

РОЗРАХУНКОВА СТАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ З ВАКУУМ-АПАРАТАМИ ПЕРШОЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЯК ОСТАННІМ КОРПУСОМ

В.П.Петренко, М.О.Прядко, А.В.Форсюк
Національний університет харчових технологій

Цукровий сироп після випарної установки (ВУ) незалежно від величини концентрації поступає на вакуум-апарати 1 кристалізації (ВА1), де доварюється до концентрації утфілю – 92.5%. Тому ВУ цукрових заводів коректно розглядати як одне ціле з ВА1, які працюють в режимі фінішора, що споживає вторинну пару 2, 3, або інших корпусів ВУ.

Сумарна кількість води, яку необхідно випарити з соку для одержання цукру W^{ABC} , складається з води, що видаляється на ВУ W^{VU} , та з води, що видаляється із сиропу на вакуум-апаратах першої кристалізації W_o^{BA1}

$$W^{ABC} = W^{VU} + W_o^{BA1} = S \left(1 - \frac{CP_{несу}}{CP_{утф}} \right), \quad (1)$$

де $CP_{несу}$, $CP_{утф}$ – концентрації соку перед ВУ та утфілю першого продукту, відповідно; S – витрата соку перед ВУ.

На вакуум-апаратах першої кристалізації видаляється вода із сиропу після ВУ W_o^{BA1} , із клеровки $W^{КЛ}$, із білої патоки $W^{БП}$ та з води, що подається на розмивання пудри $\Delta W^{БП}$. Якщо ВА1 споживають пару другого корпусу ВУ, її витрата з урахуванням різниці теплоти фазового перетворення для грійної та вторинної пари та втрат в навколишнє середовище (до 2 %) становитиме

$$E_2^{BA1} = 1.07(W_o^{BA1} + W^{КЛ} + W^{БП} + \Delta W^{БП}) . \quad (2)$$

Звідки

$$W_o^{BA1} = 0.934E_2^{BA1} - W^{КЛ} - W^{БП} - \Delta W^{БП} . \quad (3)$$

Кількість випареної води на ВУ становить

$$W^{VU} = \sum_{n=1}^5 n(E_n - e_n) + 2E_2^{BA1}, \quad (4)$$

де E_n – відбори вторинної пари з $n^{\text{го}}$ корпусу ВУ на споживачі пари - підігрівачі, дифустановку, ПКП, вакуум-апарати 2 та 3 продуктів, та інші (крім відбору на ВА1); e_n – пара самовипаровування конденсатів потенціалу вторинної пари $n^{\text{го}}$ корпусу ВУ.

Підставивши в рівняння (1) величини W^{VU} з (4) та W_0^{BA1} з (3), та розв'язавши отриману рівність відносно E_2^{BA1} , отримаємо витрату пари з другого корпусу ВУ на ВА1

$$E_2^{BA1} = \frac{(W^{ABC} + W^{KП} + W^{БП} + \Delta W^{БП})}{2.934} - \frac{\sum_{n=1}^5 n(E_n - e_n)}{2.934}. \quad (5)$$

Відповідно витрата пари на ВУ з урахуванням (5) становитиме

$$D_{VU} = \sum_{n=1}^5 (E_n - e_n) + \frac{(W^{ABC} + W^{KП} + W^{БП} + \Delta W^{БП})}{2.934} - \frac{\sum_{n=1}^5 n(E_n - e_n)}{2.934}. \quad (6)$$

Розкривши дужки, та виконавши перетворення, отримаємо співвідношення для розрахунку витрати пари на ВУ при споживанні ВА1 вторинної пари другого корпусу ВУ

$$D_{VU} = \frac{(W^{ABC} + W^{KП} + W^{БП} + \Delta W^{БП})}{2.934} + E_{ret} + 0.659(E_1 - e_1) + 0.318(E_2 - e_2) - 0.0225(E_3 - e_3) - 0.363(E_4 - e_4) - 0.704(E_5 - e_5 + D_k), \quad (7)$$

де E_{ret} – витрата ретурної пари на догрівання соку в першому корпусі ВУ до температури кипіння в підігрівачі соку перед ВУ (якщо він є), або безпосередньо в корпусі випарного апарату. D_k – витрата пари з останнього корпусу ВУ на конденсатор.

В разі, якщо вакуум-апарати першої кристалізації споживають вторинну пару першого корпусу ВУ, в знаменнику виразу (6) замість

значення 2.934 з'явиться коефіцієнт 1.934, а витрата пари на ВУ виразиться рівнянням

$$D_{VU} = \frac{(W^{ABC} + W^{КЛ} + W^{БП} + \Delta W^{БП})}{1.934} + E_{ret} + 0.483(E_1 - e_1) - 0.0341(E_2 - e_2) - 0.551(E_3 - e_3) - 1.068(E_4 - e_4) - 1.585(E_5 - e_5 + D_k) \quad (8)$$

Якщо вакуум-апарати першої кристалізації споживають вторинну пару третього, або четвертого корпусу ВУ при підвищеному температурному режимі, витрата ретурної пари на ВУ виразиться відповідно рівняннями

$$D_{VU} = \frac{(W^{ABC} + W^{КЛ} + W^{БП} + \Delta W^{БП})}{3.934} + E_{ret} + 0.746(E_1 - e_1) + 0.491(E_2 - e_2) + 0.237(E_3 - e_3) - 0.0168(E_4 - e_4) - 0.271(E_5 - e_5 + D_k) \quad (9)$$

$$D_{VU} = \frac{(W^{ABC} + W^{КЛ} + W^{БП} + \Delta W^{БП})}{4.934} + E_{ret} + 0.797(E_1 - e_1) + 0.595(E_2 - e_2) + 0.392(E_3 - e_3) + 0.189(E_4 - e_4) - 0.0134(E_5 - e_5 + D_k) \quad (10)$$

Рівняння (7,8,9,10) дозволяють якісно, та кількісно оцінювати вплив факторів на енергозатратність концентрування соків як в процесі оперативного втручання в роботу ВУ, продуктового відділення чи дифузійної установки, так і при аналізі технічних рішень, що рекомендуються до впровадження при реконструкції теплових схем.