

УДК 621.3

ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ НАБЛЮДАТЕЛЯ СОСТОЯНИЯ
СКОРОСТИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

А. С. ТРЕТЬЯКОВ, О. А. КАПИТОНОВ

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Наблюдатель состояния – это модель, подключенная параллельно к объекту управления и получающая непрерывную информацию об изменениях регулирующего воздействия и регулирующей величины. Существует множество научных работ, на базе которых реализуются различные виды наблюдателей.

Можно выделить следующие виды наблюдателей состояния:

- 1) измеряющие;
- 2) на основе фильтра Калмана;
- 3) эталонные.

В основе измеряющих наблюдателей состояния лежит методика инжекции, при которой с помощью силового преобразователя формируется специальный высокочастотный сигнал и путем анализа ответной реакции двигателя определяется реальное положение ротора и в конечном случае – скорость. В частности, можно рассмотреть вариант, когда для определения положения / скорости вращения ротора применяются сигналы системы управления, зависящие от ошибки полеориентирования. Главный недостаток данной группы методов – сложность реализации и резкое ухудшение условий для идентификации параметров схемы замещения асинхронного двигателя.

Вторая группа наблюдателей состояния представляет собой цифровой фильтр, который одновременно и восстанавливает скорость вращения ротора, и фильтрует лишние шумы. Точность работы такого наблюдателя зависит от ряда неизвестных параметров двигателя, а также сложного алгоритма, который в то же время должен учитывать возможность их изменения в процессе работы. Это главный недостаток данной группы наблюдателей.

В основе третьей группы наблюдателей лежат модели электромагнитных процессов асинхронного двигателя. Такие наблюдатели называются наблюдателями с эталонной моделью (MRAS-наблюдатели). Их условно можно разделить на две подгруппы. Первую подгруппу составляют наблюдатели, в которых на основании математического аппарата вычисляются необходимые параметры для регулирования скорости. Они носят название «неадаптивные наблюдатели». Ко второй подгруппе можно отнести так называемые адаптивные наблюдатели,

в основе которых лежит адаптивный закон адаптации по необходимой координате.

Такой наблюдатель можно разделить на две части:

- 1) эталонная модель (формирование эталонных сигналов);
- 2) адаптивная модель (формирование сигналов оценки вкупе с невязками, на основе которых и формируется восстанавливаемый сигнал).

В последнее время большую популярность набирает направление развития наблюдателей состояния, основанных на нейронных сетях, нечеткой логике и генетических алгоритмах.

Достоинства наблюдателей на основе нейронных сетей заключаются в том, что они легко адаптируются к любым условиям работы, способны обучаться «налету» и поддерживать рабочий режим технологического процесса. Главным недостатком таких наблюдателей является необходимость написания сложного алгоритма работы наблюдателя и особые условия для обучения нейронных сетей.

Наблюдатели на основе нечеткой логики применяются в случаях, когда отсутствует явная модель процесса или аналитическая модель слишком сложная для представления или получения решения в реальном масштабе времени. Кроме того, такие наблюдатели могут быть составной частью классических MRAS-наблюдателей. Недостатком данных наблюдателей является сложность описания неопределенных условий.

В основе наблюдателей на основе генетических алгоритмов лежат алгоритмы поиска, используемые для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. Условно можно выделить следующий цикл работы такого алгоритма:

- 1) начальная популяция (формирование пула исходных данных);
- 2) скрещивание / мутация (обработка данных);
- 3) сравнение полученного результата (нового поколения) с предыдущим.

Главным недостатком таких алгоритмов является узкая направленность и плохая масштабируемость в плане реализации наблюдателей состояния, из-за чего они получили малое распространение.

В настоящий момент в процессе исследования электромагнитных и энергетических процессов работы системы «преобразователь частоты – асинхронный электродвигатель» возникла необходимость использования наблюдателя состояния, который сможет восстанавливать скорость вращения асинхронного двигателя с высокой точностью и работать как в двигательном, так и генераторном режимах работы. Для решения этой задачи был выбран MRAS-наблюдатель, который отвечает всем требованиям, предъявляемым к решению данной задачи.