

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЦЕНТРИФУГУВАННЯ УТФЕЛІВ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

О.С. АНТИПОВА^{1*}, М.І. ВАСИЛЬЄВ²

¹ магістрант кафедри ХТПЕ, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

² доцент кафедри ХТПЕ, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

* email: mike_v@i.ua

При сучасних масштабах цукробурякового виробництва всі технологічні процеси повинні бути механізовані та виконуватися безперервним потоковим способом з мінімальними втратами сировинних й енергетичних ресурсів. Центрифугування утфелів – основна заключна технологічна операція, від якої залежить якість одержуваного цукру та втрати його в мелясі.

У відомих роботах кінетика безперервного тонкошарового центрифугування розглядалася як окремих випадок добре вивченого циклічного центрифугування. Аналітичні описи не враховують особливості тонкошарового центрифугування, пов'язані з пористістю кристалічного осаду. Коли через просушування та охолодження плівки дисперсійного середовища її в'язкість збільшується багаторазово, впливаючи на технологічну ефективність процесу. Тонкошарове центрифугування зводиться до фільтрації через шар осаду під дією гідростатичного тиску в капілярах та порах, а не до набрякання в'язкої плівки рідкої фази з поверхні кристалів цукру товщиною 0,1 – 0,2 мм на початку процесу й 0,01 мм – у зоні вивантаження осаду [1].

У якості об'єкта дослідження взято фільтруючу центрифугу безперервної дії, а також продукти центрифугування: вихідний утфель, одержуваний кристалічний цукор та міжкристальний розчин, що виділяється у вигляді відтоків рідкої фази.

Для безперервного тонкошарового центрифугування утфелів мають місце спільні процеси тепло- та масопереносу при нестационарних режимах поблизу стану рівноваги, що пов'язані рівняннями з векторами потоків й рушійних сил. Тому математичною моделлю процесу центрифугування є система рівнянь матеріальних й теплових потоків. Стабілізація якості цукру, одержуваного при центрифугуванні утфелю зі змінними технологічними показниками, можлива шляхом коригувальних змін теплових та масових потоків за двома варіантами [2].

Перший варіант. При сталому русі масових і теплових потоків без подачі промивної рідини виконуються умови:

$$W + Q = G + (Q_C + G_M) + W, \quad (1)$$

$$q_w + q_Y = q_M + (q_C + q_{MY}) + q_w + \Delta q, \quad (2)$$

де W , Q , G , Q_C , G_M , – масові потоки: повітря, утфелю, відтоків, цукру і плівки міжкристального розчину на поверхні кристалів;

$q_w, q_y, q_m, q_c, q_{my}, \Delta q$ – теплові потоки з: повітрям, утфелем, відтоком, цукром, плівкою міжкристального розчину на поверхні кристалів, до навколишнього середовища.

Другий варіант. При сталому русі масових і теплових потоків з подачею промивної рідини:

$$G_1 + W + Q = G + (Q_c + G_m) + G_1 + W, \quad (3)$$

$$q_G + q_w + q_y = q_m + (q_c + q_{my}) + q_w + q_G + \Delta q, \quad (4)$$

де G_1, q_G – масовий і тепловий потоки промивної рідини.

В'язкість міжкристального розчину утфелю змінюється при охолодженні і підсиханні в процесі центрифугування. Ці процеси найбільш гостро виявляються в інерційних центрифугах безперервної дії завдяки пористому й тонкому шару продуктів на фільтруючому ситі, не захищеному від повітряних потоків. При зниженні температури процесу тонкошарового центрифугування на 5 – 20 °С та підсиханні міжкристального розчину на поверхні кристалів на ΔCB 0,4 – 6 % відбувається значне збільшення в'язкості та зниження технологічної ефективності процесу [1]. Подача гарячої води в утфель з метою зменшення в'язкості збільшує втрати цукру у відтоках. Тому кількість гарячої води обмежують 3% від маси утфелю.

Ефективність поділу утфелів, що складно фугуються, може бути підвищена шляхом швидкого й рівномірного змішування утфелю з нагрітим відтоком. Запропонований спосіб [1, 2] підвищує на 15 – 30 °С температурний режим процесу центрифугування й тим самим знижує в'язкість міжкристального розчину до 1,4 Па·с. Для цього паралельно з утфелем в прискорювальну чашу центрифуги подавали 30% відтока, нагрітого до 80 – 95°С.

Виконання тепловологісного технологічного режиму здійснюється підвищенням температури в робочому об'ємі центрифуги і підтримкою її рівня циркуляцією повітря під кожухом центрифуги, застосуванням калорифера та форсунок для подачі й розпилення пари. Нагріте насичене повітря після виходу з ротора вловлюється та направляється повторно до ротору через пристрій живлення центрифуги, яке виконано з пристосуванням для зменшення аеродинамічної витрати повітря. При цьому способі подача повітря з навколишнього приміщення виключається спеціальними пристроями. Оскільки процес тонкошарового центрифугування в порівнянні з циклічним нетривалий і становить 1 – 5 с, то кристали цукру не встигають нагріватися, а плівка міжкристального розчину виділяється максимально. Даний спосіб відрізняється мінімальним підвищенням чистоти відтоків та високим ступенем розділення утфелю.

Список літератури:

1. Сапронов, А.Р. *Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов.* – М.: Колос. – 1998. – 495 с.
2. Чудаков, Г.М. *Теоретические основы процесса тонкослойного разделения утфелей и перспективные направления применения фильтрующих центрифуг в свеклосахарном производстве / Г.М. Чудаков.* – М., Деп. в ВИНТИ, № 1236-ВОО, 26.04.2000. – 147 с.