

## **ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРО-ФАЗИ МЕРЕЖ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ДВОМА-СОВИМ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМ ОБ'ЄКТОМ**

**Куруч Ю. А., студент; Коротков А. В., асистент**

*(Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна)*

Об'єктом дослідження в даній роботі є двомасова електромеханічна система. Предмет дослідження – система керування із застосуванням ANFIS мереж (Adaptive-Network Fuzzy Interference System – адаптивна мережа нечіткого виводу) для електромеханічного об'єкта з пружними зв'язками. Мета дослідження – аналіз можливості зменшення впливу пружних зв'язків в електроприводі за допомогою системи керування на основі ANFIS мережі.

Електромеханічна система (ЕМС) з двомасовою пружною механічною частиною є найпростішою моделлю електроприводу, найбільш зручною для вивчення впливу пружних зв'язків на характер перехідних процесів у електроприводі. Механічна частина двомасової електромеханічної системи (ДЕМС) складається зі зв'язаних між собою рухомих мас: двигуна, передавального пристрою і виконавчого механізму. У ряді випадків передавальні пристрої мають еластичність (довгі вали, пружини, пасові передачі), що може призвести до коливань. Ці особливості обумовлюють посилене спрацювання електроприводу.

Для побудови класичної системи підпорядкованого керування (СПР) ми повинні знати всі параметри об'єкта регулювання, у тому числі постійні часу. Автоматичне настроювання СПР, що здійснюється сучасними контролерами, не завжди дозволяє отримати задовільні результати у випадках роботи зі складними нелінійними об'єктами. До того ж для задовільної роботи СПР з ДЕМС необхідно вживати заходи для покращення перехідних процесів, наприклад коригувальний зв'язок за швидкістю другої маси, для чого необхідно її вимірювати або розраховувати за допомогою спостерігачів не вимірюваних координат.

Для побудови фазі регулятора необхідно ретельно дослідити характер перехідних процесів об'єкту регулювання і, виходячи з цього, підбирати параметри фазі регулятора, перевіряючи його дію на об'єкт регулювання, також необхідно знати параметри об'єкту регулювання.

За допомогою ж ANFIS мереж синтез нейро-фаззі регулятора відбувається автоматично, за умови знання коефіцієнтів передачі давачів сигналів об'єкту, по реакції об'єкту на тестовий вектор, який може мати вигляд, сигнала задавача інтенсивності (ЗІ). Слід зазначити, що ANFIS мережі – це випадок нейронної мережі, що дозволяє методами навчання (тобто синтезу) нейронних мереж отримати фазі регулятор, налаштований на об'єкт. Можливе здійснення інверсного керування, коли регулятор своїм впливом компенсує інерційності об'єкта регулювання, чим досягається підвищення швидкодії керування об'єктом.

Після теоретичної підготовки нами був здійснений експеримент на реальному об'єкті, у якості якого був використаний лабораторний стенд №7 лабора-

торії №113 8<sup>-т</sup> учбового корпусу ДонНТУ. Установка складається з двох двигунів ПБСТ-32 ( $P_{\text{в}} = 1.2$  кВт,  $U_{\text{в}} = 220$  В,  $I_{\text{в}} = 6.5$  А,  $\omega_{\text{в}} = 157$  рад/с), з'єднаних між собою за допомогою муфт пружиною. Другий двигун імітує виконавчий механізм, а пружина – пружність кінематичної передачі. Привідний двигун живиться від тиристорного перетворювача БТУ-3601, навантажувальний двигун – від БТУ-3501. Сигнал керування видається виконавчим контролером (офісний комп'ютер на базі IBM PC 486), на якому встановлена операційна система реального часу QNX. На цей же контролер надходять і сигнали зворотних зв'язків від об'єкту. Ці сигнали проходять через блоки гальванічних розв'язок і нормалізації АІН 5В „Analog Devices” і плату 5710-1 „Octagon Systems”. Розробка поширень здійснюється у середовищі MATLAB 5.3 з вбудованою в нього платформи „QNX Target”.

Для досліджень прийняли наступні параметри ANFIS мережі: 2 вхідних сигнали, 2 терми на кожен з входів, трикутна (trimf) форма терм, три епохи тренування. Для тренування інверсного ANFIS регулятора використовували такі сигнали: сигнал швидкості першої маси  $\omega_1$  і різницю між сигналом завдання  $U_{\text{з}}$  і сигналом швидкості першої маси ( $U_{\text{з}} - \omega_1$ ), апроксимування здійснювалося до сигналу  $U_{\text{з}}$ . При роботі отриманий регулятор використовує сигнал  $U_{\text{з}}$  і різницю ( $U_{\text{з}} - \omega_1$ ), виходом його є сигнал керування тиристорним перетворювачем. Період дискретності системи встановили рівним 1 мс.

Графіки перехідних процесів у розімкненій системі і системі з ANFIS регулятором наведені на рисунках 1 і 2. На цих рисунках сигнал завдання і сигнал швидкості пронормовані за значенням завданої швидкості 60 рад/с, сигнал струму пронормовані за значенням номінального струму і профільтований аперіодичною ланкою з постійною часу 5 мс.

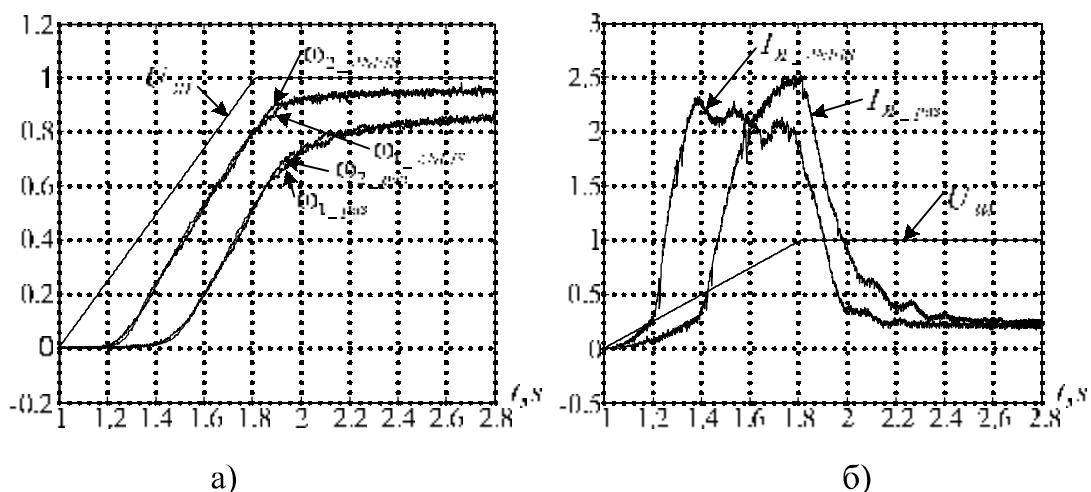


Рисунок 1 – Перехідні процеси лабораторної установки при розгоні від задавача інтенсивності:  
 а) графіки швидкості;  
 б) графіки струму

На рисунку 1 прийняті такі позначення:  $U_{\omega 1}$  – сигнал ЗІ,  $\omega$  – сигнал швидкості,  $I_{y1}$  – сигнал струму якоря; індекси „1” і „2” – перша і друга маса, „раз” – розімкнена система, „ANFIS” – система з ANFIS регулятором

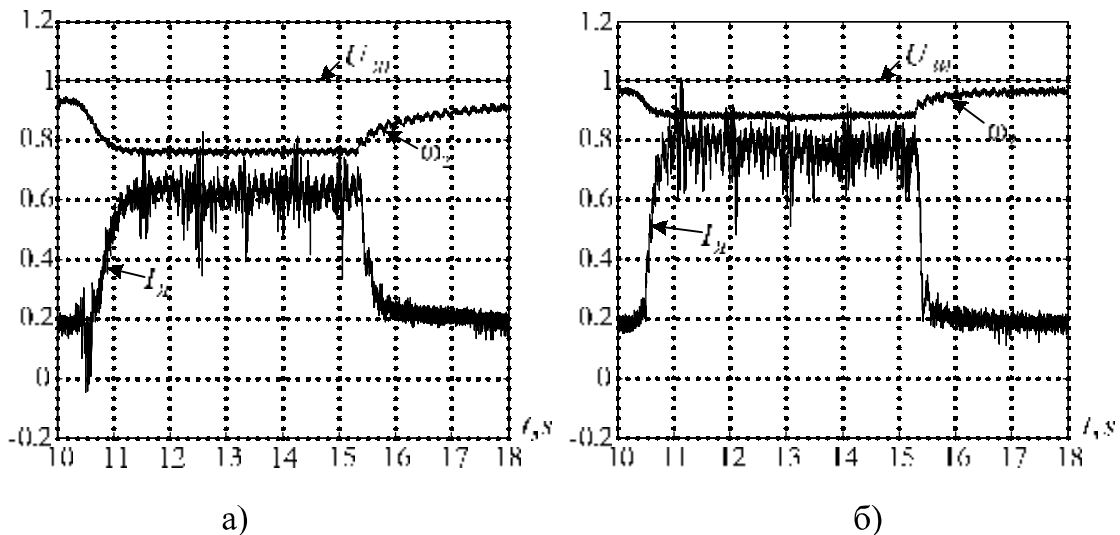


Рисунок 2 – Перехідні процеси лабораторної установки: накид і скидання навантаження (момент активний  $M_r = 0.5 \cdot M_r$ )

- а) розімкнена ДЕМС;
- б) система з ANFIS регулятором

Висновки:

1. Інверсний ANFIS регулятор частково компенсує інерційності ЕМС і показує кращі перехідні процеси відносно розімкненої системи.
2. Синтез ANFIS регулятора може відбуватися при невідомих параметрах об'єкта керування.
3. Вибір структури ANFIS регулятора відбувається шляхом перебору різних структур при математичному моделюванні.
4. При використанні інверсного ANFIS регулятора складно організувати обмеження струму при навантаженні.
5. Перевагою отриманого ANFIS регулятора є можливість його синтезу і використання для керування ДЕМС без виміру швидкості другої маси.

Перелік посилань

1. Усков А. А., Кузьмин А. В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2004. – 143 с.