

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НАУКЕ И ИННОВАЦИЯМ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ НАУК  
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ВОРОНЕЖСКИЙ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ТРУДЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ ШКОЛЫ-КОНФЕРЕНЦИИ**

**ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

•

**HIGH TECHNOLOGY OF ENERGY SAVING**

**ВТЭС • 2005 • HTES  
8-9 декабря 2005 г.**

**Воронеж**

<i>Ладанов А.С. (Россия). Электромагнитная совместимость автономных инверторов тока и напряжения с питающей сетью.....</i>	<i>50</i>
<i>Ладанов А.С. (Россия). Энергосберегающие выпрямители с улучшенной электромагнитной совместимостью.....</i>	<i>51</i>
<i>Лесных М.А. (Россия), Савинов И.О. (Россия), Шалимов Ю.Н. (Россия), Бэгаматов Б.К. (Таджикистан). Ресурсосберегающие технологии в энергетике.....</i>	<i>53</i>
<i>Лесных М.А. (Россия), Шалимов Ю.Н. (Россия), Холов Ш.Р. (Таджикистан). Система управления режимами газогенератора на базе персонального компьютера.....</i>	<i>54</i>
<i>Лоскутов И.В. (Россия), Мелихов А.Ю. (Россия). Анализ методов идентификации параметров асинхронных двигателей.....</i>	<i>55</i>
<i>Лядов Ю.С. (Россия), Зайцев А.И. (Россия), Нгуен Тхи Минь Чанг (Вьетнам). Анализ установившихся процессов в трехфазном трансформаторе.....</i>	<i>57</i>
<i>Лядов Ю.С. (Россия), Зайцев А.И. (Россия), Нгуен Динь Хоа (Вьетнам). Влияние емкостных токов на трехфазную систему электроснабжения.....</i>	<i>59</i>
<i>Мелихов А.Ю. (Россия), Натгаоци А. (Франция). Проблемы анализа переходных процессов в асинхронных двигателях в режимах пуска с источником синусоидального напряжения бесконечной мощности.....</i>	<i>60</i>
<i>Моргун С.М. (Россия), Семернин Д.Ю. (Россия), Богатырев Н.И. (Россия). Индукционный проточный нагреватель с трехслойным магнитопроводом.....</i>	<i>62</i>
<i>Низовой А.Н. (Россия), Акрам Хамид (Ирак). Экономическая целесообразность выравнивания графика нагрузки бытовых потребителей.....</i>	<i>64</i>
<i>Обух О.А. (Россия). Технические требования к электроприводу вращателя бурового станка.....</i>	<i>65</i>
<i>Озерной Н.А. (Россия), Майоршин А.Н. (Россия). Энергосберегающие технологии на основе применения вихревых теплогенераторов.....</i>	<i>66</i>
<i>Пархоменко Г.А. (Россия), Ткачук В.Н. (Россия), Чумак В.В. (Украина). О порядке конструирования электрической машины.....</i>	<i>66</i>
<i>Пархоменко Г.А. (Россия), Тертышникова В.Е. (Россия), Луценко Е.В. (Россия). Частотный пуск синхронных двигателей.....</i>	<i>68</i>
<i>Пахомов А.В. (Россия), Шагинян Т.С. (Россия). Информационная модель состояния систем энергообеспечения объектов.....</i>	<i>70</i>
<i>Пелипенко В.В. (Россия), Нюхин Р.О. (Россия), Рыжакова Е.А. (Украина). Оценка вариантов длительного хранения рао на АЭС.....</i>	<i>71</i>
<i>Перцев Ю.А. (Россия), Шагинян Т.С. (Армения). Энергосберегающие технологии изготовления микроэлектродвигателей постоянного тока.....</i>	<i>72</i>
<i>Платонов Б.А. (Россия), Птицын С.В. (Россия), Бурковский В.Л. (Россия). Модели прогнозирования регионального газопотребления на основе кривых сезонных колебаний.....</i>	<i>73</i>
<i>Поваляев В.А. (Россия), Романов В.В. (Россия), Бурковский В.Л. (Россия). Безредукторный электропривод поступательного движения.....</i>	<i>74</i>

компьютер, который в свою очередь обрабатывает полученные сигналы по заданной программе и подает управляющие команды в систему управления тепловыми режимами отдельных секций газогенератора.

Создание такой системы возможно лишь при наличии дополнительных устройств регулирования, обеспечивающих равномерную подачу компонентов реагирующих веществ в широком интервале изменения концентрации и температуры. Подобные датчики существуют в единичных экспериментальных экземплярах и являются уникальными.

Принципиально система управления действует следующим образом: сигналы с выхода датчиков поступают на вход коммутирующего устройства, обеспечивающего их разделение по параметрам с выдачей сигналов на систему преобразования. Система преобразования представляет собой электронные блоки с элементами логических схем и обеспечивает формирование сигналов поступающих на вход регуляторов параметров (давления, температуры и химического состава газа). Программа управления задается в зависимости от вида топлива и химического состава генерируемых продуктов.

Концентрация исходных компонентов генерируемого газа достигается изменением подачи газов – компонентов в реакционный объем. При этом регулирование количества подаваемого газа осуществляется в автоматическом режиме системой, работающей в условиях глубокой отрицательной обратной связи, т.к. контроль параметров производится в непрерывном режиме, а объем реакционного пространства газогенератора составляет примерно  $100 \text{ м}^3$  с учетом того, что часть реагирующего топлива находится в твердой фазе, то регулирование скорости процесса можно осуществлять в режиме медленного изменения концентрации реагента. Для регулирования температуры в зонах реакции предусмотрена система, обеспечивающая необходимый прирост температуры за счет избыточной принудительной подачи кислорода.

Для обеспечения точного поддержания параметров процесса (температура, концентрация, давление) могут быть использованы системы, основанные на аналоговых схемах типа ADuC824.

Использование таких систем дает возможность управлять работой газогенератора с помощью специально разработанных программ на базе IBM PC совместимого компьютера с минимальными требованиями Pentium-II 433 MHz, 128 Mb.

В этом случае программа обеспечивает вывод контролируемых параметров в цифровом варианте для визуального контроля оператором работы системы и автоматического управления регулирующими устройствами. Оператору на монитор в виде столбиков выдаются параметры, получаемые с датчиков. Кроме того на экран выводится мнемоническая схема основных элементов и узлов управления газогенератора с указанием состава газовой смеси в рабочих зонах реактора. Режимы работы газогенератора сохраняются в ПЗУ для возможности анализа технологического процесса.

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*И. В. ЛОСКУТОВ, РОССИЯ  
А. Ю. МЕЛИХОВ, РОССИЯ*

**Э**нергосбережение стало в последние годы одним из приоритетных направлений технической политики во всех развитых странах мира. Анализ структуры потерь в сфере производства, распределения и потребления электроэнергии показывает, что определяющая доля последних (порядка 90 %) приходится на сферу

энергопотребления. Электропривод, являясь энергосиловой основой современного производства, потребляет около 60 % всей вырабатываемой электроэнергии [1], следовательно, основной эффект энергосбережения может быть получен именно в этой сфере.

В последнее время особый интерес вызывает проблема создания глубоко регулируемых приводов на базе трехфазных асинхронных двигателей (АД), но их разработка встречает целый ряд затруднений. Наибольших успехов удастся достичь, используя векторное или прямое цифровое управление двигателями. Оба этих метода требуют знания точных значений параметров схемы замещения асинхронных двигателей. Эти параметры в большинстве справочников не приводятся, приводятся не полностью или являются недостаточно точными. Кроме того, из-за нарушения технологического процесса, различных технологий на разных заводах-изготовителях, паспортные параметры машины могут отличаться от справочных данных на 10–20 %. Следовательно, при проектировании высококачественного привода у разработчика возникает необходимость знания точных параметров двигателя.

Основная цель нашей работы заключается в анализе и классификации существующих в настоящее время методов идентификации параметров АД.

Приведем выдержку из книги Трофимова А. И. и др. «Методы теории автоматического управления, ориентированные на применение ЭВМ [2]: «Проблема идентификации является в настоящее время одной из основных проблем теории и практики управления. Результат ее решения – исходные данные для проектирования системы управления, не располагая которыми часто нельзя выполнить ни оптимизации, ни синтеза, ни анализа системы управления. Выбранный метод идентификации должен соответствовать способу описания исходных данных и выявлять свойства, соответствующие данному описанию».

Известные в настоящее время методы идентификации можно представить в виде следующей структурной схемы (рис. 1).



Рис. 1. Классификация задач идентификации

Идентификация параметров АД может быть выполнена для двух режимов работы:

- Установившийся режим работы АД.

– Переходной режим работы АД.

Методы и алгоритмы идентификации параметров в установившемся режиме работы АД к настоящему времени широко развиты и представлены в отечественных и зарубежных публикациях.

В это же время методы и алгоритмы идентификации параметров АД в переходном режиме до сих пор развиты достаточно слабо и не отвечают основным предъявляемым требованиям: величина погрешности идентификации, быстродействие алгоритмов.

Один из наиболее распространенных методов идентификации параметров АД в переходных режимах – стохастический метод. Он основывается на вычислении ошибки ответа АД и эквивалентной математической модели на внешние воздействия. На основании полученных значений ошибки проводится корректировка параметров АД различными методами (метод градиентного спуска, наименьших квадратов, градиентный метод Гаусса-Ньютона).

Стохастический метод позволяет получать результат с погрешностью порядка 0,02 %, но при этом требует достаточно продолжительное время, что не позволяет использовать этот метод для идентификации в режиме реального времени.

Основным заключением нашей работы является вывод о недостаточном развитии методов и алгоритмов идентификации параметров АД в переходных режимах. Однако, одновременно с развитием асинхронного электропривода потребность в таких исследованиях все более и более возрастает.

#### Литература

1. Хечуев Ю.Д. Результаты испытаний и опытной эксплуатации на предприятиях ремонта КМА энергосберегающих устройств на основе частотно-регулируемого электропривода с транзисторными преобразователями//Электротехника. – 2000. – № 6.
2. Трофимов А.И. и др. Методы теории автоматического управления, ориентированные на применение ЭВМ. – М.: Энергоатомиздат, 1997.
3. Величко Г.В. Метод идентификации параметров асинхронных трехфазных двигателей ориентированных на использование в автоматизированном электроприводе//Автоматизация и управление в машиностроении. – 2000. – № 11. – с.21–25.

## АНАЛИЗ УСТАНОВИВШИХСЯ ПРОЦЕССОВ В ТРЕХФАЗНОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ

Ю. С. ЛЯДОВ, РОССИЯ  
А. И. ЗАЙЦЕВ, РОССИЯ  
НГУЕН ТХИ МИНЬ ЧАНГ, ВЬЕТНАМ

Как отмечалось в [1], для объяснения физической сущности процессов, протекающих в трехфазном трансформаторе в режиме продольной несимметрии (например, обрыв одной из фаз) удобно использовать метод симметричных составляющих. При этом, основной вычислительной трудностью является гармонический анализ полученных кривых с определением амплитуд и фаз гармоник в заданном диапазоне частот.

Нами был исследован режим холостого хода 3-фазного 2-обмоточного трансформатора со схемой обмоток звезда-треугольник (11 группа) при учете емкостных проводимостей фаз на землю. Физическая модель такого трансформатора реализована на комплексном лабораторно-исследовательском стенде. Использовались выносные шунты омическим сопротивлением порядка 0,11 Ом с малой собственной индуктивностью. Для измерения напряжений использовались простейшие