

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК 621.313.333.045.028

В.Г. Каширских, А.В.Нестеровский

ДИНАМИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РОТОРА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Знание текущих значений параметров асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором (АД), которые изменяются в процессе работы и могут значительно отличаться от каталоговых данных, необходимо для эффективной работы современных регулируемых асинхронных электроприводов и диагностики АД.

Активное сопротивление и индуктивность рассеяния ротора являются одними из наиболее сложных для определения параметров АД из-за их недоступности для прямого измерения и невозможности оценки активного сопротивления ротора в установившемся режиме работы без датчика частоты вращения ротора [1]. Вместе с тем, в процессе работы электропривода именно активное сопротивление ротора подвержено наибольшему изменению – в 1,5 раза и более.

В настоящее время для различных целей в

ротора необходимо изменить структуру ИНС - на вход сети подаются значения напряжений и фазных токов обмотки статора АД на текущем шаге и на двух предыдущих шагах, а также значения потокосцеплений статора на текущем шаге. Единственное значение на выходе ИНС – оцененная величина. Поскольку не используется датчик частоты вращения, то определение сопротивления ротора возможно только в динамическом режиме. Предполагается, что другие параметры АД известны. Для их определения, а также для оценки потокосцепления статора нами использованы методы, изложенные в [1].

Обучающая выборка для ИНС подготавливается численным моделированием пуска АД на основе модели обобщенной электрической машины. Варьируя оцениваемый параметр в некоторых пределах при постоянных остальных параметрах,

Сравнение данных

	4AMX90L2Y3		4AX90L4Y3	
	R ₂	L _{2σ}	R ₂	L _{2σ}
Каталожные значения	1,69	0,011	2,63	0,018
Оценка с помощью фильтра Калмана	1,01	0,005	2,7	0,006
Оценка на основе ИНС	0,98	0,0074	2,65	0,0059

управляемых электроприводах используются искусственные нейронные сети (ИНС), например для управления [2]. Нами была рассмотрена возможность использования нейросетевой модели в диагностике замыканий в обмотке статора [3]. Применимые при этом модели используют нейросетевые предикторы, описываемые зависимостью:

$$\hat{y}(k+1) = NN(y(k), y(k-1), \dots)$$

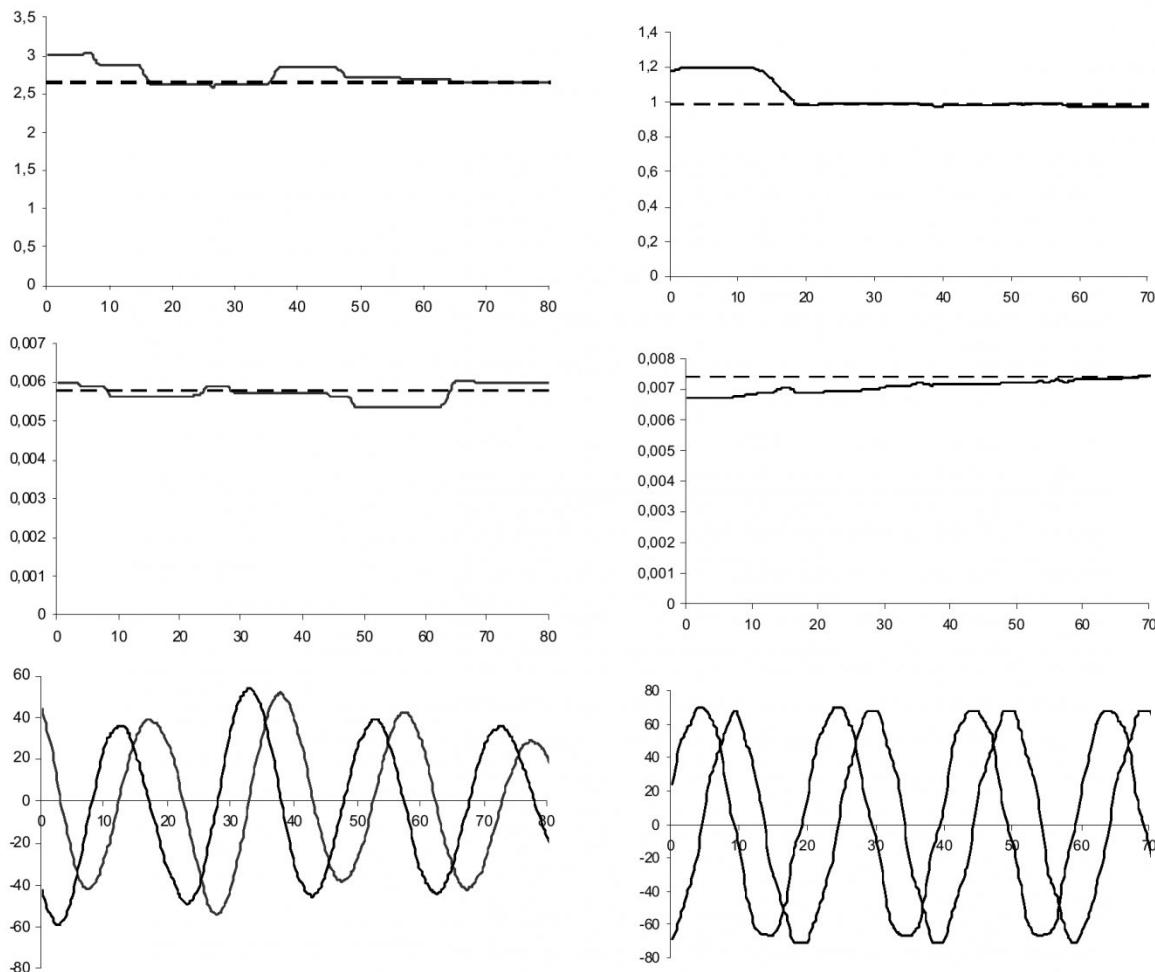
$$y(k-l_1), u(k), u(k-1), \dots, u(k-l_2)),$$

где $NN(\dots)$ – преобразование “вход-выход”, выполняемое ИНС; l_1 – глубина задержки обратной связи по выходу; l_2 – глубина задержки по входу; $y(k)$ - вектор выходных значений на шаге k ; $u(k)$ - вектор входных значений на шаге k . Такой предиктор хорошо отражает динамику АД, но не может быть непосредственно использован для оценки параметров АД, т.к. они в нейросетевой модели не присутствуют явно.

Для решения задачи определения парамет-

получаем набор характеристик, которые и используются для обучения. При этом, чем больше различных вариантов будет рассмотрено, тем выше качество обучения сети. Адекватность полученных нейросетевых моделей определяется при помощи дополнительного набора данных, не входящих в обучающую выборку.

Эксперименты показали, что ИНС дает наиболее достоверные результаты при использовании 5-8 нейронов в теневом слое. Большее число нейронов требует большего времени обучения, но не увеличивает точности оценки, а меньшее дает слишком большую погрешность, вплоть до неспособности сети обучаться. Результаты динамической идентификации величин активного сопротивления и индуктивности рассеяния ротора при помощи ИНС для двух различных двигателей в режиме пуска под нагрузкой представлены на рисунке. Там же приведены соответствующие им фазные токи обмотки статора. Видно, что активное



Результаты оценки активного сопротивления, индуктивности рассеяния ротора и фазные токи статора: а) АД 4AMX90L2У3; б) АД 4AX90L4У3

сопротивление ротора на начальном этапе идентификации несколько выше, а индуктивность рассеяния, наоборот, ниже установленного значения, что объясняется эффектом вытеснения тока и изменением степени насыщения магнитных цепей при пуске АД.

В таблице приведены каталожные данные АД и параметры ротора, определенные с помощью ИНС и фильтра Калмана [1], из которых видно, что значение активного сопротивления, найденное с помощью ИНС практически совпадает с оценкой

на основе фильтра Калмана, при этом для двигателя 4AMX90L2У3 оба результата существенно отличаются от каталожного значения, которое является усредненным для этой серии двигателей.

Результаты идентификации параметров на основе ИНС необходимо усреднять в течение одного периода сетевого напряжения, поэтому время идентификации составляет 20мс.

Данный подход был использован нами и при оценке других параметров АД с получением приемлемых для практических целей результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каширских В.Г., Завьялов В.М. Оценка параметров и состояния асинхронного двигателя при динамической нагрузке. - Москва, 2002. - 11с. - Рукопись предоставлена Кузбас. гос. техн. ун-том. Деп. в ВИНИТИ 26 дек. 2002, №2265-В2002
2. Burton, Kamran, Harley, Habetler, Brooke, Poddar. Identification. Control of Induction Motor Stator Currents Using Fast On-Line Random Training of a Neural Network / IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, 1997, VOL. 33, NO. 3.
3. В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский. Использование искусственных нейронных сетей для диагностики замыканий в обмотке статора асинхронного двигателя// Вестн. КузГТУ, 2002. - №6. – С.52-54.

□ Авторы статьи:

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

Нестеровский
Александр Владимирович
- аспирант каф.электропривода и
автоматизации