

УДК 681.513.675:664.12

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ РЕГУЛЯТОРІВ В СИСТЕМІ АТОМАТИЗАЦІЇ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ

Пономарьов Я.Ю., Ладанюк А.П., Івашук В.В.

В системах автоматизації випарних установок (ВУ) завжди створюються контури стабілізації рівнів продукту в окремих корпусах. Точність підтримання рівнів безпосередньо впливає на техніко-економічні показники функціонування ВУ, забезпечуючи максимальне значення коефіцієнта теплопередачі та значення витрати гріючої пари [1]. Як правило контури стабілізації рівнів використовують пропорційні регулятори, які не забезпечують необхідних показників якості перехідних процесів в умовах інтенсивних збурень (змінювання відборів вторинної пари, витрати продукту на вході та виході ВУ). Задача стабілізації рівнів продукту ускладнюється, коли за умов значної продуктивності на різних ступенях випарювання встановлюються два випарних апарати. Так Лохвицький цукровий завод має 5-корпусну ВУ, при цьому 1, 2, 3 корпуси складаються з двох апаратів (А, Б), а 4 та 5 корпуси – з одного. Для покращення якості регулювання застосували ПД-регулятори рівня, які формували сигнали керування на регулювальні органи, встановлені на вході кожного корпусу. Значення рівня в апараті Б значною мірою залежить від роботи суміжних корпусів, що приводить до суттєвих відхилень від заданого значення (рис. 1, 2).

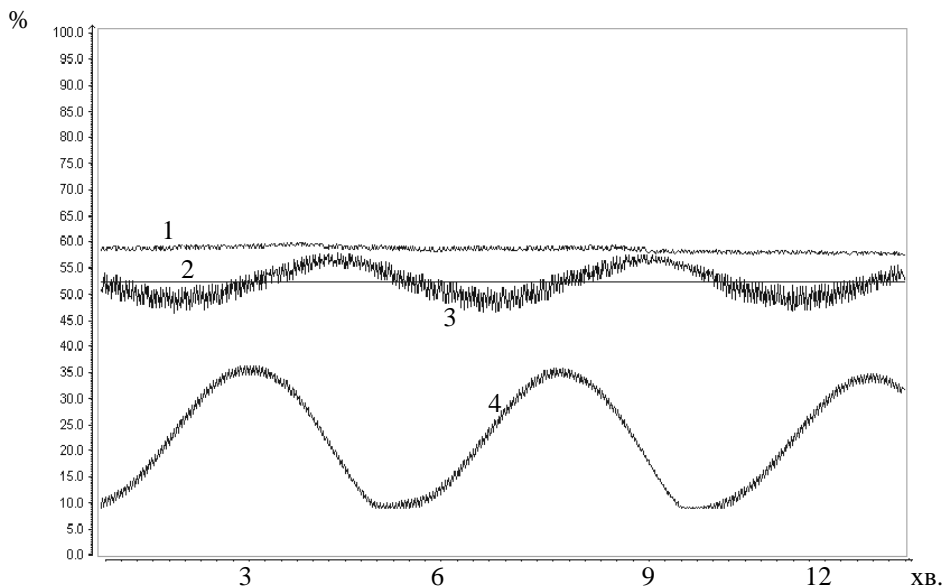


Рис.1 Приклад ПД-регулювання в однокорпусному випарному апараті:

1 - вміст сухих речовин в цукровому сиропі (%), 2 - завдання на утримання рівня у ВУ (%), 3 - дійсний рівень в корпусі ВУ (%), 4 – рівень відкриття заслінки на вході ВУ (%).

В сезоні 2005 року в системі регулювання рівнів застосовано та проведено дослідження функціонування нечіткого регулятора, реалізованого на контролері SIMATIC S7 з використанням технології штучного інтелекту [1, 2] FUZZY LOGIC (нечітка логіка). Методика застосовується у випадках, де переоцінка моделі об'єкта не може бути здійснена в реальному режимі часу, але зміни спостережних координат в об'єкті мають стрибкоподібний характер. Особливістю такого регулювання є врахування кількох

змінних для формування керуючого впливу, до того ж виміряні аргументи реалізують свої зміни в статистиці.

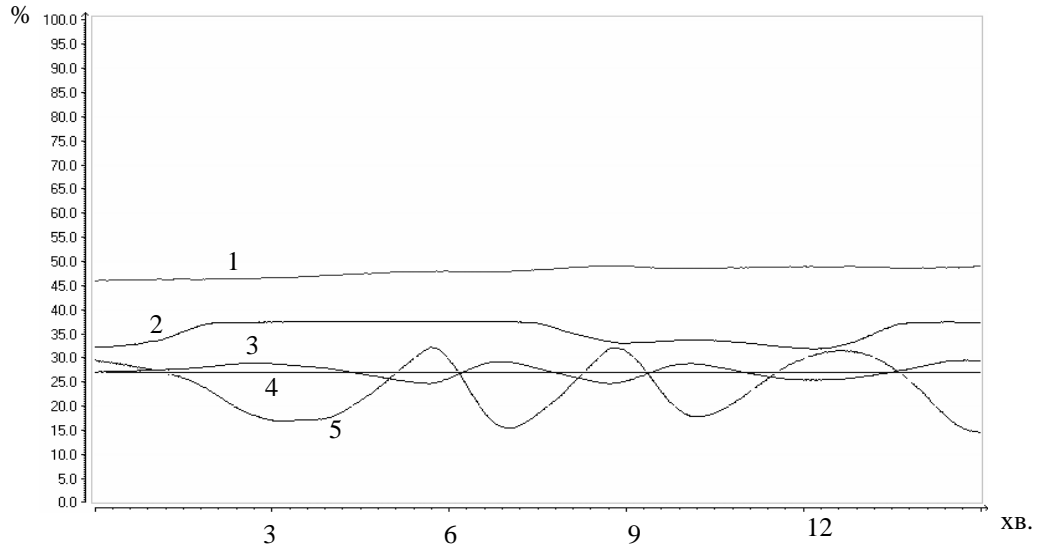


Рис.2. Приклад ПД-регулювання в подвійному випарному апараті:

1 – рівень в збірнику перед ВУ (%), 2 – дійсний рівень в корпусі А ВУ (%), 3 – дійсний рівень в корпусі Б ВУ (%), 4 – завдання на утримання рівня (%), 5 – рівень відкриття заслінки (%).

Такий підхід особливо важливий для тих систем, де коефіцієнт впливу між виміряними величинами та впливом на об'єкт має змінюватися достатньо швидко, причому вхідні дані, якими доводиться оперувати, змінюються постійно, а оцінка їх значень має невисоку точність. Методикою такого керування є заміна складної математичної моделі об'єкта логічною моделлю. Для встановлення логічних правил керування приймається досвід оператора, що керує об'єктом. Для реалізації нечіткого регулятора застосовується система типу Мамдані [3]:

Якщо Змінна1 та Змінна2, тоді Результат

Реалізація правил логічного висновку проводиться на підставі таблиці відповідності, яка формує найпростішу логічну конструкцію у вигляді нечітких термів (табл. 1).

Таблиця1

Логічна формула регулятора рівнів подвійних випарних апаратів

Стан рівня в корпусі Б	Стан рівня в корпусі А випарного апарату				
	N_BIG	N_SMAL	NULL	P_SMAL	P_BIG
N_BIG	P_BIG	P_BIG	P_SMAL	N_SMAL	N_SMAL
N_SMAL	P_BIG	P_SMAL	NULL	NULL	N_SMAL
NULL	P_SMAL	NULL	NULL	NULL	N_SMAL
P_SMAL	NULL	NULL	N_SMAL	N_SMAL	N_BIG
P_BIG	N_SMAL	N_SMAL	N_SMAL	N_SMAL	N_BIG
	Стан виконавчих механізмів на вході випарних апаратів				

Якщо в процесі фазифікації термам, що визначають стан технологічних змінних, присвоїти симетричні функції активації, з чітко визначеними межами, то реакція виконавчого механізму буде мати стрибкоподібний характер. Для підвищення точності позиціонування виконавчого механізму кожний стан описується трьома термами: зростанням (BIG), характерністю (SMAL) і спадом (NULL).

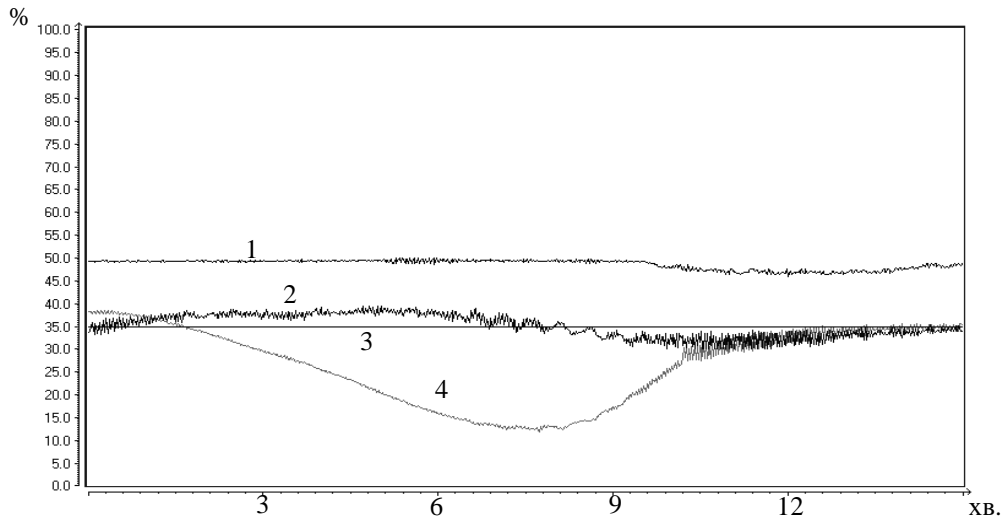


Рис. 3 Поведінка 3-го випарного апарата при ПД-регулюванні:

1 – дійсний рівень в корпусі Б (%), 2 – дійсний рівень в корпусі А (%), 3 – завдання на утримання рівня у ВУ (%), 4 – рівень відкриття заслінки (%).

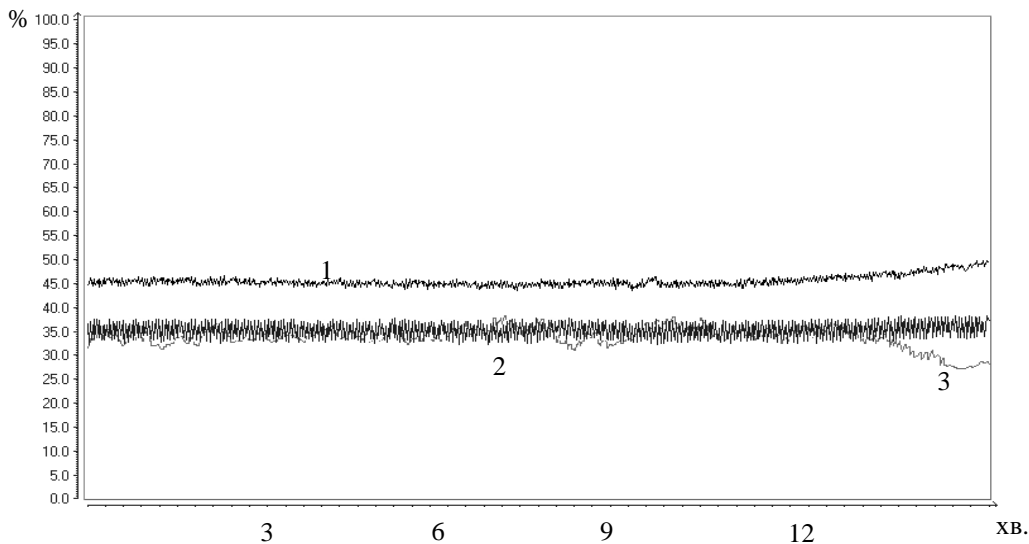


Рис. 4 Поведінка 3-го випарного апарата при регулюванні за допомогою FUZZY LOGIC:

1 – дійсний рівень в корпусі Б (%), 2 – дійсний рівень в корпусі А (%), 3 – рівень відкриття заслінки (%).

Міра нечіткості оцінок Δ_i технологічних змінних, що активують відповідне значення терму, забезпечує завадозахищеність алгоритму, зменшує кількість зайвих перемикачів виконавчого механізму, що є необхідним для регулювання швидкоплинних процесів в промислових умовах. Отже, збільшення зони невизначеності дозволяє уповільнювати зміну стану управляючих діянь (виконавчих органів). Міра перетину множин встановлюється на підставі інтуїтивного представлення про необхідний вплив для реалізованого стану та розміру множин, якими представлено відповідний терм.

Найбільш ефективно алгоритм працює на подвійному випарному апараті 3-тньої ступені, що має найбільш складні для стабілізації умови регулювання (рис. 3).

Після впровадження алгоритму нечіткого регулятора зменшується динамічна похибка регулювання та час перехідного процесу (рис. 4), також зростає інтенсивність випарювання, про що може свідчити відповідні коливання рівня у ВУ. Так, аналізуючи

результати до і після впровадження нечіткого регулювання маємо тенденцію до збільшення продуктивності ВУ.

В результаті впровадженого алгоритму нечіткого регулювання було досягнуто стабілізації рівнів по корпусам випарної станції, зменшена динамічна похибка та час перехідного процесу, що підвищило дійсну продуктивність випарної установки. Встановлена відповідність технологічному регламенту випарювання зменшила вміст цукру в конденсаті, що повертається на пароутворення. Також зникла необхідність адаптації коефіцієнтів підсилення ПД-регулятора при змінюванні режимів роботи ВУ.

In the report the problem of technological complexes with presence of processes of physical-chemical transformations is considered. For realization of a method of identification the algorithm of selection of signals is developed on the basis of wavelet-transformation, the method of an estimation of the characteristics of dependence is developed which is observed, algorithm of construction of nonlinear models of the certain behaviour, which advantages prove to be true by results of imitating modeling and introduction to industrial production.

1. Рыжов А. П. Оценка степени нечеткости и ее применение в системах искусственного интеллекта. Интеллектуальные системы. Т.1, Вып. 1 - 4, Москва, МНЦ КИТ, 1996, с. 95 – 102.
2. Рыжов А. П. Элементы теории нечетких множеств и ее приложения. Москва, МНЦ КИТ, 1996, 81с..
3. Шапиро Д. И. Организационные системы управления: использование расплывчатых категорий. М., Энергоатомиздат, 1983, 117с..