю.С. Усынина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 104с.
2. Усынин Ю.С. Многосвязные системы управления электроприводов с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения // Электротехника. – 2014. №10. – С.49-53.
3. Усынин Ю.С. Электроприводы и генераторы с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения / Ю.С. Усынин, М.А. Григорьев, К.М. Виноградов // Электричество. – 2007. №3. – С.21-26.
4. <https://simintech.ru/>

Максимов Н.М., Головань И.Н., Корнякова О.Ю.
Моделирование пуска ДВС от накопителя кинетической энергии

*Южно-Уральский государственный университет
 (Россия, Челябинск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2021-148

Аннотация

В статье затрагивается проблема затрудненного запуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в условиях крайнего севера. Для решения данного вопроса предложена система с интегрированным накопителем кинетической энергии, в роли которого выступает маховик. В программе SimInTech построена структурная схема двигателя постоянного тока с интегрированным накопителем кинетической энергии. Проведены исследования пуска ДВС