

УДК 621.3

**К.М. Мирсаитов, аспирант**

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

## **МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ РОТОРА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ХОДУ**

*Рассмотрен метод идентификации параметров короткозамкнутого ротора асинхронного двигателя. Для реализации метода не требуется извлечение двигателя из производственного процесса. Метод основан на классическом опыте короткого замыкания и заключается в исследовании параметров короткого замыкания высших гармоник поля машины.*

**Введение.** Широкое распространение получают системы векторного управления асинхронным электроприводом [1], в которых трудно измеряемые характеристики вычисляются путем математического моделирования процессов в электроприводе. Последнее выгодно с точки зрения уменьшения громоздкости системы (требуется минимальное количество датчиков), но может привести к неустойчивой работе вследствие изменения реальных параметров системы. Ключевыми параметрами являются индуктивности и активные сопротивления фаз статора и ротора, а также их взаимная индуктивность. Наиболее подвержено изменению активное сопротивление ротора (зависимость от частоты вращения и температуры). Изменение геометрии обмоток влияет как на активные, так и на индуктивные сопротивления фаз статора и ротора.

Стандартный промышленный преобразователь частоты LG IS5 мощностью 2 кВт способен работать в режиме бездатчикового векторного управления. Ввод параметров обмоток двигателя может осуществляться по трем путям.

1. Указание типа двигателя (параметры некоторых типов двигателей присутствуют в базе данных преобразователя). Существенный недостаток – не подходит для двигателей, не присутствующих в списке.
2. Указание параметров обмоток напрямую (требуется знать параметры конкретного двигателя).
3. Режим автонастройки («автотюннинг»). Данный режим предназначен для однократного испытания двигателя подключением его к нагрузке. Автоматическая настройка проходит в несколько этапов, при этом на статор подается переменное напряжение с увеличением во времени частоты (ротор неподвижен). На следующих двух этапах происходит разгон двигателя в прямом, а затем в обратном направлениях. Что конкретно происходит во время режима «автотюннинг», фирмой-производителем не раскрыто. Но в любом случае можно предполагать, что тестирование происходит единожды и последующее изменение физических параметров не будет установлено без повторного проведения «автотюннинга».

**Цель статьи** – разработать способ проведения мониторинга параметров двигателя, в частности, активного сопротивления ротора; разработать устройство, которое будет сигнализировать или передавать информацию о наличии изменений в параметрах двигателя в преобразователь частоты. Второстепенной целью можно назвать диагностику состояния двигателя, реализуя на практике идеи, описанные в [2].

### **Результаты исследования.**

Традиционными и неизменными путями определения параметров схемы замещения АД, и следовательно, параметров его обмоток, являются опыты холостого хода и короткого замыкания. Для их проведения требуются специальные условия, при которых двигатель выводится из рабочего режима и механически отсоединяется от приводимого механизма. Использование этих методов непосредственно не удовлетворяет цели исследования.

Для начала будем вычислять лишь состояния активного сопротивления и индуктивности статора. В [3] приведена теория математического описания работы АД при овальном поле. Рассматриваются общие принципы описания двигателя, в напряжении питания которого присутствуют две гармоники. Рассмотрим упрощенную модель (пригодна для установившегося режима), показанную на рисунке 1.

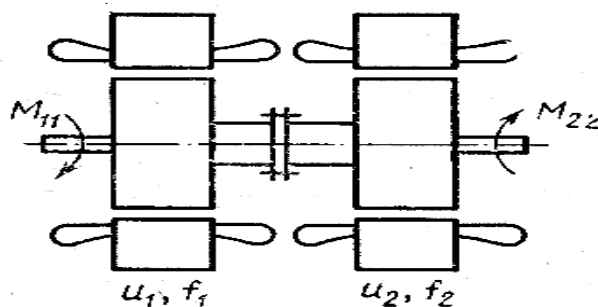


Рисунок 1 – Эквивалентное представление АД при моделировании двух гармоник в воздушном зазоре

Данное представление свидетельствует о том, что воздействие нескольких гармоник можно рассматривать как действие одной из гармоник на отдельно взятый АД, причем валы этих АД объединены.

Решающую роль в формировании результирующего электромагнитного момента играет первая гармоника. Пренебрегая вкладом высших гармоник, предположим, что синхронная частота системы АД будет равна синхронной частоте АД главной гармоники. Важен тот факт, что частота вращения ротора всех АД будет одинаковой и задается первой гармоникой. Отсюда можно сделать вывод, что все остальные АД, для которых синхронные частоты в  $k$  раз выше (для  $k$ -й гармоники), находятся в состоянии, которое приближенно можно считать режимом короткого замыкания АД.

Таким образом, фильтруя из общего спектра сигнала нужные частоты, можно находить активное и реактивное сопротивление короткого замыкания. Далее обрабатывать эти данные, как в классическом опыте короткого замыкания.

Трудность реализации такого метода состоит в том, что в спектре сигнала нет постоянных высших гармоник, с которыми можно работать.

Современные преобразователи частоты формируют выходное напряжение с помощью ШИМ, резкие фронты импульсов которых создают широкие спектры частот. Однако и при этом нельзя гарантировать постоянное присутствие определенной частоты в спектре. Для решения этой проблемы предлагается искусственное генерирование седьмой гармоники в напряжении питания с помощью ШИМ.

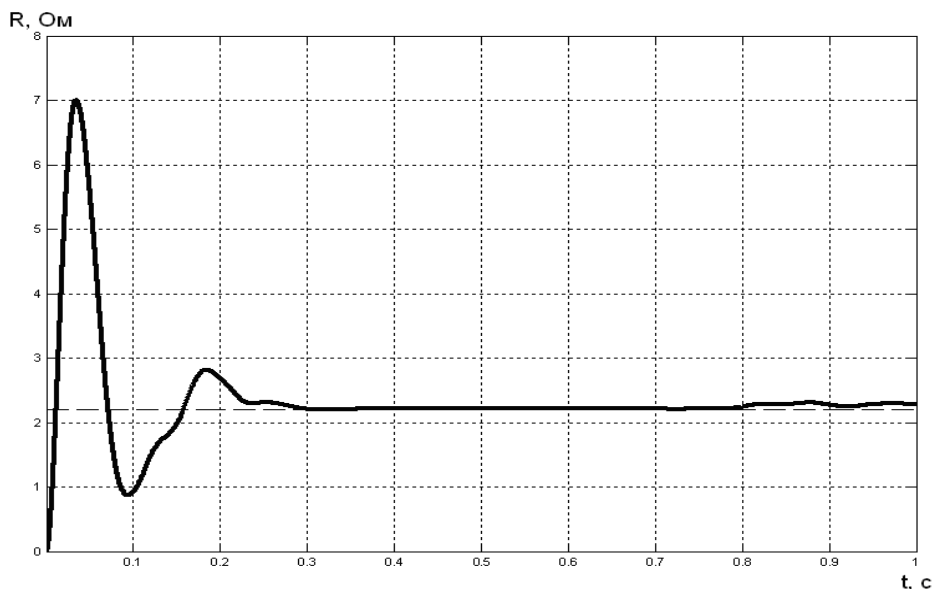


Рисунок 2 – Зависимость рассчитанной активной составляющей сопротивления короткого замыкания двигателя

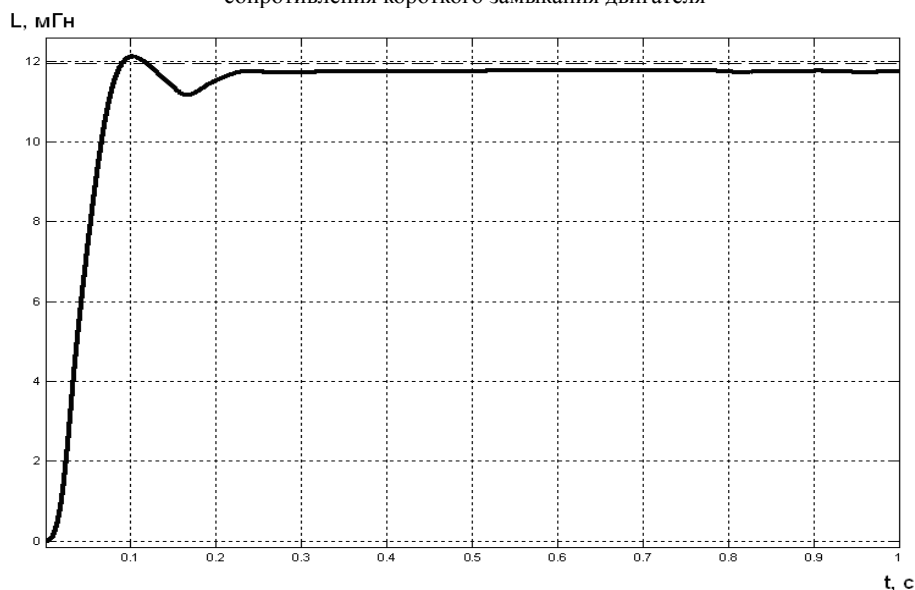


Рисунок 3 – Зависимость рассчитанной индуктивности короткого замыкания двигателя

Математические расчеты, проведенные в среде MatLab 7.1, показали верность предложенных гипотез. На рисунках 2 и 3 показаны результаты определения параметров короткого замыкания двигателя. Штриховой линией обозначены истинные параметры КЗ.

**Вывод.** Математическое моделирование подтвердило гипотезу о возможности определения параметров АД в рабочем режиме. *Задачей дальнейших исследований* является создание экспериментального преобразователя частоты со встроенным блоком диагностики АД.

#### ***Библиографический список***

1. Бичай В.Г. Состояние, тенденции и проблемы в области методов управления асинхронными двигателями / В.Г. Бичай, Д.М. Пиза, Е.Е. Потапенко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. — 2001. — № 1. — С. 138 – 144.

2. Петухов В.С. Диагностика состояния электродвигателей на основе спектрального анализа потребляемого тока / В.С. Петухов. — <http://www.td.ru/content/view/66/1/>.

3. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: учебник для вузов / И.П. Копылов. — М.: Высшая школа, 1987. — 248 с.

4. Мирсаитов К.М. Математическое моделирование асинхронного двигателя для применения в бездатчиковой системе векторного управления электроприводом: Статья / К.М. Мирсаитов, А.М. Олейников // Вестник СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. научн. тр. — Севастополь, 2006. — Вып. 75. — С. 208 – 212.

***Поступила в редакцию 12.12.2007 г.***