

УДК 626.84:644.65:614.777(075.8)

В.М.Штепа¹, Н.А.Засць¹, Ф.І.Гончаров¹, Г.М.Желновач²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет

НЕЧІТКА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВНЕСЕННЯМ РЕАГЕНТІВ ПРИ ОЧИСТЦІ СТІЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Синтезовано нечітку систему регулювання внесенням реагентів у стічні води промислового об'єкта (птахівничого комплексу), перевірено адекватність розробленої нечіткої моделі.

Серед промислових об'єктів, стосовно скиду небезпечних для навколишнього природного середовища стічних вод, окремо виділяються птахівничі комплекси. Оскільки у їхніх, як правило, недостають очищених, стічних водах містяться високі концентрації вірусів, мікробів та бактерій [1].

Як засіб доведення до регламентованих граничнодопустимих концентрацій параметру Coli-index, комплексного для встановлення вірусно-мікробно-бактеріальної безпеки води, вибрали гіпохлорування. При цьому врахували його технологічну дослідженість та те, що обробляти потрібно не питну, а стічну воду.

Однак, функціональним недоліком типових гіпохлораторів є неефективність їхньої роботи при постійній нелінійній зміні вхідних параметрів (об'єм, температура, тиск), які мають місце на працюючих птахівничих комплексах [2]. Тому для синтезу відповідної автоматичної системи регулювання (САР) застосували математичний апарат нечіткої логіки, який демонструє достатню ефективність у таких робочих умовах [3-5].

Завданням нашої САР є підвищення ефективності хлорпоглинання на пункті гіпохлорування стічних вод ЗАТ "Комплекс Агромарс" (торгова марка "Гаврилівські курчата"). Цей показник, головним чином, залежить від: об'єму (1000 – 1400 м³/год) та температури (16 – 21 °С) стічних вод.

Перша величина нормується СНП 2.04.02-84, останній аспект був досліджений академіком Л.А. Кульським [2]. Об'єм стічних вод залежать від забрудненості господарських приміщень, сезонних температур тощо. Температура стічних вод у свою чергу залежить від температури навколишнього середовища, тобто теж присутній елемент невизначеності. Суттєво ускладнює завдання нелінійність об'єкта [1].

У нашому випадку система управління буде розімкнутою (рис. 1). Неможливість створення замкнутої САР, викликана відсутністю сприймаючих елементів, які б у режимі реального часу здійснювали точне вимірювання вмісту хлору у воді (аналізували хлорпоглинання) при таких великих об'ємах води. Для цього адекватно використовуються лише лабораторні методи.

Алгоритм роботи САР на основі нечіткої логіки складатиметься з кількох етапів. Інформацією, яка надходитиме на вхід системи будуть: витрати води, температури води та швидкості її зміни. Останній параметр нам необхідний для покращання якості управління (тим більше, що процес нагріву та охолодження води містить значну інерційність).

Величини, які вимірюватимуться відповідатимуть реальним значенням змінних процесу керування. Інформація на виході являтиме собою управляючу змінну (значення напруги), що надходитиме через периферійне обладнання на дозуючий насос.

Значення для терм-множин нами взяті з досліджень академіка Л.А. Кульського, вимог СНП 2.04.02-84 і даних ЗАТ "Комплекс Агромарс" (торгова марка "Гаврилівські курчата").

У якості терм-множини першої лінгвістичної змінної використає множину $T_1 = \{ \text{"дуже великі витрати води"}, \text{"великі витрати води"}, \text{"витрати води у межах норми"}, \text{"малі витрати води"}, \text{"дуже малі витрати води"} \}$.

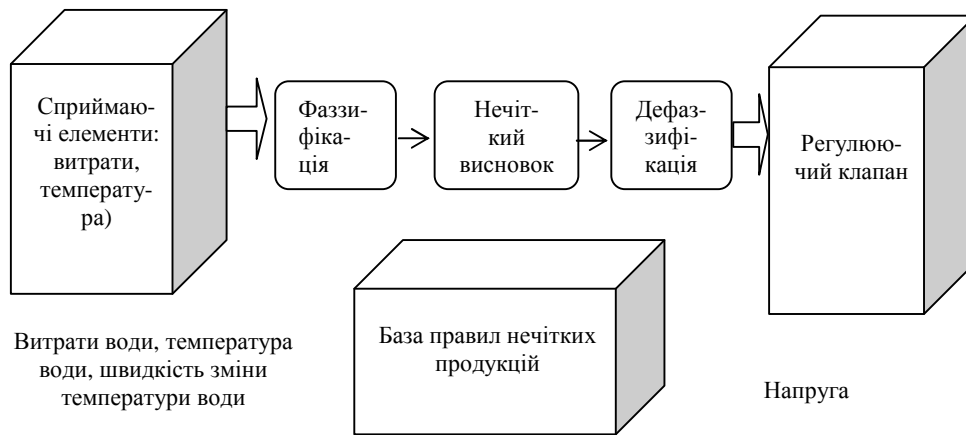


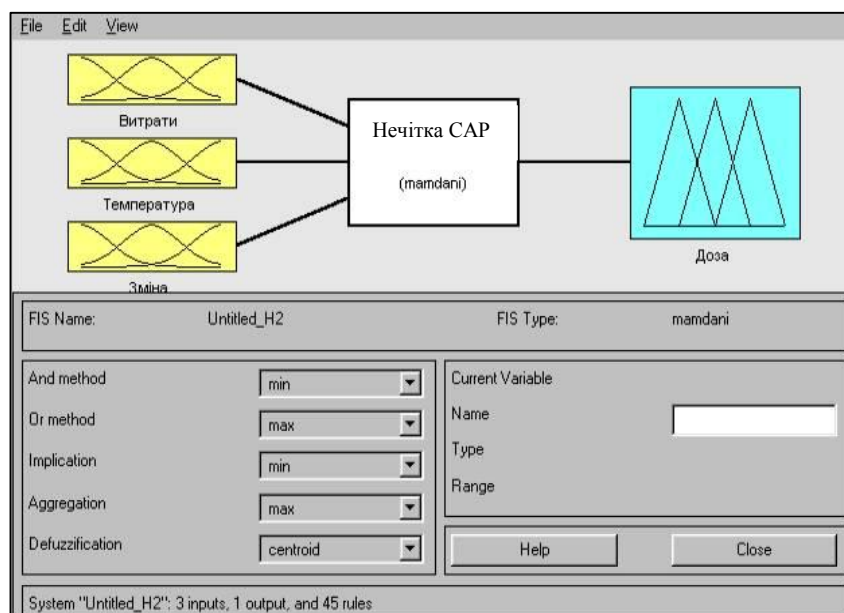
Рис.1 Архітектура компонентів системи нечіткого керування дозатором

У якості терм-множини другої лінгвістичної змінної використовуємо множину $T_2 = \{ \text{"температура води нижче норми"}, \text{"температура води у нормі"}, \text{"температура води вище норми"} \}$.

У якості терм-множини другої лінгвістичної змінної візьмемо множину $T_3 = \{ \text{"швидкість зміни температури води додатна"}, \text{"температура води не змінюється"}, \text{"швидкість зміни температури води від'ємна"} \}$.

У якості терм-множини вихідної лінгвістичної змінної використовуємо множину $T_4 = \{ \text{"дуже сильно збільшити дозу хлору"}, \text{"суттєво збільшити дозу хлору"}, \text{"незначно збільшити дозу хлору"}, \text{"не змінювати дозу хлору"}, \text{"незначно зменшити дозу хлору"}, \text{"суттєво зменшити дозу хлору"}, \text{"дуже сильно зменшити дозу хлору"} \}$.

Всі етапи роботи системи нечіткого регулювання виконуватимуться згідно алгоритму Мамдані реалізованого у пакеті розширення Fuzzy Logic Toolbox "MatLAB" (рис. 2).

Рис.2. Нечітка модель
(пакет розширення Fuzzy Logic Toolbox "MatLAB")

Математична інтерпретація алгоритму стосовно розглянутої задачі:

1. **Фазифікація:** знаходяться ступені істинності для передумов кожного правила ($n=350$ – кількість правил; x, y, v – імена вхідних змінних (відповідно: витрати води, її температура, швидкість зміни температури); z – ім'я змінної висновку (напруга); A, B, H, C – експертно задані функції належності, при цьому чітке значення Z_0 необхідно визначити на основі наведеної © В.М. Штепа, Н.А. Засць, Ф.І. Гончаров, Г.М. Желновач

У процесі дослідження було виявлено, що швидкість нагрівання води суттєво не впливає на вихідну змінну. Тому нами змінювались, шляхом редагування у FIS-редакторі, терм-множини і функції належності двох інших вхідних змінних (витрат та температури води).

На рисунку 4 наведено етапи налаштування нечіткого регулятора до значення середньоквадратичного відхилення менше одиниці, зупинено на значенні відхилення – 0,08 г/год (16-ий навчальний етап).

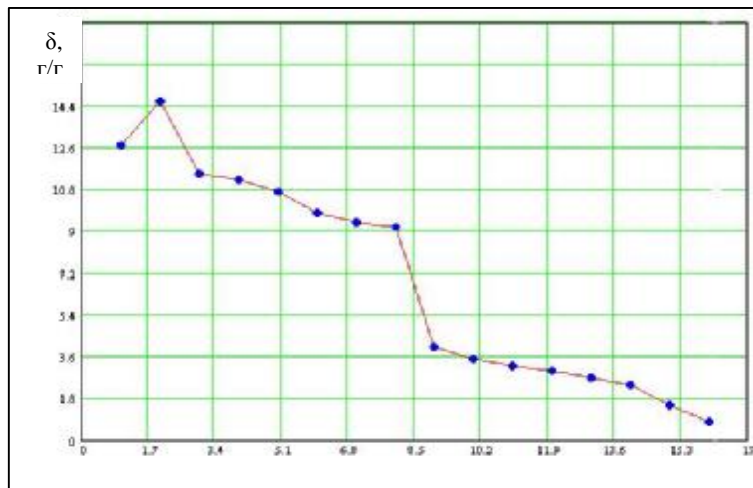


Рис.4. Етапи ітераційного налаштування нечіткого регулятора дозування реагентів

Висновок. Враховуючи особливості середовищі MatLAB, де відповідна нечітка модель у робочому полі Simulink із використанням периферійного обладнання технічних засобів автоматизації може застосовуватись як система управління виробничим об'єктом, зазначаємо, що розроблена на основі нечіткої логіки САР гіпохлоруванням стічних вод птахівничого комплексу може проходити виробничу апробацію.

1. Штепа В.М. Аналітичне моделювання як об'єкта керування резервуара для змішування стічних вод птахофабрики та гіпохлоритних розчинів отриманих електролізом / В.М. Штепа // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К.: НАУ. – 2007. – Вип. 115. – С.109-112.
2. Лисенко В.П. Передумови створення автоматичної системи керування електролізними процесами очистки стічних вод промислових птахівничих комплексів з використанням нейроінформаційних технологій / В.П. Лисенко, В.М. Штепа // Аграрна наука і освіта. – К.: НАУ. – 2006. – Т.7. - № 1-2. – С. 99-104.
3. Асаи К. Прикладные нечеткие системы / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи./Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено.- М.: Мир, 1993. – 368 с.
4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер с польск / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский – М.: Горячая линия - Телеком, 2004. – 452 с.
5. Митюшкин Ю.И. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний / Ю.И. Митюшкин, Б.И. Мокин, А.П. Ротштейн. – Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 2002. – 145 с.