

ЦУКОР УКРАЇНИ

1/95



Мікропроцесорна система управління періодичними фільтрами соку цукрового виробництва

А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько

Український державний університет харчових технологій

Фільтри цукрового виробництва, у тому числі і ФіЛСи, входять до складу обладнання сокоочисного відділення, яке має всі ознаки хіміко-технологічної системи (ХТС) [1]. Ефективність функціонування ХТС оцінюється визначеною цільовою функцією, частіше всього прибутком (чистим доходом):

$$I = \sum_{j=1}^n B_j U_j - Z, \quad (1)$$

де I — цільова функція; B — випуск продукції за звітний період; U — ціна продукції; Z — витрати; $j, \bar{n}$ — види продукції.

Критерій (1) мало придатний для оперативного оптимального управління, тому що визначається вже після випуску продукції. При оперативному управлінні, особливо на проміжних ділянках виробництва, доцільно використовувати показник ефективності [2]

$$E_i = \int_{t_1}^{t_2} \left(B_i U_i - \sum_{j=1}^P Z_j \right) dt, \quad (2)$$

де U_i — частина загальної ціни, умовно сформованої на даній стадії виробництва; Z_j — витрати, які залежать від вибору режиму.

Величина E_i в кожний момент часу визначається за залежністю B_j і Z_j від параметрів технологічного режиму, тобто одночасно слід вирішувати задачі ідентифікації об'єкта управління і оптимізації як функції корисності, мінімуму витрат. Щодо постановки задачі оптимального управління фільтрами працюють як група паралельно діючих однотипних апаратів (ГПА) [3], які мають однакові технічні характеристики. Вхідні продукції (сок I чи II сатурації) надходять в ГПА з вектором координат $\bar{x}$, а виходять з вектором $\bar{y}$. При цьому в ГПА реалізуються керуючі дії $\bar{u}$. Координати ГПА обмежуються вимогами до якості продукції і на керуючі дії.

Контроль і управління фільтраційним обладнанням цукрового виробництва полягає у визначенні прозорості фільтрату і кількості цукру в осаді [4] за непрямыми показниками, до яких належить кількість осаду на фільтрувальному елементі,

$$d_{oc}^{\min} \leq d_{oc} \leq d_{oc}^{\max}; \quad (3)$$

вміст вапняку у фільтраті

$$b_{\phi} \leq b_{\phi}^{\max}; \quad (4)$$

наявність сухих речовин у суспензії

$$c_c \leq c_c^{\max}; \quad (5)$$

густина суспензії

$$\rho_c^{\min} < \rho_c < \rho_c^{\max}; \quad (6)$$

тривалість фільтрації

$$t_{\phi}^{\min} < t_{\phi} < t_{\phi}^{\max}. \quad (7)$$

Період оптимального управління повинен охоплювати ряд повних циклів роботи всієї батареї фільтрів. При цьому кожний повний цикл роботи фільтра ФіЛС складається, у свою чергу, з основних і проміжних (допоміжних) операцій: активна фільтрація — часткове випорожнення — активна фільтрація — вивантаження суспензії [4].

Ураховуючи, що ГПА фільтрів обмежує продуктивність ХТС, глобальну задачу оптимізації (2) можна декомпозицією звести до підзадачі забезпечення максимуму продуктивності ГПА. Оскільки режим роботи фільтра протягом основної операції не залежить від тривалості допоміжних операцій, необхідно забезпечити найвищу середню продуктивність батареї фільтрів за повний цикл. Вираз для поточного значення середньої продуктивності за повний цикл Q_c має вигляд

$$Q_c = \sum_{k=1}^m \frac{\sum_{j=1}^i \int_0^{t_j} Q_j \{ \bar{x}_j(\tau_j), \bar{u}_j(\tau_j), \bar{v}_j(\tau_j) \} d\tau_j}{\sum_{j=1}^i t_j + (i-1) \sum_{r=1}^p \tau B_r}, \quad (8)$$

де i — кількість основних операцій в повному циклі роботи фільтра; $j \in [0, i]$ — порядковий номер основної операції від початку роботи фільтра в повному циклі; t — тривалість основних операцій; $\tau \in [0, t]$ — умовний час усередині періоду основної операції; $\bar{x}$ — вектор вхідних координат; $\bar{u}$ — вектор управління; $\bar{v}$ — вектор ряду нестационарних параметрів, які змінюються протягом періоду роботи апарата t ; τB — тривалість допоміжних операцій; p — кількість допоміжних операцій; m — кількість фільтрів у батареї.

Керуючими діями є тривалість основних операцій і керуючі змінні (витрати і рівні), а також кількість працюючих фільтрів у батареї.

Задачу управління одиничним фільтром можна показати так:

$$Q_c = \{ \bar{x}_k(\tau_j), \bar{u}_k(\tau_j), \bar{u}_k(\tau_j), t_k \} \rightarrow \max_{\bar{u}_j, t_j};$$

$$\bar{u} \in D_u \begin{cases} \bar{y} \leq \bar{y}^* \\ \bar{y} = f(\bar{x}, \bar{u}, \bar{v}, t) \end{cases} \quad (9)$$

де D_u — множина фізично допустимих значень управліннь і вектора $\bar{U}^*$ заданих обмежень на вихідні координати об'єкта.

Фільтри ФІЛС — нестационарний об'єкт управління, для забезпечення оптимального режиму роботи якого необхідні адаптивні системи управління.

Адаптивна САУ складається із блока формування критерію (8) і блока оптимізації. Блок оптимізації при досягненні мінімуму критерію за часом t_k основної операції видає дискретні сигнали на закінчення основної і початок допоміжної операції, яка оптимізується з урахуванням (9).

Для фільтрів ФІЛС, які є фільтрами періодичної дії, система управління повинна забезпечити роботу за часовою циклограмою. Часова циклограма оптимального режиму роботи фільтра задається рішенням задачі (9), де керуючими діями може бути тривалість активного фільтрування t_i і обороту батареї фільтрів.

На основі експериментально отриманих залежностей керуючих дій від параметрів процесу фільтрування (витрата фільтрованого соку, якісні показники соку) розроблено алгоритми управління фільтрами ФІЛС, які реалізовано за допомогою локальних керуючих обчислюваних пристроїв на основі мікропроцесорної техніки.

Адаптивна САУ фільтрами ФІЛС має дві підсистеми: інформаційну і керуючу. Інформаційна перетворює значення змінних (рівні в збірниках, витрати соку і суспензії, перепад тисків на ситах) в уніфіковані сигнали, забезпечує розв'язання функціональної залежності (8), визначення товщини осаду за перепадом тисків. Керуюча забезпечує автоматичне змінювання циклічності роботи батареї фільтрів з метою підтримки найвищої середньої продуктивності і задає обмеження на якість фільтро-

ваного соку. Оптимальний режим роботи фільтрів забезпечується пошуковою екстремальною системою автоматичним регулюванням тривалості активного фільтрування і кількості допоміжних фільтрів залежно від якісних показників соку і характеристики процесу фільтрації.

Технічна реалізація системи управління була здійснена на основі регулювального мікропроцесорного контролера РЕМІКОНТ Р-110 і персонального комп'ютера IBM.

У цій системі мікропроцесорний контролер виконує програмно-логічне управління (забезпечення послідовності виконання основних і допоміжних операцій фільтрування із зміною їх тривалості за якісними показниками соку і режимними обмеженнями); адаптивне управління (пошук максимального значення продуктивності з урахуванням якісних показників соку, перепаду тисків, рівнів у збірниках); блокування технологічного циклу через неполадки у роботі обладнання; сигналізацію граничних значень параметрів і положення виконавчих пристроїв.

Персональний комп'ютер виконує такі функції: збір і зберігання інформації; реєстрацію і документування аварійних ситуацій; відображення інформації про технологічний процес; розрахунок технологічних параметрів процесу фільтрації за даними ручного вводу результатів лабораторних аналізів якісних показників.

Ця система автоматизації із застосуванням мікропроцесорного регулювального контролера РЕМІКОНТ Р-110 і персонального комп'ютера IBM запроваджена на Саливонківському і Рокитнянському цукрових заводах. Аналіз функціонування систем показав їх високу надійність. У сезон цукроваріння 1993/94 р. на Рокитнянському цукровому заводі дві системи працювали без відмов і збоїв; на Саливонківському заводі зафіксовано дві відмови (перша через несправність блока живлення контролера, друга через недотримання правил експлуатації контролера обслуговуючим персоналом).

Бібліографічний список

1. Кафанов В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. — М.: Химия, 1968. — 379 с.
2. Ладанюк А.П., Перепеченко В.Г. Оперативное управление технологическими процессами в пищевой промышленности. — К.: Урожай, 1987. — 160 с.
3. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. — М.: Химия, 1981. — 384 с.
4. Автоматизация свеклосахарного производства / З.С. Волошин, Л.П. Макаренко, А.А. Рокитский и др. — М.: Пищ. пром-сть, 1980. — 288 с.