

компьютерного мониторинга, результаты которого далее могут быть использованы для решения ряда задач в асинхронном электроприводе горных машин. В структуру экспериментального образца этого устройства входит совокупность наблюдателей, объединенных управляемым устройством, производящим сканирование параметров и переменных АД, накапливающая матрица, анализатор текущих значений и их приращений относительно значений предыдущих тактов и матрица с набором эталонных значений, которые вводятся в нее в начале эксплуатации заведомо исправного АД. Отличительной особенностью данного устройства является то, что оно реализовано в основном программным образом, а физически состоит лишь из ноутбука с измерительной системой, в которую входят датчики тока, напряжения, частоты вращения и плата аналого-цифрового преобразования.

Устройство позволяет осуществлять функциональное диагностирование и прогнозирование состояния АД, а также может быть использовано для превентивной защиты АД от аварийных ситуаций. При использовании в составе горных машин частотно-регулируемого электропривода оно может быть использовано в качестве его информационной части. В этом случае могут использоваться лишь часть компонентов векторов θ_s и θ_d .

Таким образом, применение современных компьютерных технологий, в том числе с использованием представленных в данной статье решений, может перевести эксплуатацию и обслуживание асинхронных электроприводов горных машин на более высокий качественный уровень и повысить тем самым их функциональную надежность и эффективность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каширских В.Г. Определение в реальном времени активного сопротивления и потокосцепления ротора асинхронного двигателя при его работе в установившемся режиме / В.Г. Каширских, В.М. Завьялов // Вестн. КузГТУ, 2003. - №1. – С. 21-24.
2. Каширских В.Г. Оценка активного сопротивления ротора асинхронного электродвигателя с помощью нейронной сети / В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-17: Сб. трудов 17-й Международ. науч. конф.: В 10 т. Т. 5 Секция 5 / Под общ. ред. В.С. Балакирева. – Кострома: изд-во Костромского Гос. технол. ун-та, 2004. – С. 161-163.
3. Каширских В.Г. Динамическая идентификация асинхронных электродвигателей с учетом значимости параметров / В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский // Вестн. КузГТУ, 2005. – С. 73-74.
4. Ключев В.И. Теория электропривода: Учеб. для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.

□ Автор статьи :

Каширских
Вениамин Георгиевич
- канд. техн. наук, доц., зав. каф.
электропривода и автоматизации

УДК 621.313.33

Е.В. Каширских, М.В. Бердников

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для эффективного управления асинхронными электродвигателями (АД) и двигателями постоянного тока (ДПТ) необходимо знать их реальные параметры, поскольку данные из каталогов являются проектными. Для нахождения значений параметров, а также для комплексных исследований различных режимов работы двигателей с целью оптимизации систем защиты, управления и диагностики необходим испытательный стенд с универсальным нагрузочным

устройством.

Разработанный и изготовленный нами для этих целей стенд позволяет:

- испытывать любые двигатели постоянного тока и асинхронные двигатели мощностью до 5 кВт, со скоростью вращения до 6000 об/мин и обеспечивать при этом значения момента сопротивления на валу испытуемого двигателя в пределах до 25 Нм с возможностью изменения характеристик нагрузления как автоматически, так и

вручную;

- проводить испытания различных режимов и устройств пуска АД при разных условиях нагружения;

- проводить испытания устройств для мониторинга параметров и состояния АД и ДПТ в процессе работы;

- проводить исследования регулируемых электроприводов на основе АД и ДПТ с различными преобразователями и системами управления для разных режимов нагружения.

Тип исп. Модулей	U_{RRM}	$I_{T(AV)}$	I_{FMS}	U_{MG}	$(dU_D/dt)_{crit}$	I_{GMT}
	V	A	A	V	V/mks	MA
МТО2-25	400-2000	25	800	2500	20-1000	250

Обозначения:

- U_{RRM} - повторяющееся импульсное обратное напряжение;
 $I_{T(AV)}$ - максимально допустимый средний ток в открытом состоянии;
 I_{FMS} - ударный прямой ток;
 U_{MG} - максимальное напряжение;
 $(dU_D/dt)_{crit}$ - критическая скорость нарастания напряжения;
 I_{GMT} - ток на светодиоды;

Структура испытательного стенда представлена на рис. 1.

Он позволяет, не меняя схему, подключать различные преобразовательные устройства (ПУ1) к испытуемому двигателю.

В блоке датчиков (БД1) для измерения токов используются датчики LA-100P, имеющие диапазон измерений от $-150A$ до $+150A$ при точности измерений $0,45\%$ от номинального тока $I_n = 100A$. Данные датчики тока предназначены для работы в диапазоне частот от 0 до 200 кГц. Для измерения фазных напряжений асинхронных электродвигателей применяются резистивные делители, а в случае, когда в качестве объекта исследований выступает двигатель постоянного тока, используются датчики напряжения LV25-P/SP5, имеющие диапазон входного напряжения от 10

до 1500 В при точности измерений $0,8\%$ и рабочую частоту от 0 до 25 кГц.

С выхода блока датчиков информационные сигналы поступают на вход устройства АЦП, в качестве которого используется универсальная плата аналого-цифрового преобразования для IBM PC/AT – совместимых компьютеров – ЛА-1,5 PCI. Данная плата имеет 16 дифференциальных каналов (32 однополюсных), разрешение 12 бит и максимальную частоту дискретизации 500 кГц. Кроме того, наличие цифровых входов позволяет получать по ним информацию синхронно с аналоговыми сигналами.

С выхода устройства АЦП сигнал измерительной информации поступает на компьютер. Одновременно с оцифрованными данными о значениях тока и напряжения на компьютер по-

ступает также сигнал с выхода датчика скорости, что позволяет оценивать совместное изменение этих величин во времени.

Для измерения частоты вращения используется датчик скорости, включающий в себя микроконтроллер и инкрементальный шифратор приращений RVI58N011K1A31N-02048 с выходным логическим сигналом, имеющим 2048 импульсов на оборот по двум каналам, что позволяет иметь разрешающую способность до 0,044 градуса и, таким образом, не только получить данные о частоте вращения с высокой точностью, но и оценить динамический момент в переходных режимах.

Преобразователь нагрузочной машины (ПУ2) представляет собой управляемый реверсивный тиристорный преобразователь, работающий в режиме инвертирования. Он собран на базе оптотиристорных модулей МТО2-25 (см. таблицу) по мостовой схеме Ларионова с раздельным управлением. Применение оптотиристорных модулей избавляет от трансформаторной гальванической развязки, что позволило создать СУ с малой потребляемой мощностью и повышенной помехозащищенностью расчетно-логической части.

Система управления нагрузочного устройства включает в себя блок синхронизации с сетью (БСС), контроллер формирования нагрузки (КФН), контроллер управления тиристорным преобразователем (КУТ), усилительный каскад (УК) и датчик скорости (ДС).

Блок синхронизации с сетью БСС отслеживает переход

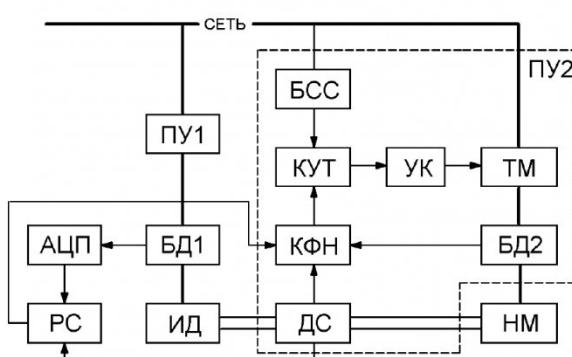


Рис. 1. Функциональная схема стенда: БСС – блок синхронизации с сетью, КУТ – контроллер управления тиристорным преобразователем, КФН – контроллер формирования нагрузки, УК – усилительный каскад, ТМ – тиристорные модули, БД1, БД2 – блоки датчиков испытуемого двигателя и нагрузочной машины, соответственно, ИД – испытуемый двигатель, ПУ1 – преобразовательное устройство ИД, ДС – датчик скорости вращения, АЦП – аналогово-цифровой преобразователь, РС – персональный компьютер, НМ – нагрузочная машина

фазных напряжений через ноль и формирует на выходе синхронизирующие прямоугольные импульсы стандартных уровней ТТЛ. Основой блока является компаратор LP393. Гальваническая развязка выполнена на оптронах TLP621-4.

Сигнал с датчика скорости вращения (энкодера) поступает на делитель частоты (двоичный счетчик на ИС K555ИЕ5), предназначенный для снижения частоты сигнала до уровня, достаточного для последующего преобразования микроконтроллером (PIC16F628) в восьмиразрядный параллельный код, передаваемый в КФН (PIC16F874). Преобразование сигналов от БД осуществляется КФН с помощью интегрированного многоканального 10-ти разрядного модуля АЦП.

Применение микроконтроллеров компании Microchip Technology Incorporated делает привлекательным их низкая цена, наличие периферийных модулей, экономичность, быстродействие, простота использования и гибкость ввода/вывода.

Связь КФН с компьютером по каналу RS-232И обеспечивает интегральная схема преобразователь уровня сигналов MAX232A (ТТЛ в биполярный сигнал и обратно) через разъем DB-9S.

В соответствии с поступающим с компьютера заданием, информацией о скорости и электрических параметрах НМ, КФН вычисляет и передает в КУТ значение угла управления вентилями. По запросу с компьютера КФН передает также информацию о работе нагрузочного устройства. В программе контроллера предусмотрена возможность ручного задания значения момента сопротивления на валу двигателя и выбора вида нагрузки с помощью кнопок, подключенных к контроллеру. Информация о выбранном

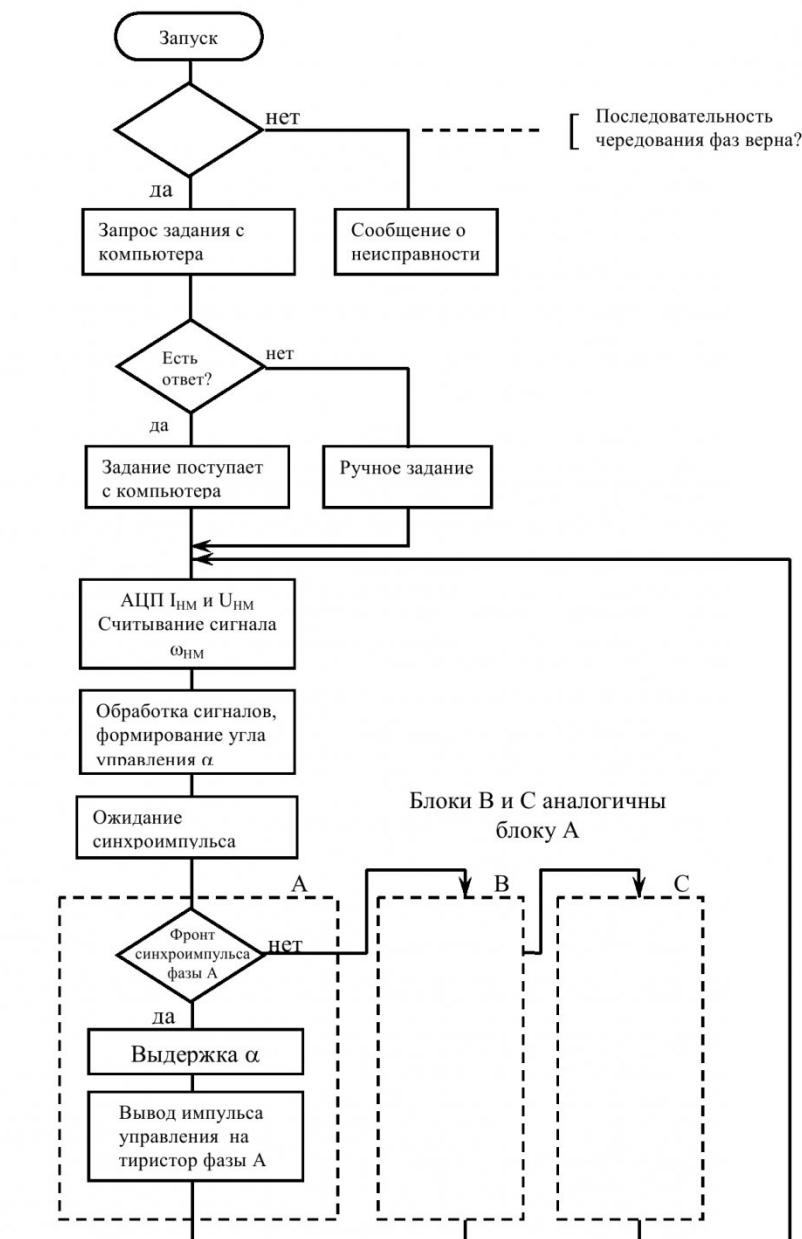


Рис. 2. Блок-схема программы контроллера формирования нагрузки

режиме и управляющие команды отображаются на алфавитно-цифровом жидкокристаллическом дисплее АС-162А со встроенным знакогенерирующими контроллером. Принимая синхронизирующие импульсы от БСС, КУТ отсчитывает угол управления и формирует сигнал управления силовой частью, который после усиления в УК поступает на тиристоры.

Задачи сбора, обработки,

отображения информации и управления стендом решаются при помощи специально разработанного для этих целей программного обеспечения, в котором используются алгоритмы оценивания параметров и состояния АД, основанные на моделировании динамических процессов с использованием расширенного фильтра Калмана и рекуррентного метода наименьших квадратов.

□ Авторы статьи:

Каширских
Егор Владимирович
- асс. каф. электропривода и автома-
тизации

Бердников
Михаил Викторович
- асп. каф. электропривода и автома-
тизации