

## РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТИ

**Коротков А. В., ассистент, Улахович В. В., инженер**

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина,  
ООО «Галант пол», г. Донецк, Украина)

Объектом исследования в данной работе является электропривод постоянного тока по системе тиристорный преобразователь - двигатель. Предмет исследования – система управления электроприводом постоянного тока с улучшенными динамическими показателями на основе нейросетей. Цель исследования – выявление возможности применения нейросетевых методов в традиционных электроприводах.

Для регулирования скорости электропривода постоянного тока применяются системы подчиненного регулирования (СПР) [1]. Существуют различные способы получения в таких системах регулирования астатизма по управляющему воздействию, астатизма по возмущающему воздействию. Однако, как правило, повышение астатизма в таких системах приводит к уменьшению быстродействия. Неплохие показатели точности и быстродействия в СПР получаются в случае применения комбинированного управления [2].

Однако в свете развития теории нейросетей и нейросетевых методов управления динамическими объектами [3] возникла идея – попробовать симбиоз традиционных систем управления и нейросетевых методов.

Рассмотрим СПР скорости (рис. 1).

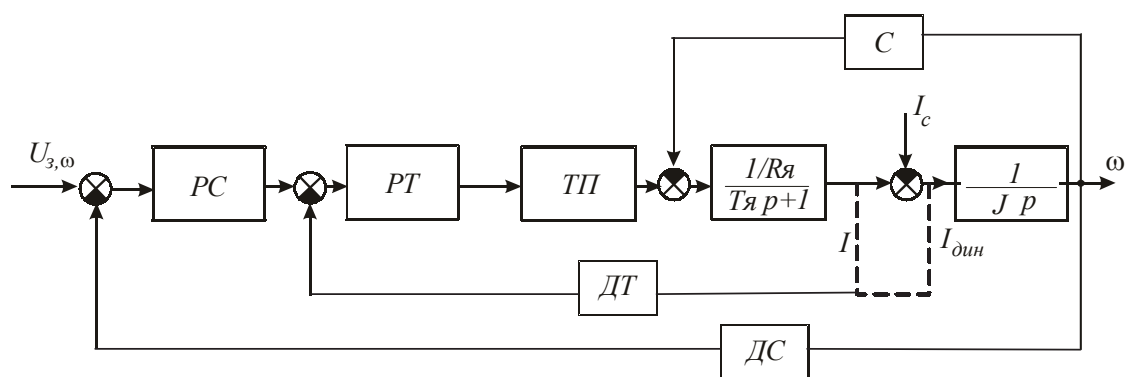


Рисунок 1 – Система подчиненного регулирования скорости

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: РС – регулятор скорости; РТ – регулятор тока; ТП – тиристорный преобразователь; ДС – датчик скорости; ДТ – датчик тока;  $U_{3,\omega}$  - сигнал задания на скорость вращения вала двигателя;  $\omega$  - скорость вращения вала двигателя;  $I$  - полный ток двигателя;  $I_c$  - статический ток двигателя;  $I_{дин}$  - динамический ток двигателя;  $C$  - постоянная электродвигателя;  $Rя$  - сопротивление якорной цепи;  $Tя$  - электромагнитная

постоянная времени якорной цепи;  $J$  - момент инерции двигателя и жестко связанных с ним масс.

Регулятор тока в данной системе – пропорционально-интегральный, а регулятор скорости может быть, как пропорциональным, так и пропорционально-интегральным. Обратная связь по току может применяться как по полному току  $I$ , так и по динамическому току  $I_{дин}$ .

Добиться астатизма по нагрузке в СПР можно применением пропорционально-интегрального РС и обратной связи по полному току или пропорционального РС и обратной связи по динамическому току. Определение полного тока двигателя не вызывает особых трудностей. Для того, что бы определить динамический ток двигателя необходимо знать параметры двигателя и вычислять его в процессе работы системы. Здесь возможен иной подход для определения динамического тока двигателя – использовать нейромодель двигателя. Преимуществами такого подхода являются – отсутствие необходимости знания параметров двигателя и механизма, возможность переобучения нейронной сети в процессе работы, если изменились параметры объекта управления.

Для получения динамического тока двигателя можно использовать простейшую нейронную сеть, состоящую из одного нейрона, нескольких весовых коэффициентов по входным сигналам и смещения [4]. При этом необходимым условием нормального функционирования полученной нейромодели в динамических режимах является наличие необходимого количества задержек выходных сигналов. Это связано с тем, что нейронная сеть по своей природе – статический объект. На вход нейромодели необходимо подавать сигнал управления тиристорным преобразователем, а с выхода снимать сигнал, пропорциональный динамическому току двигателя, этот же сигнал после определенного числа задержек поступает на вход нейромодели. В соответствии с этим подготавливается обучающая выборка, состоящая из набора входных и выходных сигналов, затем необходимо произвести обучение нейронной сети по методу обратного распространения ошибки или одной из модификаций этого метода.

На рисунке 2 показаны переходные процессы (разгон, наброс и сброс нагрузки) в СПР скорости в случаях пропорционально-интегрального РС и обратной связи по полному току (1), пропорционального РС и обратной связи по динамическому току, восстановленному нейромоделью (2). Здесь применено масштабирование токов и скоростей к их номинальным величинам, время приведено в долях постоянных времени тиристорного преобразователя. Как видно в случае (1) мы получаем астатизм по нагрузке, но проигрываем в быстродействии, а в случае (2) система достаточно быстродействующая и астатическая по нагрузке.

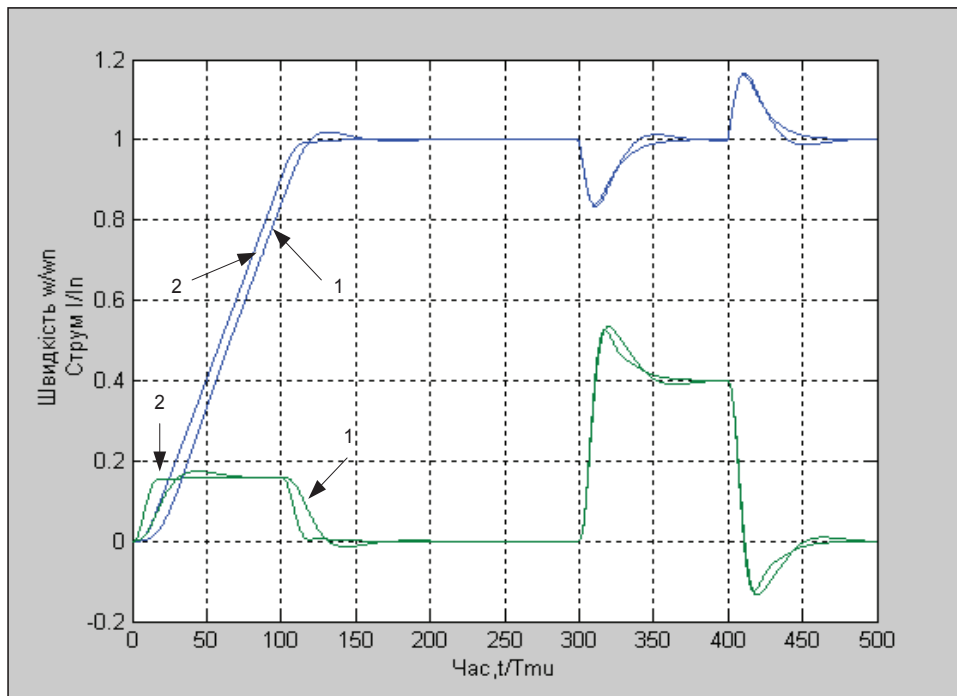


Рисунок 2 – Переходные процессы в СПР с различными обратными связями по току

Выводы:

1. Применение нейросетевой модели в традиционной системе регулирования позволяет получать динамический ток двигателя.
2. Использование динамического тока для подачи на регулятор тока позволяет улучшить статические и динамические показатели системы регулирования скорости.
3. Нейромодель позволяет определять динамический ток двигателя, не зная его параметров.
4. Из-за ограничений по току якоря реального двигателя получение набора обучающих данных составляет определенную трудность.

#### Перечень ссылок

1. Коцегуб П. Х. Синтез вентильних приводів постійного струму: Навч. Посібник. – Київ, ІЗМН, 1997. – 122 с.
2. Коцегуб П. Х. Комбинированное управление электроприводом постоянного тока по управляющему воздействию: Дис. Докт. Технюнаук: 05.09.03. – Донецк, 1997. – 419 с.
3. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. – М.: Мир, 1990
4. Шелудько Д. И., Коротков А. В. Применение нейросетей в системах управления электроприводами // В этом же сборнике