

ВАЖЛИВІ ЕЛЕМЕНТИ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ ВАКУУМ-АПАРАТА

Д.Є. Сінат-Радченко, І.С. Гулий

Український державний університет харчових технологій

Товарний цукор-пісок одержують в результаті уварювання утфеля і кристалізації у вакуум-апаратах періодичної дії. Основна кількість тепла витрачається на випарювання води при згущенні суміші сиропу і кле-

ровки (доброякісністю Дб близько 93%) від вмісту сухих речовин СР близько 65% до СР близько 81% (воно супроводжується підйомом температури t приблизно від 70 до 75 °С) і на випарювання води під час нарощу-

вання кристалів при температурі близько 75 °С. Після завершального згущення утфель, наприклад, має склад: $CP_y = 92,12 \%$, вміст цукрози $Cx_y = 85,82 \%$, $Дб_y = 93,16 \%$, вміст кристалів $Kp = 55,0 \%$ при складі міжкристалевого розчину $CP_m = 82,5 \%$ і $Дб_m = 83,0 \%$.

Диференціальна теплота пароутворення для водних розчинів на основі врахування активності води (a_g) в них при температурі від 0 до 140 °С з граничною відносною похибкою 0,1 % може бути розрахована за формулою $r = \exp(7,94265 - 1,59 \cdot 10^{-6} T^2) - 0,46152 T \ln a_g$, де $T = t + 273,15$. Теплота кристалізації цукрози за В.А. Михайликом - $q_{кр} = 11,13 + 0,7625 t$. При середній температурі кристалізації близько 75 °С вона становить 68,32 кДж/кг.

Виконані авторами розрахунки показали, що, наприклад у вакуум-апараті ВАЦ-800 при наведених технологічних параметрах випаровується $80(92,12/65 - 1) = 33,38$ т води (з них 22,4 т до заводки кристалів) при

середньоінтегральній (за весь цикл варки) теплоті пароутворення 2373,2 кДж/кг, що на 47,4 кДж/кг вище, ніж для чистої води. У періоді нарощування кристалів теплота пароутворення 2387,3 кДж/кг, що на 3 % вище в порівнянні з водою. Тепло, яке виділяється при утворенні кристалів, становить $68,32 \cdot 80 \cdot 10^3 \cdot 55/100 = 3 \cdot 10^6$ кДж = 3 ГДж. Його достатньо для випарювання $3 \cdot 10^6 / 2387,3 = 1257$ кг води. Загальна витрата тепла на випарювання води $2373,2 \cdot 33,38 \cdot 10^3 = 79,2 \cdot 10^6$ кДж = 79,2 ГДж. Втрати тепла у навколишнє середовище (близько 3 %) - 2,4 ГДж.

Якщо початкову концентрацію суміші сиропу з клеровкою підвищити до $CP = 70 \%$, то середньоінтегральна теплота пароутворення зросте до 2377,5 кДж/кг, кількість випарюваної води зменшиться на 8,1 т, витрати тепла на випарювання води зменшаться на 19,1 ГДж, тобто на 24 %.