УДК 621.398

А.С.ИВАНОВ
Горно-электромеханический факультет,
группа ЭР-01-2, ассистент профессора

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ НЕФТЕГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В статье рассматриваются альтернативные возможности управления электроприводами нефтеперекачивающих агрегатов при помощи интеллектуальных нейронных сетей, модели традиционного и современного бездатчикового наблюдателя координат, проводится их сравнение.

In clause alternative opportunities of management by electric drives of petropumping over units by means of intellectual neural networks, models of the traditional and modern observer of coordinates without gauges of coordinates, their comparison is made.

К современным нефтегазоперекачивающим агрегатам предъявляют жесткие требования по обеспечению заданных режимов работы. Все возрастающие требования к их качеству приводят к необходимости контроля и анализа рабочих процессов и выработки сигналов управления для обеспечения требуемого режима работы в сложных условиях. Электропривод нефтегазоперекачивающих агрегатов должен быть управляемым и иметь достаточно широкий диапазон регулирования частоты вращения механизма. Регулирование электроприводов – не самоцель, а средство решения технологических задач, эффективность которого оценивается снижением затрат на приобретение электроэнергии при действующем тарифе.

Характеристики электроприводов нефтегазоперекачивающих агрегатов не всегда удовлетворяют производительности и надежности. Это связано с недостатками, присущими традиционным принципам управления: зависимостью качества настроек регуляторов, входящих в систему, от опыта и квалификации наладчика; сложностью учета нелинейного характера объекта регулирования; невозможностью адаптации регуляторов при изменении режимов работы. Поэтому в настоящее время становится актуальным поиск технических решений по замене традиционных датчиков скорости и потока в электроприводах.

Использование традиционных датчиков ведет к усложнению конструкции привода и его удорожанию, снижению надежности системы в целом. Практически любой датчик существенно снижает надежность системы за счет снижения устойчивости к ударам, вибрациям, температуре и т.д. Вместе с тем в подавляющем большинстве случаев приходится искать компромисс между чувствительностью датчика и его защищенностью от помех (как внешних, так и внутренних) в самой системе.

Разработка бездатчиковых систем была начата уже сравнительно давно. На данный момент они уже широко распространены. На рис.1 представлена структурная схема вычислителя потока, момента и частоты вращения для бездатчиковых систем, выполненная в среде Simulink системы MATLAB.

Оценка скорости вращения и потока производится на основании информации о фазных токах статора двигателя и фазном напряжении на выходе автономного инвертора.

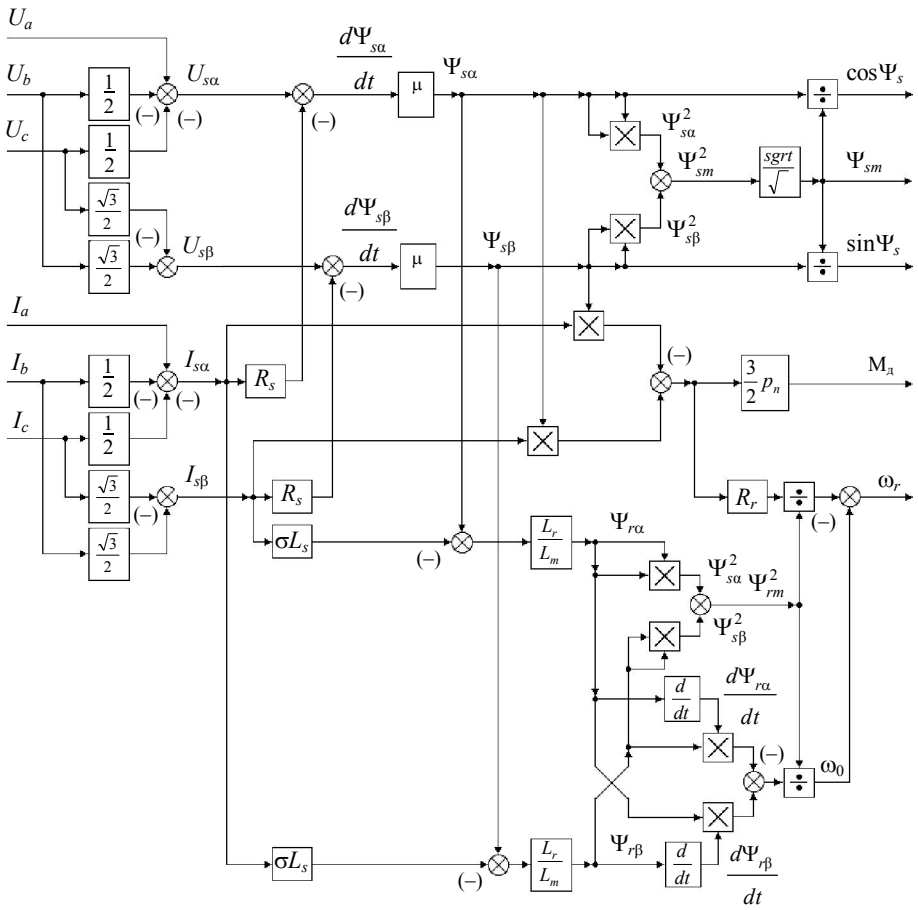


Рис.1. Структурная схема вычислителя потока, момента и частоты вращения ротора двигателя

Повышение точности и быстродействия систем автоматического управления (САУ) сложными техническими объектами связано с уточнением модели объекта и требует более полного учета возможных вариаций его параметров. Соответственно, необходима информация о параметрах объекта управления, входящих в модель, и если индуктивности схемы замещения асинхронного двигателя (АД) можно приближенно считать постоянными величинами, то активные сопротивления обмоток, существенно зависящие от температурного режима двигателя, являются лишь квазистационарными параметрами и изменяются от процесса к процессу в достаточно широких диапазонах.

Поэтому для подобных задач решение представляется возможным найти с использованием в относительно новом методе моделирования – интеллектуальных нейронных сетях.

Современный уровень развития теории управления характеризуется широким использованием новых принципов построения систем управления с элементами искусственного интеллекта, таким как искусственные нейронные сети (ИНС). Технология нейронных сетей позволяет повысить качество управления электромеханическими объектами, формализованное описание которых оказывается слишком затруднительным и громоздким при синтезе систем управления в традиционных представлениях. Подобно биологической нейронной системе ИНС является вычислительной системой с огромным числом параллельно функционирующих простых процессоров с множеством связей. Модели ИНС в некоторой степени воспроизводят «организационные» принципы, свойственные мозгу человека.

Для успешного решения реальных задач необходимо определить ряд характери-

стик, включая модель сети, ее размер, функцию активации, параметры обучения и набор обучающих примеров.

В настоящее время метод ИНС активно используется для решения многих энергетических и электротехнических задач. Одна из возможных областей – управление и диагностика приводов нефтегазоперекачивающих агрегатов.

Структура нейронной сети представлена на рис.2. Модель на базе ИНС лишена недостатков, присущих традиционным бездатчиковым системам, – при должной точности обучающей выборки модель электропривода будет максимально приближена к реальности. Но самым важным является тот факт, что ИНС будет постоянно самообучаться в процессе работы и, соответственно, практически полностью компенсировать влияние температуры на активное сопротивление обмоток.

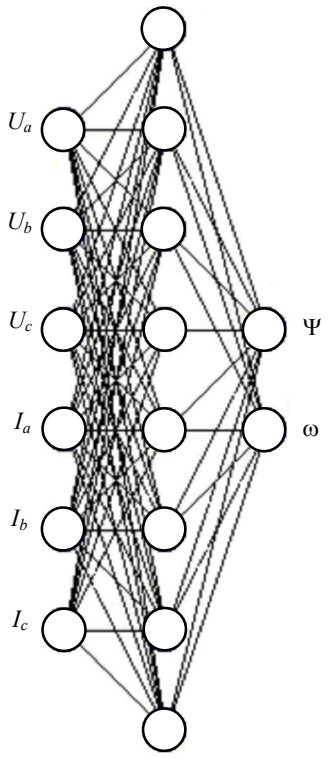


Рис.2. Структура нейронной сети

Создание любой нейронной сети состоит из трех основных шагов.

Первый шаг при создании нейронной сети – выбор структуры сети и функции активации каждого нейрона сети. Не существует точных правил определения структуры сети. Есть лишь доказанное правило, что лучшее средство для аппроксимации – это трехслойная нейронная сеть, причем, чем больше нейронов в скрытом слое, тем ближе выход сети к желаемому значению. Каждый исследователь определяет структуру сети путем перебора нескольких структур и основываясь на своем личном опыте. Как видно из рис.2, сеть состоит из шести элементов во входном слое, восьми нейронов в скрытом и двух нейронов в выходном.

Второй шаг – выбор алгоритма и данных обучения, при этом, чем больше вводимых данных в сеть, тем лучше ее обучаемость, но дольше длится сам процесс.

Третий шаг – тестирование сетей. При его осуществлении определяется их способность к обобщению, т.е. определяется ошибка, которую сеть дает на данных тестирующего множества. На этом этапе и происходит окончательный выбор сети по критерию минимума ошибки.

Результаты моделирования бездатчиковой системы контроля скорости вращения ротора электродвигателя на базе нейронной сети представлены на рис.3. Для обучения нейронной сети был выбран алгоритм обратного распространения ошибки.

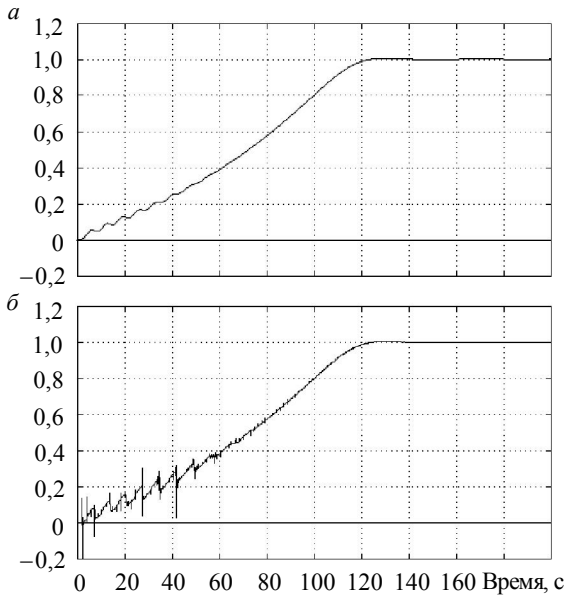


Рис.3. Истинное ω_r (*а*) и расчетное ω_r^* (*б*) значения частоты вращения ротора двигателя при прямом пуске

Сопоставление кривых (рис.3) показывает, что в диапазоне от 0,4 до $\omega_{ном}$ истинная и расчетная характеристики совпадают удовлетворительно. В то же время в зоне малых частот вращения от 0 до 0,4 $\omega_{ном}$ точность результата невысока. Это указывает на тот факт, что при выборе как обучающей выборки, так и самого алгоритма обучения были допущены неточности, например, ИНС в обучающей выборке необходимо использовать большее значение именно в режиме пуска.

Научный руководитель д.т.н. проф. *А.Е.Козярук*