

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА,
МЕХАТРОНИКИ И РОБОТОТЕХНИКИ**

УДК 62-83:621.313.3

**ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НА БАЗЕ СИНХРОННОЙ
РЕАКТИВНОЙ МАШИНЫ НЕЗАВИСИМОГО
ВОЗБУЖДЕНИЯ**

Д.А. Сычев

Южно-Уральский государственный университет, Россия,

г. Челябинск

dmitry.epa@gmail.com

Аннотация

Основными требованиями, предъявляемыми сегодня к тяговому электроприводу, являются, прежде всего: надежность, широкий диапазон регулирования скорости и высокая перегрузочная способность [1,2,3]. Наиболее перспективным, на наш взгляд, здесь является электропривод с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения [4,5,6].

Ключевые слова: тяговый электропривод, синхронная реактивная машина независимого возбуждения.

**TRACTION ELECTRIC DRIVE ON THE BASIS OF THE
FIELD REGULATED RELUCTANCE MACHINE**

D.A. Sychev

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

dmitry.epa@gmail.com

Abstract

Nowadays the main requirements for traction electric drive are first of all: reliability, wide speed range and high overload capacity [1,2,3]. The most promising to our opinion is a drive with the field regulated reluctance machine [4,5,6].

Key words: traction electric drive, field regulated reluctance machine.

Анализ перегрузочной способности

Данная машина представляет собой достаточно простую конструкцию: статор, точно такой же, как и у асинхронного двигателя, односторонняя обмотка с полным шагом, и ротор, выполненный без обмотки (рис. 1).

Принцип действия данной машины следующий: если по обмоткам 1–1' и 2–2' пропустить постоянный ток, то он создаст поток по продольной оси машины. Если теперь по обмоткам 3–3', 4–4', 5–5' и 6–6' начать пропускать ток, то взаимодействуя с этим потоком, он будет создавать электромагнитный момент. Обмотки следует переключать в зависимости от текущего положения ротора. Другими словами, одна и та же обмотка должна в нужный момент выполнять либо функцию возбуждения, либо функцию создания момента.

Проще всего реализовать данный принцип работы можно, если запитать каждую обмотку от собственного (отдельного) источника тока, сигнал задания на который будет приходить с узла формирования фазных токов, реализованного посредством микропроцессорной электроники.

Очевидно, что при такой системе управления достаточно просто реализуется режим ослабления поля, так как величины токов возбуждения и якоря задаются независимо. Данное обстоятельство дает электроприводу с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения большие преимущества по сравнению, например, с синхронной машиной, возбуждаемой от постоянных магнитов. Кроме того стальной ротор стоит в несколько раз дешевле ротора, выполненного из редкоземельных материалов и не меняет своих магнитных свойств при изменении температуры, что, безусловно, важно для тягового электропривода, работающего в условиях умеренного климата. Бесконтактность и высокая механическая прочность ротора делают электропривод с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения одним из самых надежных [7].

Для оценки работоспособности электропривода была разработана математическая модель средствами программного компонента ANSOFT Simplorer [8, 9, 10]. Преимуществом данной среды является простота интегрирования конечно-элементной модели электрической

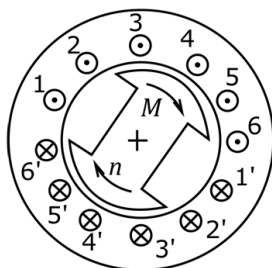


Рис. 1. Шестифазный реактивный двигатель независимого возбуждения

машины, разработанной в программном продукте ANSOFT Maxwell. Данная модель учитывает нелинейность кривой намагничивания стали, из которой выполнен двигатель, краевые эффекты, насыщение источников питания, и, самое главное, работу машины от преобразователя.

Модель позволяет имитировать статическую нагрузку на валу, формировать фазный ток требуемой формы и управлять движением в замкнутой по скорости системе.

На первом этапе был произведен анализ перегрузочной способности машины. На рис. 2 приведена зависимость электромагнитного момента от тока. В общем случае данную кривую можно разбить на 2 участка: линейный и участок насыщения, когда рост момента происходит исключительно за счет увеличения тока. В нашем случае момент возрастает пропорционально току вплоть до 4 номиналов [11, 12, 13].

Наименьшая скорость, которую электропривод стабильно поддерживает под действием номинального момента, 1 об./мин. Контур скорости при этом обрабатывает коммутационные пульсации момента. Стоит отметить, что максимальная скорость в данном приводе ограничена лишь возможностями коммутационной аппаратуры.

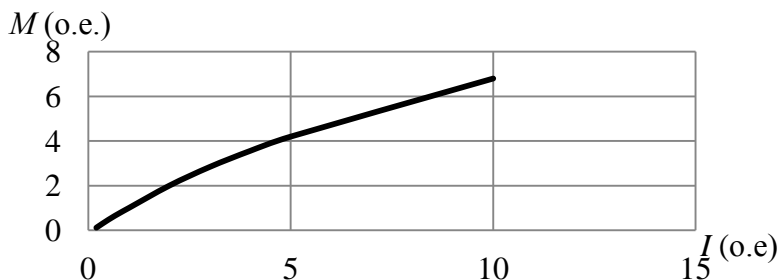


Рис. 2. Моментная характеристика

Заключение

Электропривод с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым сегодня к тяговому электроприводу и является наиболее перспективным в данной отрасли.

Список литературы

1. Brylina O., Tsyтович L. Electric drive of centrifugal mechanisms with parallel channels of regulation on the basis of multizone sweep con-

verter // Materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Strategiczne pytania światowej nauki - 2013» Volume 30. Techniczne nauki. Budownictwo i architektura.: Przemysł. 2013. – P.55-58.

2. Брылина О.Г., Гельман М.В., Пундик М.А. Исследование обратимого преобразователя напряжения // Электротехнические системы и комплексы: межвузовский сб. науч. трудов. Вып. 20. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. — С. 457 – 461.

3. Усынин Ю.С., Григорьев М.А., Шишков А.Н. и др. Потери в регулируемых электроприводах при разных законах управления // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2010. – Вып. 13. – № 14(190). – С. 47 – 51.

4. Усынин Ю.С., Григорьев М.А., Шишков А.Н., Бычков А.Е., Белоусов Е.В. Развитие частотных методов синтеза электроприводов с синхронными электрическими машинами // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2011. – Вып. 16. – №34(251). – С. 21 – 27.

5. Усынин Ю.С., Григорьев М.А., Шишков А.Н. Вентильный электропривод с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения // Электротехника. - 2013.- № 3. - С. 37-43.

6. Усынин Ю.С., Лохов С.П., Григорьев М.А., Шишков А.Н., Белоусов Е.В. Электроприводы с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения для станов холодной прокатки труб // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2012. – Вып. 17. – №16(275). – С. 107 – 110.

7. Усынин Ю.С., Григорьев М.А., Шишков А.Н., Гладышев С.П., Горожанкин А.Н. Синтез системы управления электроприводом с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2012. – Вып. 18. – №37(296). – С. 38-41.

8. Усынин Ю.С., Григорьев М.А., Шишков А.Н., Бычков А.Е., Кашаев Д.И., Москов Т.Т. Энергосбережение в электроприводах тягодутьевых механизмов многосвязных объектов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2011. – Вып. 15. – №15(232). – С. 40 – 45.

9. Усынин Ю.С., Григорьев М.А., Шишков А.Н., Журавлев А.М., Лохов С.П. Параметрическая оптимизация частотнорегулируемых электроприводов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2012. – Вып. 18. – №37(296). – С. 30-33.

10. Григорьев М.А. Удельные массогабаритные показатели электроприводов // Вестник Южно-Уральского государственного универ-

ситета. Серия «Энергетика». – 2013. – Том 13. – №1. – С. 111-117

11. Григорьев М.А. Электропривод с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2013. – Том 13. – №1. – С. 118-123.

УДК 62-83:621.313.3

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С СИНХРОННОЙ РЕАКТИВНОЙ МАШИНОЙ НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Д.А. Сычев

*Южно-Уральский государственный университет, Россия,
г. Челябинск*

dmitry.epa@gmail.com

Аннотация

На сегодняшний день совершенствование технологии производства повышает требования к современному регулируемому электроприводу. Такие требования как высокая перегрузочная способность, широкий диапазон регулирования скоростей, простота изготовления и высокая механическая прочность ротора могут быть обеспечены только при комплексном подходе к проектированию электропривода с учетом совместной работы преобразователя и двигателя [1,2].

Ключевые слова: конечно-элементный анализ, синхронная реактивная машина с независимым возбуждением.

MATHEMATIC SIMULATION OF THE ELECTRIC DRIVE WITH THE FIELD REGULATED RELUCTANCE MACHINE

D.A. Sychev

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

dmitry.epa@gmail.com

Abstract

Nowadays the improvement in technology of production increases the demands on the modern regulated electric drive. Such requirements as high overload capacity, a wide range of speed regulation, ease of fabrication and high mechanical resistance of the rotor can be achieved only through a complex approach to the design of the electric drive with respect to the