

## ЛІТЕРАТУРА

1. Нессіс Е.И. Кипение жидкостей. – М.: Наука, 1973. – 280 с.  
2. Скрипов В.П. Метастабильная жидкость. – М.: Наука, 1972. – 312 с.

3. Толубинский В.И. Теплообмен при кипении. – К.: Наук. думка, 1980. – 316 с.

Одержана редколлегією 25.05.2002 р.

УДК 664.1

І.І. ЧЕРНЕЛЕВСЬКА

**Ю.Б. НАВРОЦЬКИЙ**, В.О. ОВЧАРУК, Ю.А. ЧОРНИЙ, кандидати технічних наук  
Національний університет харчових технологій

## УЗАГАЛЬНЕНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ ЦУКРУ З ВІДХОДІВ МИЙНОГО ВІДДІЛЕННЯ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Виведено критеріальні рівняння процесу масообміну, що відбувається під час екстрагування цукру з подрібнених хвостиків та уламків цукрового буряку на різних ділянках дифузійного апарата для перероблення відходів мийного відділення.

Выведено критериальное уравнение процесса массообмена, происходящего при экстракции сахара из измельчённых хвостиков и боя сахарной свеклы в различных участках диффузионного аппарата для переработки отходов моечного отделения.

Досліджені у виробничих умовах характеристики процесу масообміну під час протічній екстрагування відходів мийного відділення цукрового заводу, подрібнених хвостиків та уламків буряку при різних режимах процесу екстрагування дали змогу визначити основні масообмінні характеристики процесу, які були узагальнені у вигляді традиційного для такого масообміну критеріального рівняння

$$Nu_d = ARe^m Pr^n.$$

Двошнековий похилий дифузійний апарат для перероблення подрібнених відходів мийного відділення умовно поділили по довжині на дві ділянки, враховуючи невелику довжину порівняно з типовими апаратами, і дослідження проводили як для цих двох ділянок, так і для всієї довжини апарата.

Усереднені в часі динамічні коефіцієнти процесу масообміну використали для визначення відповідних критеріїв подібності залежно від технологічних умов проведення процесу. Щоб розрахувати критерії Рейнольдса і Прандтля, кінематичні коефіцієнти в'язкості екстрагенту на відповідних ділянках екстрактора обчислювали за формулою, що виведена М.М. Пушанком:

$$\nu = 10,94 \cdot 10^{-6} \rho^{0,179} \mu_{\text{ц}}^{0,067} T^{-0,742},$$

де  $\rho$  – масова частка цукру в екстрагенті, %;  $\mu_{\text{ц}}$  – сумарна масова частка нецукрів у екстрагенті, %,  $T$  – температура екстрагенту, °С. Отримані числові значення кінематичного коефіцієнта в'язкості коливаються у межах  $0,80 \cdot 10^{-6} \dots 0,42 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ , залежно від умов проведення процесу та властивостей сировини.

Для розрахунку критерію Рейнольдса використали середню відносну швидкість руху екстрагенту і твердої фази, які були визначені індикаторним методом.

У критеріальному рівнянні показник степеня критерію Прандтля  $n = 0,33$  визначено багатьма попередніми дослідниками для різних умов масообміну під час екстрагування з рослинної сировини, зокрема бурякової стружки, у системі тверде тіло – рідина. Значення коефіцієнта

А та показники степеня критерію Рейнольдса  $m = 0,69$  було обчислено за допомогою інтегрованої системи MathCAD.

Для першої ділянки апарата, рахуючись від головної частини, виведено критеріальне рівняння

$$Nu = 8,1 \cdot 10^{-3} Re^{0,69} Pr^{0,33}.$$

Отримане значення показника степеня критерію Рейнольдса  $m = 0,69$  свідчить про ламінарний режим руху екстрагенту на першій половині довжини екстрактора, що характерно для головної частини досліджених промислових двошнекових дифузійних апаратів.

Для другої ділянки апарата критеріальне рівняння має вигляд

$$Nu = 6,8 \cdot 10^{-3} Re^{1,5} Pr^{0,33}.$$

Показник степеня критерію Рейнольдса 1,5 свідчить про турбулентний режим руху екстрагенту. Попередні дослідники також отримали високі показники степеня на відповідній ділянці хвостової частини апарата. У місці подачі екстрагенту в апарат структура потоків твердої фази та екстрагенту визначається наявністю кінцевої нерівномірності, що виникає внаслідок нерівномірного розподілення рідини по перерізу апарата та гальмування потоку часток сировини.

Усереднене для всієї довжини апарата критеріальне рівняння має вигляд

$$Nu = 7,2 \cdot 10^{-3} Re^{0,94} Pr^{0,33}.$$

Показник степеня критерію Рейнольдса 0,94 свідчить про перехідний режим руху екстрагенту.

Отримані Є.В. Міненком критеріальні рівняння процесу масообміну для серійного дифузійного апарата DdS-30, розбитого на ділянки по довжині, добре узгоджуються з наведеними критеріальними залежностями процесу масообміну в екстракторі для перероблення відходів мийного відділення, враховуючи відмінності властивостей сировини, що перероблюється, та технологічних умов проведення процесу.

**Висновки.** Узагальнені у традиційній формі масообмінні характеристики процесу екстрагування цукру з відходів мийного відділення можуть бути використані для вста-

новлення ступеня ефективності процесу на певній ділянці чи для апарата в цілому.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Чернелєвська І.І., Навроцький Ю.Б., Асаулук В.І. Залежність коефіцієнта масовиддачі від умов проведення процесу екстрагування // Харч. пром-сть. – 2000. – № 45.

2. Лысянский В.М. Процесс экстракции сахара из свеклы. – М.: Пищ. пром-сть, 1973.

3. Миненко Е.В. Совершенствование гидродинамического режима процесса экстрагирования в наклонных двухшнековых диффузионных аппаратах: Автореф. дис... канд. тех. наук. – Киев/КТИПП, 1987.

Одержана редколлегиею 01.10.02 р.

УДК 663.543

**І.Є. ІЗВОЛЕНСЬКИЙ**, старший науковий співробітник  
**Ю.А. ЧОРНИЙ, О.І. ЛЕВЧЕНКО**, доценти  
Національний університет харчових технологій

## СИНТЕЗ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ СИРОВИНИ

На прикладі автоматизованої системи експрес-аналізу якості картоплі показано можливість синтезу систем контролю якості сировини на основі багатоцільового підходу.

На прикладі автоматизованої системи експрес-аналізу якості картоплі показано можливість синтезу систем контролю якості сировини на основі багатоцільового підходу.

Картоплепереробні підприємства приймають сировину за нормативами, що встановлені державними стандартами [1, 2]. Згідно з цими документами під час приймання картоплі визначають такі показники якості, як забруднення –  $Z_0$ , крохмалистість –  $K_p$ , ураження хворобами –  $M_x$ , кількість дрібних бульб –  $M_d$ . Ці визначення на приймальних пунктах виконували вручну, що робило процес приймання сировини малопродуктивним, недостатньо точним і необ'єктивним. Так виникла потреба в розробленні комплексу засобів, які давали б змогу механізувати та автоматизувати визначення показників якості картоплі з одночасним обробленням інформації в ЕОМ та виведенням результатів у вигляді друкованого документа. Таку систему розроблено в Національному університеті харчових технологій.

Впровадження автоматизованих систем експрес-аналізу якості (АСЕАЯ) картоплі дасть змогу суттєво поліпшити організацію і технологію приймання картоплі [3, 4].

Якість сировини, що надійшла, аналізується на лінії оброблення проб (ЛОП АСЕАЯ). Аналіз полягає у встановленні залежностей, які визначають забрудненість, крохмалистість та відсоткову кількість нестандартної сировини через масу окремих проб. Деякою узагальненою характеристикою партії сировини буде її вартість, до форми визначення якої входять усі названі показники:

$$B_n = M_n \left[ 1,015 B_r \left( 1 - \frac{Z_0}{100} \right) - 0,072 B_r \left\{ \left( \frac{M_x}{M_q} 100 - S_x \right) + \left( M \frac{M_{m,n}}{M_q} 100 - S_{m,n} \right) + \left( \frac{M_d - M_b}{M_q} 100 - S_d \right) \right\} - (K_{p_s} - K_{p_b}) G_r \right], \quad (1)$$

де  $B_n$  – вартість партії картоплі;  $M_n$  – маса “нетто” партії картоплі;  $B_r$  – умовно-постійна вартість однієї тонни картоплі;  $Z_0$  – забрудненість картоплі;  $M_x$  – кількість карто-

плі, ураженої хворобами;  $M_{m,n}$  – кількість у пробі механічно пошкодженої картоплі;  $M_d$  – маса відмитої проби картоплі;  $M_b$  – кількість картоплі у пробі діаметром більше ніж 30 мм;  $S_x$  – допустима кількість картоплі у пробі, ураженої хворобами;  $S_{m,n}$  – допустима кількість механічно пошкодженої картоплі у пробі;  $S_d$  – допустима кількість дрібної картоплі у пробі (діаметром менше ніж 30 мм);  $K_{p_s}$  – умовна базисна крохмалистість;  $K_{p_b}$  – крохмалистість картоплі у пробі (виміряна);  $G_r$  – умовна грошова знижка-надбавка, що виникає в разі невідповідності крохмалистості у пробі базисній крохмалистості.

Синтез підсистеми контролю будемо здійснювати на основі єдиного підходу, що полягає в одноманітних прийомах формування мети (критерію якості) та їх композиції. Суть цих прийомів бачимо в таких операціях [5]: порівнювання визначених величин зіставленням їхніх різниць; введення опуклих функцій від цих різниць, щоб визначити однаковий ступінь відхилення у більший та менший бік; усереднення (арифметичним чи рекурентним способом); побудова композицій (функціональних чи логічних) з початкових цілей.

Розглянемо процес синтезу за допомогою наведених прийомів формування цілей та їх оптимізацію на конкретних задачах систем контролю якості картоплі, для чого введемо поняття пропускних спроможностей ЛОП, елементарних та проміжних технологічних операцій. Елементарними технологічними операціями  $Q_i$  назвемо різні типи послідовні процедури, що виконуються з сировиною, проміжними технологічними операціями – належним чином сформовані елементарні технологічні операції. Сукупність усіх проміжних технологічних операцій утворює повний технологічний процес, який реалізує ЛОП АСЕАЯ. Точність вимірювання показників контролю якості визначимо як абсолютні похибки вимірювання і позначимо  $\Delta f_i$ .

Пропускні спроможності елементарної технологічної операції визначимо у вигляді  $\alpha / n_{Q_i}$ , де  $\alpha$  – константа,  $n_{Q_i}$  – дискретизований час виконання операції.

Пропускні спроможності проміжних технологічних операцій та ЛОП можна подати у вигляді

$$\frac{\alpha P_Q}{n_{Q_i}}; \quad \alpha \sum \frac{P_{Q_i}}{n_{Q_i}} \quad (2)$$