

УДК 681.5

О.С. Брошчак, В.Р. Медвідь, канд. тех. наук, доц., І.Р. Козбур

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗГУЩЕННЯ ТОМАТНОЇ ПАСТИ НА БАЗІ УСТАНОВКИ ВАКУУМНОГО ВИПАРЮВАННЯ

О. Broshchak, V. Medvid, Ph.D., Assoc. Prof., I. Kozbur

AUTOMATION AND RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF THICKENING OF TOMATO PASTE ON THE BASIS OF VACUUM EVAPORATION INSTALLATION



Рисунок 1. Технологічна схема вакуум-випарної установки

Технологічна операція згущення сировини методом випарювання до певного вмісту сухої речовини є найбільш енерговитратною. При виробництві томатної пасти. При використанні методів прямого нагріву сировини та випарюванні кипінням при нормальному атмосферному тиску енерговитрати є максимальними, крім цього зростає тривалість технологічного процесу. Тому доцільно проводити випарювання надлишкової вологи із сировини за допомогою вакуум-випарних апаратів, що дозволяє суттєво зменшити значення температури кипіння. Для автоматизованого технологічного процесу

вакуумного випарювання важливо розробити та дослідити його динамічну модель, що дасть змогу відкоригувати закони регулювання в установці, для підвищення її продуктивності та зменшення енерговитратності. Типові динамічні моделі не враховують змін витрат і температури продукту на вході у вакуум-випарний апарат та коливань тиску. Тому при коливаннях навантаження випарного апарату, для утримання необхідної температури кипіння на заданому рівні, виникає необхідність постійного коригування налаштувань автоматичних регуляторів температури й вакууму, що призводить до зменшення продуктивності та енергоефективності. Вакуум-випарна установка (рис. 1) розглянута як багатомірний об'єкт управління.

Запропоновано динамічну модель, яка враховує зміну витрат і температури сировини на вході, а також коливання тиску. Рівняння витратного і теплового стану установки подані у вигляді:

$$(D_1 - D_1') \dot{i}_1 - D_k \dot{i}_k - Q - \dot{Q} = p(V \rho_n u_n + V_k \rho_k c_k t_k) + (c_{mm} G_{mm} + 0,5 c_g G_g) p \dot{t}_n; \quad p(V \rho_n + V_k \rho_k) = D_1 - D_k - D_1';$$

де p – оператор по часу; V – об'єм нагрівної камери; ρ_n – густина теплоносія (пари); V_k – обсяг плівки конденсату; ρ_k – густина конденсату; D_1 – витрати теплоносія; D_k – витрати конденсату; D_1' – витрата теплоносія на відвід неконденсованих газів; u_n – енергія теплоносія; c_k – теплоємність конденсату; t_n, t_k – температура пари і конденсату; c_{mm} – теплоємність корпусу; G_{mm} – маса корпусу; i_1, i_k – ентальпія пари і конденсату; Q, \dot{Q} – потоки теплоти. Визначені передавальні функції вирішують завдання синтезу комбінованих систем регулювання температури й вакууму.