

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЯ РОТОРА И СКОРОСТИ ДВИГАТЕЛЯ В ВЫСОКОВОЛЬТНОМ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОМ АСИНХРОННОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ БЕЗ ДАТЧИКА СКОРОСТИ

Особенностью высоковольтных частотно-регулируемых асинхронных электроприводов (ЧРАЭП) является низкая частота модуляции силовых ключей (менее 1 кГц) и, вследствие этого, повышенная степень несинусоидальности формы статорных токов двигателя [1]. По этой причине становится невозможным на практике применять известные способы идентификации, в которых принимается допущение о близкой к синусоидальной форме статорных токов двигателя [2, 3]. Также для высоковольтных ЧРАЭП важной задачей является снижение количества используемых датчиков в целом и исключение датчиков на валу и внутри асинхронного двигателя (АД). Это упрощает конструкцию двигателя и повышает эксплуатационную надежность ЧРАЭП, а также – расширяет область его применения на запыленные, агрессивные и взрывоопасные среды. В связи с этим актуальны и востребованы практикой разработка и исследование эффективных способов идентификации параметров режима (потокосцеплений, скорости) высоковольтного ЧРАЭП без установки датчиков на валу двигателя.

Целью статьи является исследование точности определения потокосцепления ротора и скорости асинхронного двигателя при использовании разработанного авторами способа идентификации указанных параметров режима для высоковольтного ЧРАЭП без датчика на валу двигателя.

Для проведения исследований была создана имитационная модель высоковольтного ЧРАЭП с векторной системой управления [1], в которой применяется разработанный способ идентификации потокосцеплений ротора и скорости двигателя, использующий при своем функционировании информацию о статорных токах и напряжениях АД. Модель учитывает дискретные свойства силовых ключей выпрямителя и инвертора с ШИМ, а также параметры асинхронного электродвигателя 4АРМП (мощностью 1600 кВт, напряжением 6 кВ).

На рис. 1 представлены рассчитанные на модели временные диаграммы параметров режима электропривода (скорости ω , электромагнитного момента M , модулей обобщенных векторов статорного тока I_s и потокосцепления ротора Ψ_r) при намагничивании, разгоне до номинальной скорости ω_n , набросе и сбросе номинального момента нагрузки, реверсе до 1,5-кратной от номинальной скорости и торможении до полной остановки АД.

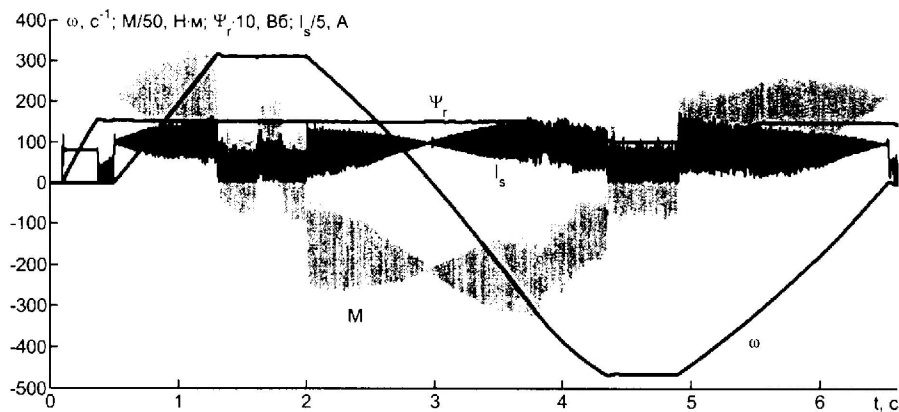


Рис. 1 Электромеханические процессы в высоковольтном ЭП при двухзонном регулировании

На рис. 2 приведены рассчитанные на модели зависимости идентифицируемых (вычисленных предложенным способом) и реальных (полученных из модели АД) значений ортогональных проекций Ψ_{ra} , Ψ_{rb} обобщенного вектора потокосцепления ротора (на оси неподвижной ортогональной координатной системы « α - β ») и скорости двигателя при разгоне до различных ее значений ($\omega = \omega_n$; $0,5\omega_n$; $0,1\omega_n$) с последующим набросом номинального момента нагрузки двигателя.

Для предложенного способа идентификации проекций потокосцепления ротора Ψ_{ra} , Ψ_{rb} и скорости ω двигателя выполнено исследование влияния изменений активных сопротивлений обмоток (вызванных нагревом) статора и ротора асинхронного двигателя на точность идентификации параметров при различных режимах работы ЧРАЭП. На рис. 3. приведены графики, иллюстрирующие идентифицируемые процессы при изменении активных сопротивлений обмоток статора и ротора АД в диапазоне от номинального до 1,5-кратного их значения (происшедшем за время, равное 0,1с).

В табл. 1 приведены относительные значения отклонений идентифицируемых и реальных значений проекций потокосцеплений ротора и скорости двигателя, а также гармонических функций от аргумента обобщенного вектора потокосцепления ротора в динамических и установившихся режимах работы ЭП.

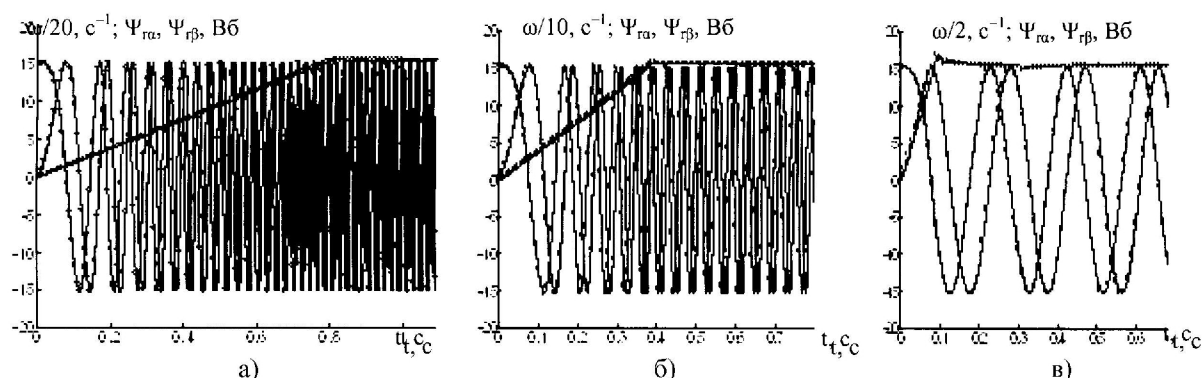


Рис. 2 Проекция обобщенного вектора потокосцепления ротора и скорость АД при разгоне: а – до $\omega = \omega_n$, б – до $\omega = 0,5\omega_n$, в – до $\omega = 0,1\omega_n$ (сплошной линией – идентифицируемые значения, кружками – реальные значения)

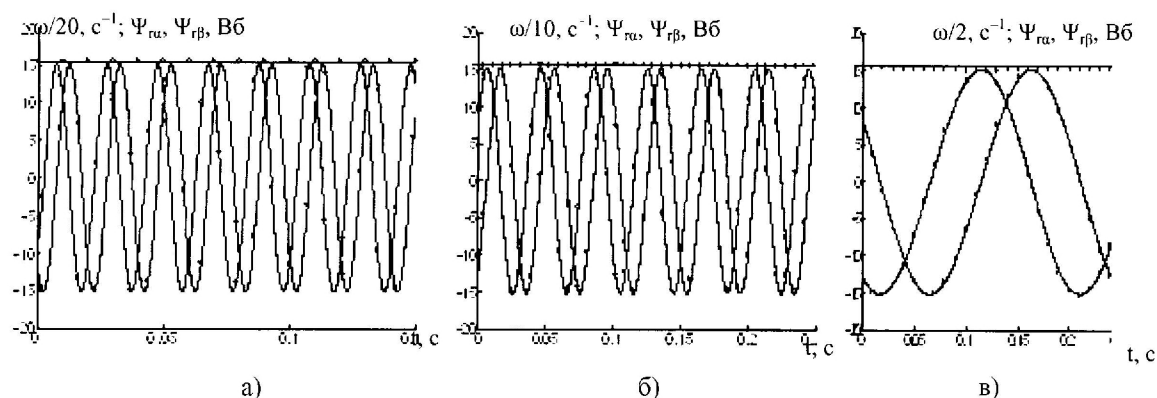


Рис. 3 Проекция потокосцепления ротора и скорость АД при изменении активных сопротивлений обмоток статора и ротора: а – при $\omega = \omega_n$, б – при $\omega = 0,5\omega_n$, в – при $\omega = 0,1\omega_n$ (сплошной линией – идентифицируемые значения, кружками – реальные значения)

Табл. 1 Точность идентификации параметров режима частотно-регулируемого АД

Наименование идентифицируемых параметров	Относительная погрешность, %					
	для динамических режимов		для установившихся режимов при скорости			
	разгона	торможения	0	$0,1\omega_n$	$0,5\omega_n$	ω_n
Проекция потокосцеплений ротора	0,6	0,6	1,5	1,5	0,85	0,55
Скорость	0,6	0,6	0,15	0,1	0,01	0,01
Гармонические функции от аргумента обобщенного вектора потокосцепления ротора	0,2	0,2	0,1	0,12	0,025	0,02

Выводы. Анализ проведенных исследований свидетельствует о высокой точности предложенного способа идентификации: для проекций потокосцеплений ротора с относительной ошибкой не более 1,5 % в установившихся режимах и менее 0,6 % в динамических режимах; для скорости с относительной ошибкой менее 0,15 % в установившихся режимах и менее 0,6 % в динамических режимах; для гармонических функций от аргумента обобщенного вектора потокосцепления ротора с относительной ошибкой менее 0,12 % в установившихся режимах и менее 0,2 % в динамических режимах.

Литература:

1. Волков А.В., Скалько Ю.С. Высоковольтный частотно-регулируемый асинхронный электропривод // Техн. электродинамика. Тем. вип.: Проблеми сучасної електротехніки. – Київ. – 2008. – Ч.5. – С. 27–30.
2. Бешта А.С., Балахонцев А.В., Худой Е.Г. Идентификация координат асинхронного двигателя в условиях дрейфа активных сопротивлений // Електротехніка та електроенергетика. – 2005. – № 2. – С. 52–64.
3. Клименко Ю.М., Садовой А.В., Клименко Ю.Ю. Наблюдатели координат короткозамкнутого асинхронного двигателя и упругого передаточного устройства // Збірник наукових праць ДДТУ. Тем.вип.: Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія та практика. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007. – С. 358–360.