

Використання генетичних алгоритмів для вирішення задачі оптимізації процесу дифузії на цукровому заводі

В.В. Полупан

Національний університет харчових технологій

Якість процесу дифузії характеризують два основні показники – втрати цукру у жомі Π та концентрація нецукру у соку C , що відкачується з апарата. Вимоги до зменшення обох показників є суперечливими з точки зору керування процесом: зменшення температури у зонах НДА призводить до підвищення втрат цукру у жомі, а підвищення температури – до збільшення концентрації нецукру в соку. Крім температури, на показники Π і C впливають: час дифузії, довжина стружки, рН сокостружкової суміші, цукристість буряку, відкачування соку.

Параметрична схема НДА наведена на рис.1, де Q_i ($i = 1...4$) – витрата гріючої пари у камері апарату, кг/год; T_i ($i = 1...4$) – температура сокостружкової суміші по зонах апарата, °C; τ – час дифузії, хв; α – відкачування дифузійною соку, %; L – довжина стружки, м/100 г; D – цукристість буряку, %; рН – рН сокостружкової суміші у апараті, од. рН; Π – втрати цукру у жомі, %; C – концентрація нецукру в соку, %. Як видно з рисунку, витрата пари Q_i – керуюча дія, температура по зонах T_i – змінна стану, а рН, L , α , τ , D – збурення.

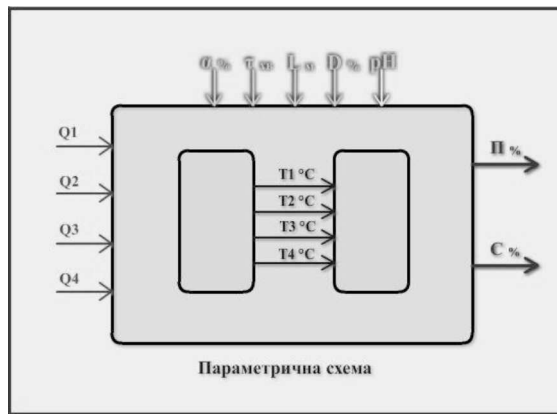


Рис. 1 Параметрична схема

Втрати цукру в жомі та концентрація нецукрів у дифузійному соку пов'язані зі збуреннями та змінними стану такими нелінійними залежностями:

$$C = 21,6047 + 0,6794 \cdot (pH)^2 - 7,4441 \cdot pH + 0,3123 \cdot 10^{-4} \cdot \tau \cdot T_3 + 0,4095 \cdot 10^{-4} \cdot T_1 \cdot T_4 + 0,2465 \cdot 10^{-4} \cdot T_2 \cdot T_4 \quad (1)$$

$$П = \exp \cdot (11,313 - 0,312 \cdot L - 3,35 \cdot \alpha - 0,034 \cdot \tau - 0,0218 \cdot T_1 - 0,01759 \cdot T_2 - 0,01186 \cdot T_3 - 0,007064 \cdot T_4 + 0,151/D) \quad (2)$$

На рис.2 зображені залежності втрат цукру (крива 1) та концентрації нецукру (крива 2) від температури. З них видно, що з підвищенням температури втрати цукру в жомі зменшуються, але при цьому збільшується концентрація нецукру в соку.

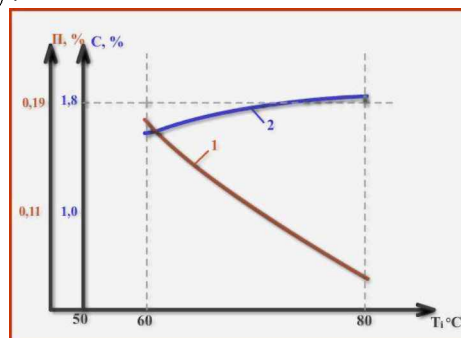


Рис.2 Залежність втрат цукру в жомі та концентрація нецукру в соці від температури

Двокритеріальну задачу мінімізації величин П і С зведемо до однокритеріальної, вибираючи за критерій керування втратою цукру у жомі П при обмеженні на концентрацію нецукру в соку С:

$$П \rightarrow \min \text{ при } C \leq C(\max). \quad (3)$$

Обмеження також накладається на змінні стану: $T_i \in [60; 80]$. Величина $C(\max)$ вибирається з діапазону $[1,85; 1,9]$, а збурення знаходяться у межах: $[1,1; 1,4]$; $L \in [5; 10]$; $\tau \in [70; 140]$; $pH \in [5; 6]$; $D \in [14,4; 17,5]$.

Для вирішення подібних задач мінімізації цільової функції з обмеженнями доцільно використати генетичний алгоритм.

Реалізація поставленої задачі було виконано в середовищі Matlab за допомогою інструментів gatool, що представляють собою реалізацію генетичних алгоритмів.

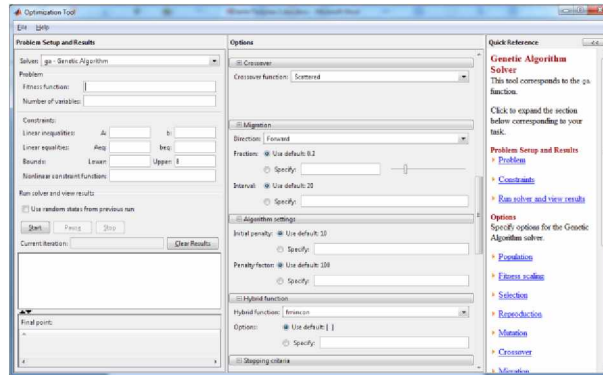


Рис.3 Інтерфейс Gatool

У результаті виконання генетичного алгоритму було проведено мінімізацію цільової функції (2), з урахуванням функції обмежень (1), отримано необхідне значення змінних температур: $T_1=80$; $T_2=80$; $T_3=76,784$; $T_4=60,02$. Значення цільової функції за таких параметрів $\Pi(T)=0,08824$. Такого результату вдалося досягти за 3 ітерації.

Зовнішній вигляд інтерфейсу gatool наведено на рис.3

Література

1. Инструкция по ведению технологического процесса свеклосахарного производства.

3. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы / Т. В. Панченко., 2007. – 88 с. – («Астраханский университет»).