

ОПТИМАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ БУРЯКОПЕРЕРОБНОГО ВІДДІЛЕННЯ

Впровадження ефективних систем управління технологічними процесами цукрового виробництва відбувається завдяки реалізації складніших алгоритмів управління.

Враховуючи те, що на багатьох цукрових заводах вже застосовуються мікропроцесорні системи управління з використанням автоматизованих робочих місць оператора на основі ПЕОМ та відповідних технічних засобів, є можливість без значних капітальних витрат, що особливо важливо в умовах економічної кризи, завдяки впровадженню алгоритмів та програм, які реалізують сучасні принципи управління, досягти значного успіху в підвищенні ефективності виробництва за рахунок виконання додаткових прикладних функцій управління (ідентифікації об'єкта управління, оптимізації технологічних режимів тощо).

Одним з найважливіших технологічних об'єктів управління цукрового заводу є бурякопереробне відділення, що складається з тракту подачі буряків, дільниці миття буряків, бурякорізок, дифузійного апарата. Його можна розглядати як технологічний комплекс, важливою задачею при автоматизації якого є побудова системи управління, що дає змогу ефективно вирішувати задачі управління окремими стадіями (підсистемами) й одночасно забезпечувати узгодженість роботи всіх ланок технологічного ланцюга. З погляду функціонування цей технологічний комплекс належить до такого класу складних об'єктів управління, в яких можна змінювати режим роботи окремих підсистем у допустимих межах, не виключаючи при цьому і задачу оптимального розподілення навантаження, тобто матеріальних потоків. У цьому випадку техніко-економічна сутність задачі оптимізації функціонування технологічного комплексу бурякопереробного відділення полягає у визначенні навантаження (продуктивності) і таких режимів роботи кожної підсистеми, які є найдоцільнішими з погляду всього комплексу. Для цього потрібна координація локальних цілей підсистем, яка задовольняла б локальному критерію всієї системи в цілому.

© Ю.В. Онищенко, А.П. Ладашок, В.Д. Кишенцько, 2000

Як встановлено дослідженнями, збурення, що діють на агрегати технологічного комплексу бурякопереробного відділення, мають у середньому період змінювання відповідний горизонту управління, а тривалість перехідних процесів в установках суттєво менша, ніж період оперативного управління. Отже, задача управління технологічним комплексом може бути зведена до задачі статичної оптимізації. При виборі критерію оптимальності для складних алгоритмів управління виправданою є орієнтація на економічні узагальнювальні показники (продуктивність комплексу, собівартість продукції, зведені витрати і под.).

Головна проблема полягає у потребі вибору такого критерію оптимальності, в якому були б об'єднані питання економічної ефективності виробництва і показники якості управління, що дасть можливість цілеспрямовано сформулювати управління. Крім цього, критерій оптимізації має сприяти декомпозиції загальної складної задачі управління і бути придатним для оперативного оцінювання якості управління, а не після випуску чи реалізації готової продукції. Таким показником для виробництва в цілому є економічність [1]

$$E_S = \int_0^T \sum_{i=1}^m (B_{is} \Pi_{is} - Z_s) dt, \quad (1)$$

де T – інтервал оперативного управління; B_{is} , Π_{is} – відповідно випуск і ціна i -го продукту та напівпродукту, які умовно формуються на S -підсистемі технологічного комплексу; Z_s – витрати на випуск на S -підсистемі технологічного комплексу.

Вибір такого критерію оптимальності дає можливість здійснювати автоматичну оптимізацію окремих підсистем технологічного комплексу з єдиних позицій, тому що величина E_s в моменти розв'язання задачі оптимізації визначається за безпосередньою залежністю критерію оптимальності від параметрів технологічного режиму. З метою спрощення та забезпечення зручності використання для цілей управління проведена декомпозиція прийнятого

критерію оптимальності, що дало змогу організувати оптимізацію технологічного комплексу бурякопереробного відділення у вигляді дворівневої схеми прийняття рішень, при якій локальні станції управління здійснюють оптимізацію окремих підсистем комплексу, а координуюча станція забезпечує узгодженість їхньої роботи.

Сумісне розв'язання локальних задач і задачі координації здійснюється за допомогою ітераційної процедури обміну інформацією між координуючим органом і станціями управління. Критерієм оптимальності для верхнього рівня системи управління технологічним комплексом є питомі втрати цукру на кожній стадії технологічного комплексу і комплексу в цілому, які залежать від багатьох технологічних факторів (режимних параметрів, показників якості сировини, характеристик технологічного обладнання).

На локальному рівні оптимізація здійснюється за критерієм ритмічності виробництва

$$\min_{u \in U} K_S = \sum_{i=1}^m \rho_i |\Delta Q_i| \Delta t, \quad (2)$$

де ΔQ_i – відхилення продуктивності S-підсистеми технологічного комплексу за i-м продуктом чи напівпродуктом; U – керувальні дії; ρ – коефіцієнт штрафу, що залежить від створення запасів у технологічних місткостях, від часу простоїв технологічного обладнання, від структури технологічної ланки, надійності роботи технологічного обладнання та системи управління; Δt – часовий інтервал.

Задача координації розглядається в стохастичній постановці з урахуванням нечіткої вхідної інформації [2]. Маємо дворівневу систему управління, що складається з $s = 1, n$ локальних підсистем нижнього рівня і одного елемента верхнього рівня. На нижньому рівні розв'язуються локальні задачі оптимізації, що полягають у визначенні керувальних змінних U, які оптимізують математичне сподівання критерію K_s :

$$\min M\{K_s(\rho_i, \Delta Q_i)\}, \quad (3)$$

при детермінованих

$$f_j(X, Z) \leq b_j \quad (4)$$

та ймовірнісних обмеженнях

$$P(a_j \leq f_j \leq \bar{a}_j) \geq P_j, \quad (5)$$

де P_j – задані значення ймовірності; X, Z – вектори відповідно режимних параметрів та показників якості продукції.

Розв'язавши задачу (3)–(5) при заданих P, елементи нижнього рівня передають у центр узагальнену інформацію $f_s(X)$.

Цільова функція та обмеження елемента верхнього рівня мають такий вигляд:

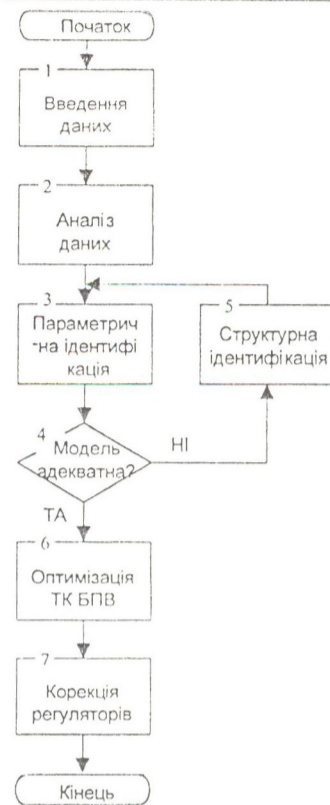
$$D_0(f_1(X), \dots, f_s(X)) \rightarrow \min, \quad (6)$$

$$F_k(f_1(X), \dots, f_s(X)) \geq R_k, \quad (7)$$

де D_0 – втрати цукру; R_k – глобальні обмеження k-го елемента, що встановлюються центром керування.

На основі узагальнених показників центральний елемент розв'язує задачу ідентифікації (6)–(7) з метою максимізації глобальної функції (1), що відображає результати діяльності цукрового заводу в цілому. При цьому він виробляє нечіткі координуючі сигнали $\bar{\omega}_s$, які визначають обмеження та завдання для розв'язання задач оптимізації на нижніх рівнях управління.

Реалізація алгоритмів координації роботи технологічного комплексу бурякопереробного відділення здійснювалась за допомогою методу зведеного градієнта. Розроблено алгоритм оптимального управління технологічним комплексом бурякопереробного відділення, схему якого зображено на рисунку.



Алгоритм координації роботи технологічного комплексу бурякопереробного відділення

У блоці 1 організовано збір вхідної інформації про стан об'єкта управління шляхом опитування мікропроцесорних контролерів локального рівня управління та введення результатів лабораторних аналізів.

У блоці 2 аналізується вхідна інформація (фільтрація, відбраковка аномальних даних, формування масиву інформації, що відображає статичні режими роботи об'єкта управління).

У блоці 3 здійснюється параметрична ідентифікація об'єкта управління [3], результати якої контролюються у блоці 4. Якщо ці результати незадовільні, то здійснюється перехід на блок 5, де виконується процедура структурної ідентифікації об'єкта управління (змінюється структура математичної моделі, що являє собою нелінійні степеневі ортогональні поліноми Чебишева, Лагера, Ерміта) [4].

У блоці 6 здійснюється оптимізація роботи технологічного комплексу, результати якої реалізуються у вигляді уставок локальних регуляторів мікропроцесорних контролерів (блок 7).

Даний алгоритм впроваджується на ряді цукрових заводів України.

Висновки. Здійснено постановку задачі оптимального управління бурякопереробним відділенням цукрового заводу у вигляді дворівневої схеми прийняття рішень.

Техніко-економічні показники роботи технологічного комплексу бурякопереробного відділення цукрового заводу можуть бути поліпшені завдяки координації роботи його окремих підсистем.

Обрано критерії оптимальності: для верхнього рівня – питомі втрати цукру, для нижнього рівня – ритмічність виробництва.

Розроблений алгоритм роботи за обраними критеріями розв'язує задачі ідентифікації, оптимізації та координації.

ЛІТЕРАТУРА.

1. Ладанюк А.П., Перепечаєнко В.Г. Оперативное управление технологическими процессами в пищевой промышленности. – К.: Урожай, 1987. – 160 с.
2. Алиев Р.А., Либерзон М.И. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления. – М.: Радио и связь, 1987. – 208 с.
3. Ладанюк А.П., Кишенько В.Д., Онищенко Ю.В. Алгоритм автоматичної структурної ідентифікації складних технологічних об'єктів управління // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 1998. – № 1. – С.43–46.
4. Ладанюк А.П., Кишенько В.Д., Онищенко Ю.В. Алгоритм оперативної ідентифікації технологічних об'єктів керування харчової промисловості // Автоматизация виробничих процесів. – 1997. – № 1. – С.39–43.

Надійшла до редколегії 25.12.99 р.