

## УПРАВЛІННЯ ЦУКРОВИМ ВИРОБНИЦТВОМ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ПРИКЛАДІ ДІЛЬНИЦІ ОЧИЩЕННЯ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ

Сучасні підприємства харчової промисловості характеризуються різноманітністю структур, різною природою елементів, складністю зв'язків між елементами, динамічністю та стохастичним характером виробничих процесів, багатокритеріальністю функціонування.

Інтенсифікація виробничих процесів потребує підвищення вимог до точності та якісних показників систем автоматичного управління, що функціонують в умовах впливу внутрішніх і зовнішніх збурень, багато з яких не піддаються вимірюванню. Необхідність врахування взаємозалежності регульованих величин, невизначеності середовища функціонування породжує відповідні проблеми при створенні систем управління і насамперед підсистем регулювання оптимальних технологічних режимів. Але реалізація традиційних законів регулювання не усуває та й не здатна усунути можливість появи невизначеності, неформалізованої та важко формалізованої інформації [1]. Це насамперед інформація, що характеризує поведінку людини (у даному випадку операторів дільниці очищення дифузійного соку), його інтуїцію, психологічні особливості. Ця інформація має розпливчастий характер і може бути формалізована за допомогою апарату теорії нечітких множин (ТНМ), розробленою Л. Заде [2].

Практичні ситуації, в яких доводиться приймати рішення, настільки багатозначні й різноманітні, що потребують застосування різних методів для обґрунтування рішень з управління.

У ланці технологічного процесу отримання цукру-піску одне з головних місць займає очищення дифузійного соку. Це зумовлено тим, що якість кінцевого продукту (цукру-піску) великою мірою залежить від дотримання всіх технологічних вимог на дільниці очищення соку [3].

В основу побудови адаптивної ситуаційної системи управління дільницею сокоочищення покладена теорія нечітких множин і лінгвістичних змінних. Термін "ситуаційна система" підкреслює наявність набору певних ситуацій в управлінні об'єктом [4]. Адаптивна ситуаційна система базується на механізмі нечіткого логічного

висновку та бази знань, яка побудована з використанням експертно-лінгвістичних правил "Якщо — То" [5].

Для створення продуктивної бази знань треба накопичити достатню кількість ситуацій, які повно описують функціонування об'єкта. Приклади типових та критичних ситуацій:

<i>Відхилення від нормального режиму роботи</i>	<i>Реакція на ситуацію, що склалася</i>
Упала відкачка дифузійного соку до мінімального значення	Прикрити подачі сатураційного газу, пари та вапняного молока. Усі операції робити з певним запізненням
Збільшився тиск сатураційного газу (більший за норму)	Стравити надлишок в атмосферу
Упало рН на дефекаторі (менше за норму)	Збільшити подачу вапняного молока
рН дефекатора більше за норму	Зменшити подачу вапняного молока
Перегазування I сатурації	Якщо сумарна витрата вапняного молока менша ніж 20 м <sup>3</sup> , то збільшити подачу вапняного молока, якщо витрата вапняного молока в нормі, то зменшити подачу газу на I сатуратор

У разі виникнення типових ситуацій система до нормального стану приводиться автоматично, але при деяких критичних ситуаціях автоматичне управління неможливе. Приклади таких ситуацій:

<i>Відхилення від нормального режиму роботи</i>	<i>Реакція на ситуацію, що склалася</i>
Періодичні викиди соку через контрольний ящик	Зупинити сатуратор. Очистити газорозподільні пристрої від накипу
Неправильні показання автоматичного рНметра	Зіставити показання автоматичного рНметра з лабораторними; промити електроди в розчині со-

Сік не надходить на СК-змішувач	Відвід переддефектованого соку спрямувати через паралельну комунікацію без СК-змішувача. Відремонтувати клапан
Протікання соку крізь сальникове ущільнення СК-змішувача	Відключити СК-змішувач, замінити сальникову набивку
Уповільнення роботи сатурації	Усунути підсмоктування повітря на печі, забезпечити герметизацію завантажувального пристрою та трубопроводів від печі до газових насосів. Масова частка CO <sub>2</sub> в сатураційному газі має становити 28...35 %

Нечітка інформація обробляється із застосуванням лінгвістичного підходу [1], в рамках якого допускаються не тільки числа, а й слова, речення природної мови, а апаратом їх формалізації є теорія нечітких множин.

Лінгвістичні критерії, як і відповідні лінгвістичні змінні, можна розділити на числові, тобто з вимірною базовою змінною, та нечислові — без вимірної базової змінної [1]. Прикладом числового лінгвістичного критерію є критерій рН II сатурації із значеннями "мале", "недостатнє", "нормальне", "більше", "велике"; діапазон зміни значень рН лежить у межах від 7 до 14. Ступінь належності  $m_r: V \times U \rightarrow F([0,1])$ , де  $V \times U$  — функція належності нечіткого відношення;  $F([0,1])$  — множина нечітких чисел, визначених на  $[0,1]$ .

Нечітке відношення переваги R на  $U_x$  визначається як бінарне нечітке рефлексне відношення  $R = \bigcup_{(x_i, x_j) \in X \times X} m_r(x_i, x_j) \times (x_i, x_j)$ , де  $m_r(x_i, x_j)$  — ступінь впевненості ОПР (особи, що приймає рішення) в тому, що  $x_i$  не менш переважне, ніж  $x_j$ .

Рефлексність та лінійність нечіткого відношення R на  $U_x$  визначається відповідно як

$$\begin{aligned} (\forall x_i, x_j \in U_x) m_r(x_i, x_i) &= 1, \\ (\forall x_i, x_j \in U_x) m_r(x_i, x_j) = 0 &\Rightarrow m_r(x_j, x_i) > 0. \end{aligned}$$

Нехай  $x = (x_1, x_2, x_3)$  — множина можливих управляючих діянь. Тоді нечітке відношення переваг конкретної ОПР на множині можливих управляючих діянь можна записати у вигляді

$$R = \{1/(x_1, x_1); 0,9/(x_1, x_2); 0,6/(x_1, x_3); 0,2/(x_2, x_1); 1/(x_2, x_2); 0,4/(x_2, x_3); 0,3/(x_3, x_1); 0,7/(x_3, x_2); 1/(x_3, x_3)\}$$

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0,9 & 0,6 \\ 0,2 & 1 & 0,4 \\ 0,3 & 0,7 & 1 \end{pmatrix}$$

Для оброблення нечіткої інформації значення відповідних параметрів, таких як "тиск сатураційного газу", "рН I сатурації", "витрата дифузійного соку" тощо, подаються у вигляді лінгвістичних змінних, які визначаються кортежем

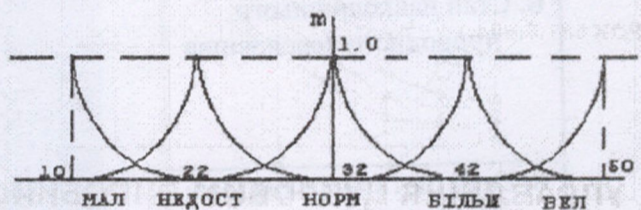
$$\langle A, T, U, G, M \rangle,$$

де A — найменування лінгвістичної змінної; T — множина її значень чи термів, що являють собою найменування нечітких змінних; U — область визначення цих змінних; G — синтаксична процедура, що описує процес утворення із множини T нових значень лінгвістичної змінної; M — семантична процедура, що дає змогу приписати кожному новому значенню, яке утворюється процедурою G, деяку семантику завдяки формуванню відповідної нечіткої множини, тобто відобразити нове значення в нечітку змінну.

Наведемо приклад лінгвістичної змінної. Хай оцінюється вміст CO<sub>2</sub> в сатураційному газі за допомогою понять "малий", "недостатній", "нормальний", "більший", "великий". Вміст CO<sub>2</sub> змінюється в межах 10...50 %. Формалізація такого опису може бути проведена за допомогою лінгвістичної змінної  $\langle \text{Вміст}, T(10,0; 50,0) \rangle$ , де T — "малий", "недостатній", "нормальний", "більший", "великий". Значення лінгвістичної змінної "Вміст" із терм-множини T описується нечіткими змінними відповідно до назв і обмежень на можливі значення. Наприклад, значення "малий" задається нечіткою змінною  $\langle \text{"малий"}, [10,0; 22,0], x \rangle$ , де нечітка множина може бути такою:

$$x = (\langle 1/10,0 \rangle, \langle 0,9/12,0 \rangle, \langle 0,8/14,0 \rangle, \langle 0,7/15,0 \rangle, \langle 0,6/16,0 \rangle, \langle 0,5/17,0 \rangle, \langle 0,4/18,0 \rangle, \langle 0,3/19,0 \rangle, \langle 0,2/20,0 \rangle, \langle 0,1/21,0 \rangle, \langle 0,0/22,0 \rangle)$$

Лінгвістична змінна "Вміст" графічно може бути зображена так:



Взагалі на дільниці очищення дифузійного соку можна подати у вигляді лінгвістичних змінних такі фактори: рН для секцій переддефекатора; рН на першому та другому сатураторах; концентрацію та тиск сатураційного газу; витрати вапняного молока, суспензії та соку рециркулю.

**Висновки.** Впровадження систем ситуаційного управління певними технологічними об'єктами, які ґрунтуються на використанні досвіду операторів, що є експертами в даній галузі, сприяє поліпшенню якісних показників кінцевого продукту та зменшенню втрат під час технологічного процесу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Обработка нечеткой информации в системах принятия решений* / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьев и др. — М.: Радио и связь, 1989. — 303 с.
2. *Заде Л.А.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных значений. — М.: Мир, 1976. — 168 с.
3. *Волошин З.С., Николаенко З.С.* Разработка и внедрение средств автоматизации в сахарной промышленности. — К.: Об-во «Знання» Української ССР, 1989. — 20 с.
4. *Поспелов Д.А.* Ситуационное управление: Теория и практика. — М.: Мир, 1986. — 284 с.
5. *Бакаев А.А., Гриценко В.И., Козлов Д.Н.* Методы организации и обработки баз знаний. — К. Наук. думка, 1993. — 183 с.
6. *Антонович А.Л., Гырлова К.И.* Новые системы автоматизации процессов очистки сока для сахарных заводов. — М., 1992. — (Сер. 16. Механизация и автоматизация пищ. пром-сти; вып. I).

Надійшла до редколегії 04.10.99 р.