

Фільтрація шумів вхідних сигналів регулятора потужності дуг дугової сталеплавильної печі

Я.С.Паранчук¹, І.Р.Головач¹, В.І.Жук¹

Abstract - The method of primary sensors of arc current and voltage signals filtering for arc steel furnace power regulator based on the principles of fuzzy logic is proposed.

Ключові слова – Дугова сталеплавильна печі, Фільтрація, Нечітка логіка, Середньоквадратичне наближення.

I. ВСТУП

Одним з дієвих підходів для зниження енергоємності металопродукції дугових сталеплавильних печей (ДСП) є якісна стабілізація координат електричного режиму (ЕР) на рівні оптимальних значень регулятором потужності дуг. За причини низки факторів вхідні сигнали первинних давачів струму та напруги дуг регулятора потужності є зашумленими у широкому діапазоні частот. Для реалізації високоякісної стабілізації потужності дуг в умовах неперервної дії пофазно несиметричних динамічних нестационарних збурень за довжиною дуги необхідно з вхідного сигналу виділити корисний сигнал про фактичне відхилення ЕР від заданого. Ефективним підходом для цього є використання принципів нечіткої логіки.

II. ВИКЛАД МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Зважаючи на це, актуальною постає задача алгоритмічного опрацювання вхідних сигналів регулятора – сигналів первинних давачів струмів та напруг дуг, а у деяких випадках і сигналу керування імпедансного регулятора потужності дуг. Особливо актуальною задачею фільтрації сигналів напруги $u(t)$ та струму $i(t)$ постає в регуляторах потужності дуг з цифровими П-, ПІ- чи ПІД-регуляторами [1].

Реалізувати задачу фільтрації пропонується на основі використання нечітких висловлювань для згладжування даних за методом найменших квадратів [2].

Нехай на виході вимірювального трансформатора напруги дуги формується сигнал $u(t)$. Для його опису приймемо таку математичну модель:

$$u(t) = u_{\phi}(t) + \xi(t) = A^T \cdot F(t) + \xi(t) = F^T(t) \cdot A + \xi(t),$$

де $A^T = (a_0, a_1, \dots, a_{n-1})_{(1 \times n)}$ – вектор невідомих параметрів моделі; $F^T(t) = (f_0(t), f_1(t), \dots, f_{n-1}(t))_{(1 \times n)}$ – вектор заданих базисних функцій; $\xi(t)$ – випадковий процес (шум); T – символ операції транспонування; $u_{\phi}(t)$ фактичний (незашумлений) сигнал напруги на дузі.

Після перетворення неперервного сигналу $u(t)$ з виходу вимірювального трансформатора напруги в цифрову форму будемо мати відповідну решітчасту функцію $u(t = i \cdot \tau)$, $i = \overline{1, N}$:

$$u(t = \tau) = A^T \cdot F(t = \tau) + \xi(t = \tau) = u_1;$$

$$u(t = 2\tau) = A^T \cdot F(t = 2\tau) + \xi(t = 2\tau) = u_2;$$

$$u(t = N\tau) = A^T \cdot F(t = N\tau) + \xi(t = N\tau) = u_N.$$

якій відповідає вектор вимірюваних значень $U^T = (u_1, u_2, \dots, u_N)_{(1 \times N)}$,

де τ – крок квантування за часом;

N – кількість дискретизованих (оцифрованих) значень сигналу з виходу давача напруги ($N > n$).

Для сигналу завади $\xi(t)$ повинні виконуватися умови:

$$M \{ \xi(t = i\tau) \} = 0; D \{ \xi(t = i\tau) \} = \sigma^2 \cdot I,$$

де M, D – символи математичного сподівання та дисперсії відповідно; σ^2 – відоме значення дисперсії сигналу завади; I – одинична матриця.

Алгоритм усереднення полягає в ідентифікації функції $\xi(t)$, яка дає найкраще середньоквадратичне наближення до отриманої решітчастої функції $u(i\tau)$:

$$\min_A (\xi^T \cdot \xi) = \min (\mathbf{Y} - \mathbf{X} \cdot \mathbf{A})^T (\mathbf{Y} - \mathbf{X} \cdot \mathbf{A}),$$

$$\text{де } \mathbf{X} = \begin{pmatrix} f_0(\tau) & f_1(\tau) & \dots & f_{n-1}(\tau) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_0(N\tau) & f_1(N\tau) & \dots & f_{n-1}(N\tau) \end{pmatrix}_{(N \times n)},$$

де \mathbf{X} – матриця, що отримана з базисних функцій

III. ВИСНОВОК

За реалізації описаної методики фільтрації шуму у вхідних сигналах регулятора потужності дуг ДСП на основі положень нечіткої логіки для фіксованої величини кроку дискретизації τ за часом представляється можливість адаптувати ширину вікна $N_1 \tau$ фільтрації та забезпечити при цьому найменшу похибку апроксимації вказаних зашумлених вхідних сигналів регулятора потужності за методом усереднення, що, у свою чергу, позитивно вплине на динамічну точність стабілізації координат ЕР ДСП.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- [1] Паранчук Р.Я., Паранчук Я.С. Система адаптивного оптимального регулювання положення електродів ДСП на основі ПІД-регулятора // Тези доповідей XVI Міжнародної конференції з автоматичного управління. Автоматика-2010.- Харків: ХНАРЕ, 2010. – 322с.
- [2] Методы робастного, нейронечеткого и адаптивного управления: Учебник / Под ред. Н.Д.Егупова. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 744с.

¹ Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, УКРАЇНА, E-mail: yparanchuk@yahoo.com