

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЕЛЕКТРОДІВ ДУГОВОЇ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЇ ПЕЧІ З НЕЧІТКИМ РЕГУЛЯТОРОМ

Вступ. Проблема підвищення енергоефективності та зниження енергоємності металопродукції електрометалургійної галузі України є важливою та актуальною. У першу чергу це стосується потужних та надпотужних електрометалургійних комплексів та установок. До таких відносяться дугові сталеплавильні печі (ДСП), які є потужними електротехнологічними агрегатами зі встановленою потужністю агрегатів 0.9-1.1 МВт/т.

Постановка задач дослідження. Одним із ефективних підходів для вирішення окресленої вище проблеми є удосконалення електромеханічних систем переміщення електродів дугових сталеплавильних печей змінного струму, що полягає у синтезі та реалізації раціональних законів руху електродів, що відповідають критеріям максимально можливої швидкодії та мінімізації динамічної похибки відпрацювання випадкових збурень. Це є дієвим чинником зменшення дисперсії координат електричного режиму (ЕР) та відповідного поліпшення на основі цього показників електротехнологічної ефективності та енергоефективності дугових сталеплавильних печей.

Аналіз останніх рішень. Особливістю дугових сталеплавильних печей як об'єктів керування є надто складні математичні описи режимів і неперервні випадкові зміни параметрів, що не дає змоги на основі методів класичної теорії автоматичного керування реалізувати оптимальні і адаптивні до зміни параметрів закони руху електродів. В [1] вказаний напрям удосконалення САР реалізований на основі використання теорії нечітких множин. Для цього опрацьовано структуру системи автоматичного регулювання (САР) з нечітким коректором. Виконані дослідження показали зменшення параметричної чутливості САР та поліпшення інтегральних показників динамічної точності регулювання (стабілізації) координат ЕР. Але у розробленій САР не досягається повної інваріантності адаптації закону руху електродів до амплітуди збурень за довжиною дуги.

Для підвищення точності адаптації оптимального закону руху електроду до зміни параметрів елементів САР та об'єкту керування, зокрема нелінійностей типу "зона нечутливості" та "люфт", запропоновано використати нечіткий регулятор, що включається у прямому каналі формування сигналу керування на переміщення електроду. Розроблену за такого підходу структуру САР переміщення електродів ДСП показано на рис.1.

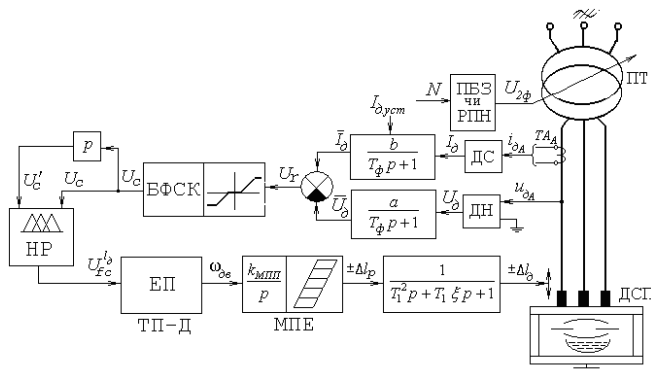


Рис.1. Функціональна схема САР положення електродів дугової печі з нечітким регулятором

одиничних збурень за довжиною дуги, включено нечіткий регулятор НР, вхідними сигналами якого є сигнал керування U_c та його похідна U_c' , а вихідним – сигнал на переміщення електро-

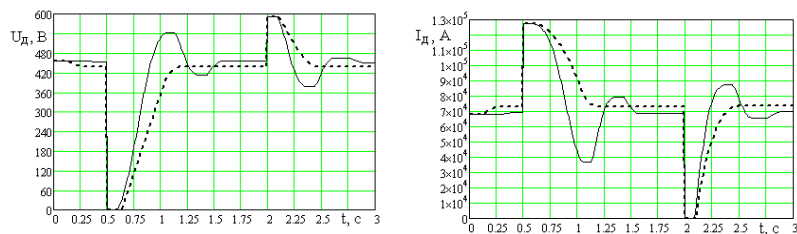


Рис.2. Реакції запропонованої (----) та існуючої (—) САР

керування нечіткими множинами "додатний" і "від'ємний" формується як обмеження зверху значенням $\min(\mu(u_1), \mu(u_2))$ і формується на основі логічного об'єднання $\max(\mu(u_3), \mu(u_3))$; дефазифікація реалізується за методом "центра ваги", де u_1, u_2, u_3 – нормовані вхідні та вихідні сигнали НР.

Для дослідження динаміки та виконання порівняльного аналізу створено математичну та цифрову модель розробленої САР та серійного регулятора потужності дуг типу АРДМ-Т-12 дугової печі ДСП-200. На рис.2 по-

Запропонована структура САР функціонує на основі серійного електромеханічного регулятора потужності дуг, що включає давачі струму ДС і напруги ДН дуги, блок формування сигналу керування БФСК та електропривод ЕП і механізм переміщення електроду МПЕ. Регулювання положення електродів (довжин дуг) виконується за диференціальним законом: $U_r = a\bar{U}_\delta - b\bar{I}_\delta$, де \bar{U}_δ і \bar{I}_δ – усереднені на період напруги живлення дуг напруга та струм дуги; a, b – сталі коефіцієнти, що визначають заданий ЕР. Для зменшення чутливості САР (рис.1) до параметричних змін і реалізації доцільного з точки зору якості динаміки і енергоефективності аперіодичного закону відпрацювання

Кількість термів для кожної лінгвістичної змінної – два, а функції належності – трикутні. Лінгвістичні оцінки для терм-множин є "від'ємний" і "додатний". Функція належності сигналу керування U_c та його похідна U_c' , а вихідним – сигнал на переміщення електро-

казано отримані реакції $U_d(t)$ та $I_d(t)$ запропонованої (----) та існуючої (—) САР на одиничні зміни довжини дуги, а на рис.3 – відповідні їм сигнали САР: $U_r(t)$, $U_c(t)$, $U_c'(t)$. На рис.4 зображено часові залежності координат ЕР дугової печі ДСП-200 при відпрацюванні випадкових збурень за довжиною дуги при функціонуванні типового регулятора АРДМ-Т-12 (рис.4, а) та при роботі запропонованої САР ЕР на основі АРДМ-Т-12 із синтезованим НР.

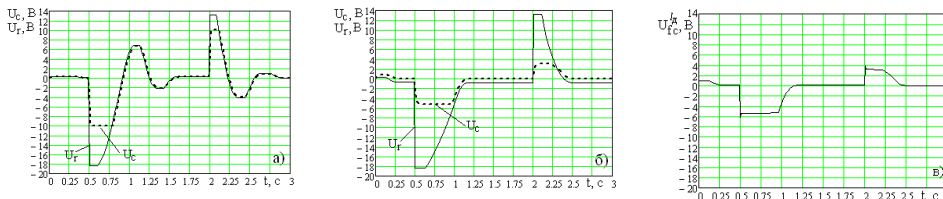


Рис.3. Сигнали керування АРДМ-Т-12 а) та запропонованої САР ЕР з НР б), в)

У табл. 1 зведено інтегральні показники якості відпрацювання випадкових збурень двома САР ЕР печі ДСП-200: регулятором АРДМТ-12 та САР довжин дуг з нечітким регулятором.

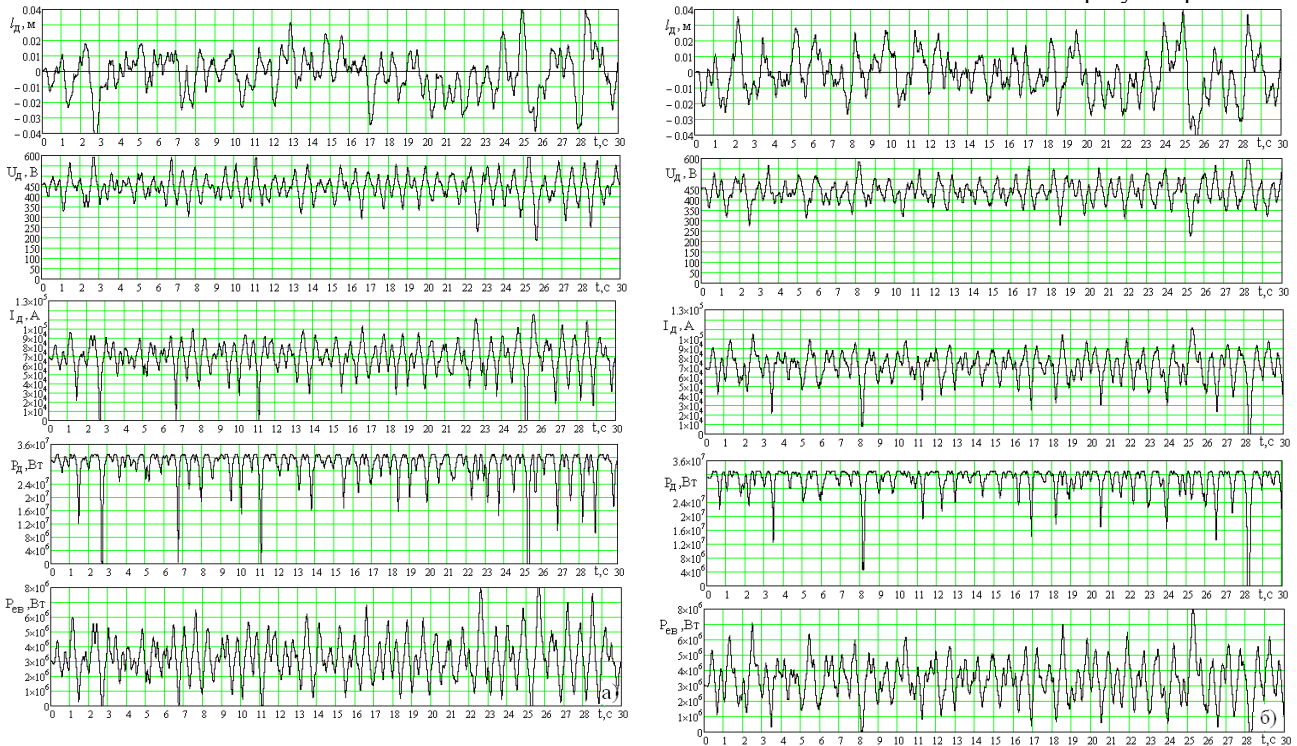


Рис.4. Залежності координат ЕР при роботі регулятора АРДМ-Т-21 а) та розробленої САР з НР б)

Таблиця 1

Структура САР	Регулятор АРДМ-Т-12		САР з нечітким регулятором	
	Математичне сподівання	Дисперсія	Математичне сподівання	Дисперсія
Збурення за довжиною дуги	$-1.59 \cdot 10^{-3} \text{ м}$	$1.894 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$	$-1.04 \cdot 10^{-6} \text{ м}$	$1.92 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
Напруга дуги U_d	445.6 В	$3.531 \cdot 10^{-3} \text{ В}^2$	439.4 В	$2.885 \cdot 10^{-3} \text{ В}^2$
Струм дуги I_d	$6.88 \cdot 10^4 \text{ А}$	$2.94 \cdot 10^8 \text{ А}^2$	$7.10 \cdot 10^4 \text{ А}$	$2.34 \cdot 10^8 \text{ А}^2$
Потужність дуги P_d	$2.97 \cdot 10^7 \text{ Вт}$	$2.33 \cdot 10^{13} \text{ Вт}^2$	$3.04 \cdot 10^7 \text{ Вт}$	$1.65 \cdot 10^{13} \text{ Вт}^2$
Потужність електричних втрат в короткій мережі $P_{ев}$	$3.27 \cdot 10^6 \text{ Вт}$	$2.01 \cdot 10^{12} \text{ Вт}^2$	$3.33 \cdot 10^6 \text{ Вт}$	$1.68 \cdot 10^{12} \text{ Вт}^2$

Висновок. Аналіз результатів досліджень показує, що реалізація обґрунтованого закону руху електрода у розробленій САР ЕР з нечітким регулятором поліпшує інтегральні показники якості регулювання (стабілізації) координат електричного режиму, і, відповідно, показники енергоефективності.

Перелік посилань

Лозинський О.Ю., Паранчук Я.С., Мороз В.І., Паранчук Р.Я. Дослідження режимів електромеханічної системи регулювання потужності дуг дугової сталеплавильної печі з нечітким паралельним коректором // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Тематичний випуск "Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика" науково-виробничого журналу. – Кременчук : КрНУ. – С.524-525.