

М.С. ГЛУЩЕНКО, кандидат технічних наук

В.Г. ТРЕГУБ, доктор технічних наук

Національний університет харчових технологій

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЗА СИТУАЦІЙНИМ ПІДХОДОМ

Розглянуто метод оптимізації процесу кристалізації, який в залежності від ситуації на виробництві приводить або до максимізації готового продукту або до мінімізації тривалості процесу.

Ключові слова: оптимізація, утфельний вакуум-апарат, мінімізація тривалості процесу, максимізація виходу готового продукту

Рассмотрен метод оптимизации процесса кристаллизации, который в зависимости от ситуации на производстве приводит либо к максимизации готового продукта либо к минимизации прохождения процесса.

Ключевые слова: оптимизации, утфельный вакуум-аппарат, минимизация прохождения процесса, максимизация готового продукта.

Оптимізація процесу кристалізації проводиться для знаходження оптимальних режимів даного процесу та для підвищення ефективності роботи утфельних вакуум-апаратів періодичної дії. Для цього потрібно розробити систему оптимального керування, яка б дала можливість враховувати різні ситуації, що виникають на виробництві, неконтрольовані збурення та корегувати змінні управління та стану системи таким чином, щоб оптимізувати роботу продуктового відділення.

Для постановки задачі оптимізації визначаємо критерій оптимізації. Він буде залежати від аналізу ситуації. Для кожної ситуації синтезуємо відповідне їй оптимальне керування. В даному випадку ситуаційний підхід зводиться до розв'язання однієї з таких задач:

- 1) мінімізація тривалості процесу;
- 2) максимізація виходу готового продукту.

Мінімізація тривалості процесу необхідна у разі, коли продуктове відділення стає „вузьким” місцем у виробництві цукру і запаси сиропу досягають критичної межі, тобто коли втрати сиропу потрібно звести до мінімуму і вихід готового продукту може розглядатись як обмеження. Максимізація виходу готового продукту використовується при достатній продуктивності відділення і головною ціллю є досягнення збільшення виходу готового продукту, а тривалість проходження процесу стає обмеженням. Відображення цих задач з обмеженнями, які накладаються, наведені в табл.1.

Таблиця 1.

Варіанти розв'язання задачі оптимізації

1-ий ВАРІАНТ	2-ий ВАРІАНТ
$\tau_k \rightarrow \min$ (1)	$Kp_k / Kp_m \rightarrow \max$ (3)
$Kp_k / Kp_m \geq (Kp_k / Kp_m)_{\text{Доп}}$ (2)	$\tau_{\text{д.іаџ}} > \tau_k$ (4)

У табл.1. Kp_k , Kp_m , $(Kp_k / Kp_m)_{\text{Доп}}$ – відповідно кінцеве та максимальне значення відсоткового масового вмісту кристалів в утфелі та допустиме значення їх співвідношення; τ_k , $\tau_{\text{д.іаџ}}$ – відповідно тривалість циклу кристалізації та його допустиме значення.

Один з варіантів розв'язання локальних задач оптимального керування утфельним вакуум-апаратом у випадку, коли в вакуум-апараті утворюється готовий продукт за рахунок фазових переходів і кінетична модель стає одночасно і динамічною моделлю апарату, пов'язаний з використанням кінетичної оптимізації. В цьому випадку зміною технологічних режимів

досягаються такі значення кінетичних параметрів, які доставляють оптимум критерію керування.

У розглянутих варіантах задачі оптимального керування утфельним вакуум-апаратом час τ_k присутній в обох локальних задачах. У варіант 1 він входить до обмеження. У варіанті 2 він є критерієм оптимізації. Крім того, на розв'язання задачі оптимального керування вакуум-апаратом періодичної дії впливають класифікаційні технологічні ознаки цього комплексу, як видно із проаналізованої далі реальної апаратурно-технологічної схеми вакуум-апаратів першого продукту Андрушівського цукрового заводу. З випарної станції в проміжні збірники об'ємом 5 м^3 та 16 м^3 надходить сироп. Завантаження вакуум-апаратів першого продукту відбувається послідовно (маса звареного утфелю 60т), причому другий вакуум-апарат першого продукту починає заповнюватись після початку кристалізації в першому апараті, а третій - після початку кристалізації в другому вакуум-апараті. Вивантаження відбувається послідовно, так як утфелемішалка розрахована на об'єм 1,5 вакуум-апарату.

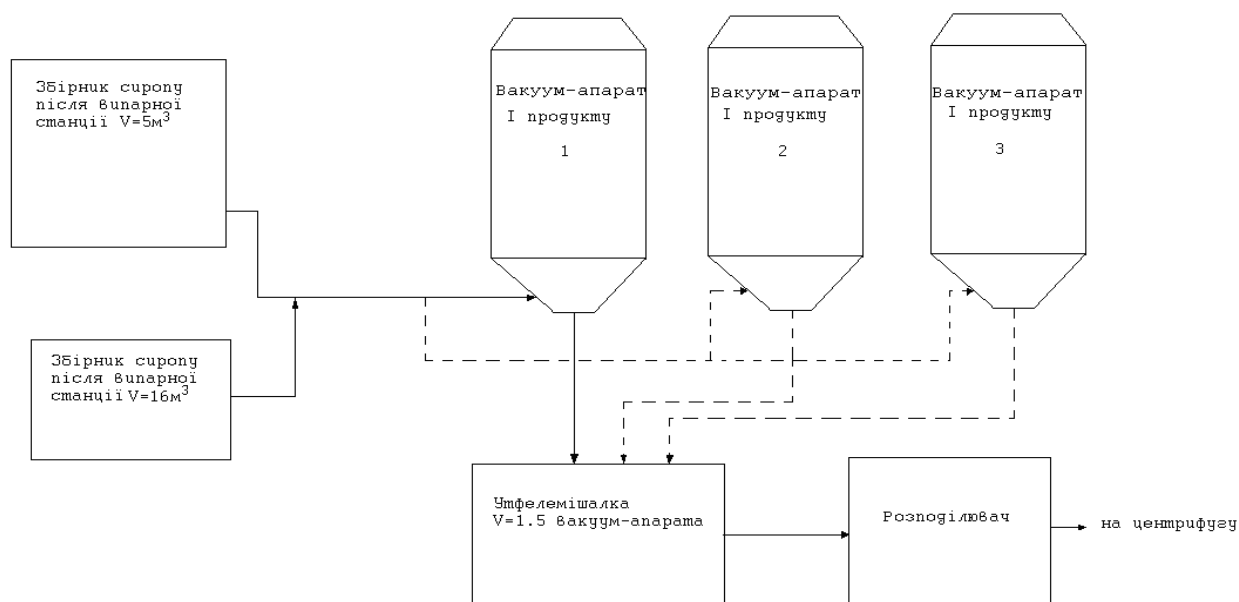


Рис.1. Апаратурно-технологічна схема продуктового відділення Андрушівського цукрового заводу

Ситуаційний підхід до керування утфельним вакуум-апаратом базується на логічній схемі, яка передбачає: ідентифікацію ситуації і визначення шляхів

досягнення цілі; виявлення факторів, що впливають на рішення й оцінку альтернатив; розробку тактики реалізації рішення. При розробці логічної схеми ситуаційного підходу, визначальною змінною взята кількість сиропу, який надходить з випарної станції. Якщо в проміжних збірниках після випарної станції об'єм сиропу досягає 2/3 їх загального об'єму і більше та випарна станція продовжує працювати, тоді обираємо мінімізацію тривалості варіння утфелю. Якщо ж сиропу буде менше і випарна станція продовжує працювати або ні, тоді обираємо збільшення виходу готового продукту до максимально можливого.

Отже кількісна оцінка ситуації буде мати вигляд:

$$\left. \begin{array}{l} V_c < V_{зб} \cdot K_{3.1} \cdot K_{3.2}, \\ G_c = 0 \text{ або } G_c \neq 0 \end{array} \right\}, \text{ тоді } Kp / Kp_m \rightarrow \max, \quad (5)$$

$$\left. \begin{array}{l} V_c \geq V_{зб} \cdot K_{3.1} \cdot K_{3.2}, \\ G_c \neq 0 \end{array} \right\}, \text{ тоді } \tau_k \rightarrow \min,$$

де V_c - об'єм сиропу у збірнику(ках), m^3 ; $V_{зб}$ - об'єм проміжного збірника(ків) після випарної станції, G_c - витрата сиропу, що поступає на випарну станцію; m^3 ; $K_{3.1}=0,75\dots 0,85$ - коефіцієнт запасу для запобігання переливу, $K_{3.2}=0,95\dots 0,98$ - коефіцієнт, що враховує можливість зменшення об'єму збірника у процесі експлуатації.

Враховуючи класифікаційні ознаки вакуум-апаратів першого продукту, алгоритм вибору утфельного вакуум-апарату для його вивантаження буде простим: утфельний вакуум-апарат вивантажується одразу після досягнення умови варіанта 1 або 2 за критерієм оптимізації (табл.1).

Уявлення про взаємозв'язок змінних утфельного вакуум-апарату при розв'язанні задач оптимізації дає параметрична схема (рис.2).

Визначення геометричного простору протікання технологічного процесу та вибір змінних керування є взаємозв'язаними задачами. Змінними керування є температура t_n пари в гріючій камері і тиск p_g вторинної пари. В цьому

випадку на границі вказаного простору буде гріюча камера та паровий простір вакуум-апарату.

Отже, на параметричній схемі змінними керуваннями є витрата сиропу, який підкачується $G_{cn}(\tau)$, а також температура в гріючій камері та тиск вторинної пари (t_n і p_e). Змінними стану будуть: температура утфелю t_y , концентрація сухих речовин в утфелі CB_y , температура стінок t_{cm} , приріст гідростатичного рівня Δh , швидкість випаровування W_{II} та масовий вміст кристалів цукру Kp . До збурень відносимо температуру сиропу, який поступає з випарної станції t_c , вміст сухих речовин CB_{cn} та доброякісність продукту $Дб_{cn}$, який підкачується.

Отже, виходячи з параметричної схеми постановка задачі оптимального керування за ситуаційним підходом зводиться до наступного: в залежності від кількості сиропу обираємо варіант оптимальної роботи утфельного вакуум-апарату. В залежності від вибору варіанту підбираються відповідні йому значення змінних керування, а за рахунок впливу на витрату підкачуваного продукту, температуру в гріючій камері та тиску вторинної пари отримаємо потрібні змінні стану та кінетичні параметри, які в свою чергу призведуть або до мінімального часу варіння утфелю або до максимального виходу готового продукту, враховуючи якісні та кількісні оцінки утфелю.



Рис.2. Параметрична схема управління вакуум-апаратом за ситуаційним підходом

Апаратно-програмна реалізація системи оптимального керування утфельного вакуум-апарату у вигляді структурної схеми показана на рис.3.

Критерій оптимізації повинен змінюватися в залежності від поточної ситуації, що виникла на виробництві, тобто автоматична система керування вибирає необхідний режим в залежності від ситуації, що визначається за вхідною поточною інформацією. Умовами переходу на інший режим для такої системи буде аналіз інформації про кількість сиропу, який поступає з випарної станції, і роботу випарної станції.

При розробці автоматизованої системи керування, виникає задача побудови верхнього рівня системи керування, враховуючи, що на нижньому рівні працюють локальні регулятори, які забезпечують стабілізацію та регулювання основних параметрів вакуум-апарату, а саме два регулятора стабілізації (температури пари в гріючій камері і тиску вторинної пари) та програмний регулятор, що змінює витрату продукту, який підкачується, за рівнем в вакуум-апараті.

Верхній рівень системи забезпечує оптимізацію основних показників на основі критеріїв керування, виконуючи такі функції: розпізнавання ситуацій на основі вхідних даних та вироблення оптимальних керувальних рішень.

Розпізнавання ситуацій ведеться в режимі реального часу. Ситуація визначає вибір критерію керування та вибір оптимального керування. В блоці розпізнавання ситуацій ідентифікується поточна ситуація з двох можливих. При ідентифікації конкретної ситуації блоком вибору критерію керування, шляхом логічного визначення існуючих рішень визначається критерій керування поточною варкою. В контролер надходить інформація з датчика рівня в збірнику, який знаходиться перед вакуум-апаратом. Умовою перевірки поточної робочої ситуації, що не співпадає з часом збору даних (переходу на інший критерій) є: вказівка оператора або технолога, що керується власним досвідом та ситуацією, яка склалася на підприємстві; зміна режиму роботи технологічного процесу (поява передаварійної чи аварійної ситуацій); поява нештатної ситуації, що не описана.

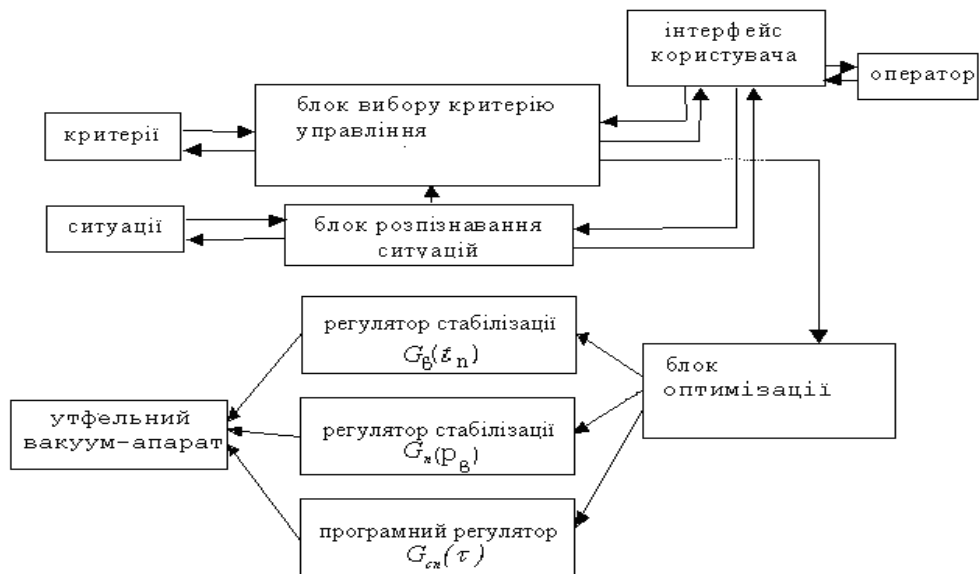


Рис.3. Структура системи керування вакуум-апаратом

В блоці оптимізації відповідно визначеної ситуації розраховується оптимальний режим за допомогою розроблених алгоритмів: мінімізації тривалості процесу, максимізації виходу готового продукту. В цей блок надходить інформація про вибір критерію керування. З блоку оптимізації сигнали завдання поступають на локальні регулятори і за допомогою регуляторів стабілізації та програмного регулятора реалізуються оптимальні значення змінних керування. В даному випадку це буде витрата сиропу, який підкачується в процесі кристалізації і на який можливий безпосередній вплив, а також температура в гріючій камері, тиск вторинної пари, час припинення роботи вакуум-апарату. Зміни настройки може робити безпосередньо і оператор.

Висновок: Розроблена система т алгоритми оптимального керування дають змогу враховувати різні ситуації, що виникають на виробництві, неконтрольовані збурення та корегувати змінні управління та стану системи таким чином, щоб оптимізувати роботу вакуум-апаратів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глущенко М.С., Трегуб В.Г. Моделивання та оптимізація процесу згущення сиропу в утфельних вакуум-апаратах. Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Системный анализ, управление и информационные технологии». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2005. – № 54.– С. 9-13..

2. Трегуб В.Г., Глущенко М.С. Оптимальне керування технологічним комплексом апаратів періодичної дії // Наук. пр. НУХТ. - Київ. - 2006. - №18. – С. 74 – 76.

Одержана редколегією 26.01.09 р.