

УДК 664.1.004.12

Валентина Прима, Оксана Єщенко

Національний університет харчових технологій, Україна

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПІДВЕДЕННЯ ЖИВИЛЬНОГО РОЗЧИНУ ДО ВАКУУМ-АПАРАТА

Valentyna Pryma, Oxana Yeshchenko

SIMULATION MODELING OF NUTRIENT SOLUTION SUPPLY TO A VACUUM -PAN

Однією з задач бурякоцукрового виробництва є одержання високоякісного цукру в процесі кристалізації його у вакуум-апаратах. Важливим чинником забезпечення якості кристалічного цукру є спосіб підведення живильного розчину до вакуум-апарата на етапі нарощування кристалів цукру.

Процес уварювання утфелю в вакуум-апараті складається з чотирьох етапів: періоду згущення початкового набору цукрового розчину, періоду утворення кристалів, періоду нарощування кристалів цукру шляхом введення живильного розчину та періоду відварювання туфельної маси перед вивантаженням.

Нами, на основі експериментального матеріалу та накопиченого цукротехніками досвіду, побудована імітаційна модель процесу уварювання утфелю з неперервним режимом введення живильного розчину до вакуум-апарата та відповідна їй комп'ютерна програма, яка дозволяє шляхом обчислювального експерименту розрахувати та спрогнозувати кількісні та якісні характеристики уварювання цукрового утфелю в динаміці часу від початку і кінця процесу.

При проведенні обчислювального експерименту найбільша увага приділялась третьому періоду, коли вся сахароза, що надійшла з живильним розчином, кристалізується, вода, яка міститься у підкачках, випаровується, а нецукри підкачки переходять до міжкристалічного розчину. Таке уварювання, коли кількість води, що міститься в утфелі, залишається сталою можна вважати ізогідричним.

Будемо вважати, що в момент часу τ_i з живильним розчином ΔG_i до вакуум-апарату поступає Δs_i сахарози, Δn_i нецукрів, $\Delta b_i = \Delta s_i + \Delta n_i$ сухих речовин та ΔW_i води. До наступного моменту часу τ_{i+1} в утфелі відбуваються такі зміни масових показників:

$$\text{маса утфелю} \quad G_{y_{i+1}} = G_{y_i} + \Delta G_i - \Delta W_i, \quad (1)$$

$$\text{маса кристалів} \quad Kp_{i+1} = Kp_i + \Delta s_i, \quad (2)$$

$$\text{маса міжкристалевого розчину} \quad G_{m_{i+1}} = G_{m_i} + \Delta n_i. \quad (3)$$

Обчислювальні експерименти проводились для випадку уварювання утфелів коли початковий набір і живильний розчин мають однакові показники СР і чистоти.

Всі аналітичні залежності технологічних показників, отримані нами, належать до родини експоненційних моделей:

$$\text{сухі речовини утфелю} \quad CP_y(\tau) = a_{CP_y} \left(b_{CP_y} - e^{-c_{CP_y} \tau} \right), \quad (4)$$

$$\text{маса утфелю} \quad G_y(\tau) = a_{G_y} / \left(1 + b_{G_y} e^{-c_{G_y} \tau} \right), \quad (5)$$

$$\text{цукор утфелю} \quad ЦР_y(\tau) = a_{ЦР_y} \left(b_{ЦР_y} - e^{-c_{ЦР_y} \tau} \right), \quad (6)$$

$$\text{чистота міжкристалевого розчину} \quad Ч_м(\tau) = a_{Ч_м} / \left(1 + b_{Ч_м} e^{-c_{Ч_м} \tau} \right), \quad (7)$$

$$\text{маса міжкристалевого розчину} \quad G_м(\tau) = a_{G_м} - b_{G_м} e^{-c_{G_м} \tau}, \quad (8)$$

цукор міжкристалевого розчину
$$ЦР_{.m}(\tau) = a_{ЦР_{.m}} / (1 + b_{ЦР_{.m}} e^{-c_{ЦР_{.m}} \tau}), \quad (9)$$

вміст кристалів в утфелі (рис. 1)
$$Kp(\tau) = a_{Kp} (1 - e^{-c_{Kp} \tau}), \quad (10)$$

маса кристалів
$$G_{Kp}(\tau) = a_{G_{Kp}} (b_{G_{Kp}} - e^{-c_{G_{Kp}} \tau}), \quad (11)$$

маса випареної води
$$W(\tau) = a_W (b_W - e^{-c_W \tau}), \quad (12)$$

між коефіцієнтами яких існують залежності

$$b_{CP_y} = b_{ЦР_y}; \quad b_W = b_{G_{Kp}}; \quad b_{ЦР_{.m}} = b_{C_{.m}} + 0,02$$

$$c_{CP_y} = c_{ЦР_y} = c_{Kp} = c_{G_y}; \quad c_W = c_{G_{Kp}} = c_{G_m}; \quad c_{ЦР_{.m}} = c_{C_{.m}} + 0,02. \quad (13)$$

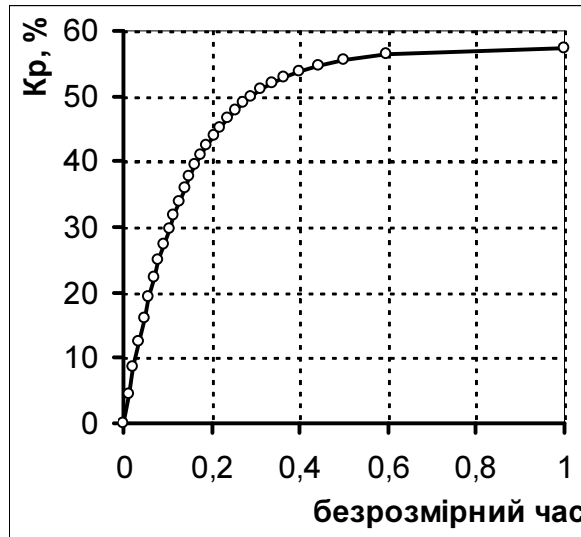


Рис. 1. Зміна вмісту кристалів в утфелі першого продукту в процесі його уварювання

Швидкість подання живильного розчину до вакуум-апарату (рис. 2) з достатньою точністю описується раціональним рівнянням

$$V_n = \frac{a_v + b_v \tau}{1 + c_v \tau + d_v \tau^2}.$$

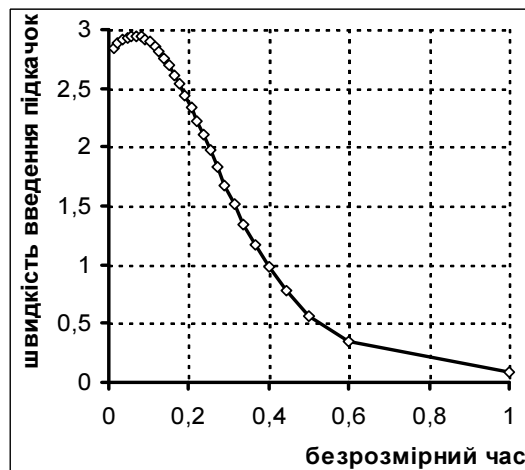


Рис. 2. Швидкість подання цукрового розчину.