

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Національна академія наук України
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Шяуляйська державна колегія (Литва)
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
Наукове товариство ім. Шевченка
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя»

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

Том III

**VII Міжнародної науково-технічної
конференції молодих учених та студентів
28-29 листопада 2018 року**



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2018**

УДК 681.5: 664.1.048.5

Ю.Б. Лопушняк, І.Р. Козбур

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ ВАКУУМ-ВИПАРЮВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Yu.B. Lopushniak, I.R. Kozbur

RESEARCH OF AUTOMATED PROCESS OF VACUUM EVAPORATION OF FOODSTUFFS

Однією з важливих технологічних операцій виробництва харчових продуктів є згущення сировини методом випарювання до певного вмісту сухої речовини. Такий технологічний процес застосовують при виробництві багатьох продуктів харчування, таких як овочеві пасти, варення і т.п. Випарювання здійснюють у вакуум-випарних установках, це дозволяє вести процес при суттєво нижчих значеннях температури, що є важливим для збереження харчової цінності продуктів харчування та, відповідно, забезпечує значу економію енергоресурсів. Актуально дослідити динамічну модель цього технологічного процесу, з метою коригування законів регулювання для забезпечення підвищення продуктивності та зменшення енерговитрат.

Типові динамічні моделі не враховують змін витрат і температури продукту на вході у вакуум-випарний апарат та вакуумметричного тиску. Відповідно, при зміні навантаження вакуум-випарного апарату, для підтримки необхідної температури кипіння на заданому рівні, необхідно постійно коригувати параметри налаштування автоматичних регуляторів температури й вакууму, що призводить до зниження точності дотримання основних параметрів технологічного процесу та, як наслідок, зменшення продуктивності та енергоефективності.

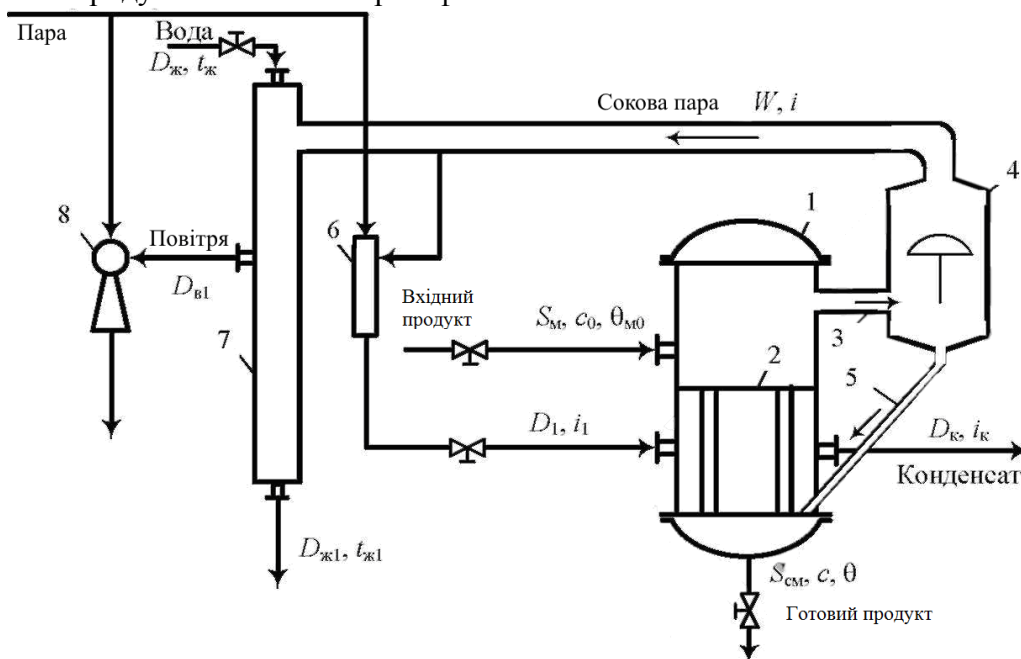


Рисунок 1. Технологічна схема однокорпусної вакуум-випарної установки

Однокорпусна вакуум-випарна установка (рис.1) розглянута як багатомірний об'єкт автоматичного управління й запропонована лінеаризована динамічна модель, у якій враховано коливання витрат і температури продукту на вході, а також зміни вакуумметричного тиску. Структурна схема динамічної моделі представлена на рис. 2.

Рівняння динаміки матеріального й теплового балансів установки записані у вигляді операторних рівнянь:

$$p(V\rho_n + V_k\rho_k) = D_1 - D_k - D_1'; \quad (D_1 - D_1')i_1 - D_k i_k - Q - Q' = p(V\rho_n u_n + V_k \rho_k c_k t_k) + (c_{mm} G_{mm} + 0,5c_6 G_6) p t_n, \quad (1)$$

де p – оператор диференціювання по часу; V – об'єм камери нагрівання; ρ_n – густина пари; V_k – об'єм плівки конденсату; ρ_k – густина щільність конденсату; D_1 – витрата пари; D_k – витрата конденсату; D_1' – витрата пари на відвід газів, що не конденсуються; u_n – внутрішня енергія пари; c_k – теплоємність конденсату; t_k, t_n – температура конденсату і пари; c_{mm} – теплоємність корпусу камери; G_{mt} – маса металу корпусу камери; t_n – температура пари; i_1, i_k – ентальпія пари і конденсату; Q', Q_1 – потік теплоти в навколишнє середовище та переданий поверхні нагрівання.

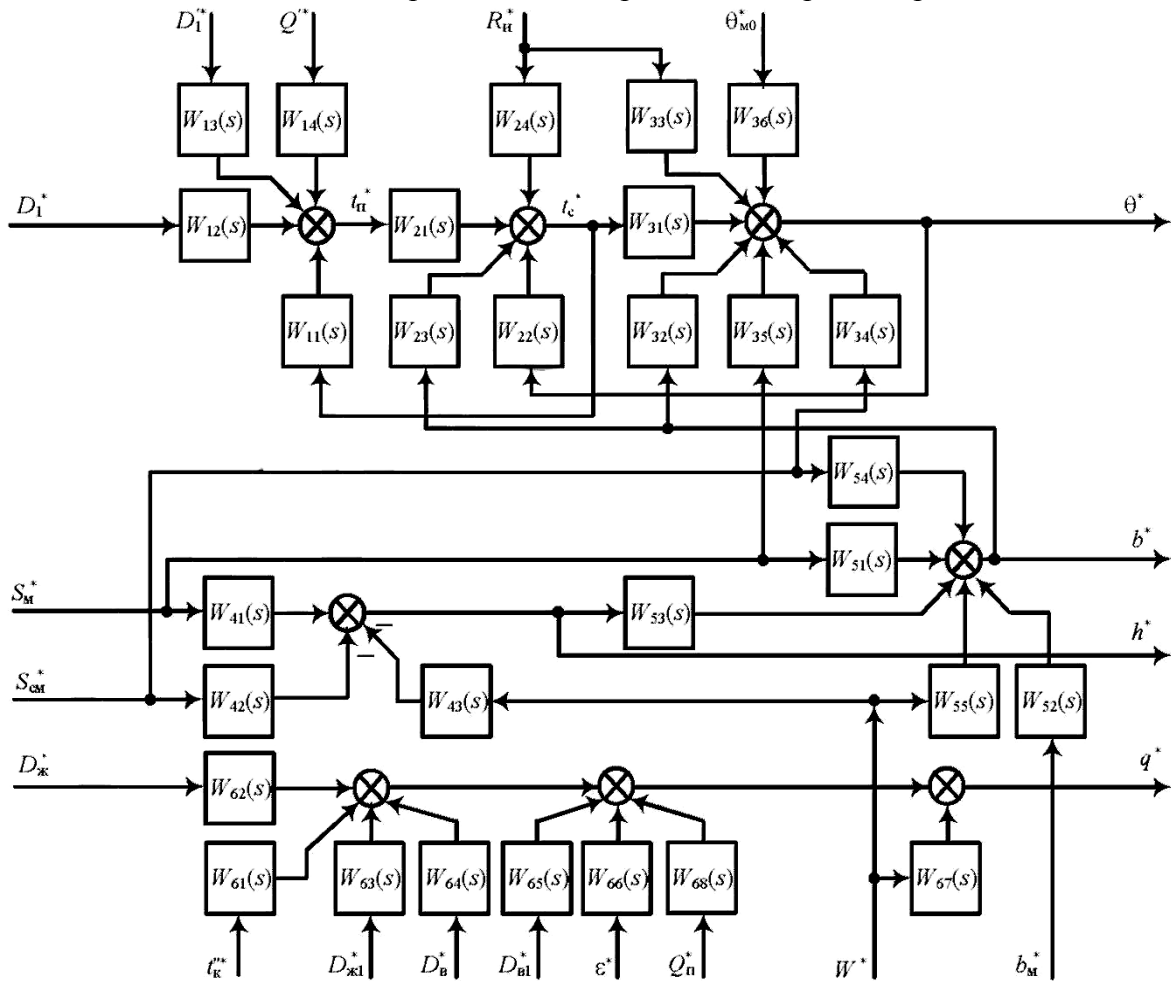


Рисунок 2. Лінеаризована структурна схема динамічної моделі вакуум-випарної установки

Визначені передавальні функції дозволять вирішити завдання синтезу комбінованих систем регулювання температури й вакууму, а також розрахувати оптимальні налаштування автоматичних регуляторів. Застосування таких систем дозволить підвищити продуктивність та енергоефективність використання теплоносіїв у вакуум-випарних установках.

Література

1. Динамические модели вакуум-выпарных установок для молочной промышленности, Айрапетьянц Г.М., Кожевников М.М. // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. № 6 – 2009. с. 53–63.