



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61149 (13) U
(51) МПК (2011.01)
G05D 23/00
A23L 1/06 (2006.01)
A23L 3/16 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПАСТЕРИЗАЦІЇ ФРУКТОВОГО НАПОВНЮВАЧА

1

(21) u201015340
(22) 20.12.2010
(24) 11.07.2011
(46) 11.07.2011, Бюл.№ 13, 2011 р.
(72) ХУТОРНИЙ ВІКТОР ІВАНОВИЧ, ПЛЕВС ОЛЕКСАНДР ГЕОРГІЙОВИЧ
(73) ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
(57) Спосіб автоматичного управління процесом пастеризації фруктового наповнювача, який включає вимірювання температур продукту у секціях пастеризатора та регулювання цих температур зміною подачі гріючої пари в оболонки відповідних секцій нагріву, який **відрізняється** тим, що для компенсації впливу другої секції на температуру продукту у першій та третій секціях, корегують завданням регулятора температури у першій та

2

третій секціях при зміні положення клапану подачі пари у другу секцію, причому передатні функції відповідних корегуючих зв'язків встановлюють відповідно до принципу автономності каналів регулювання

$U_2-T_{\text{паст}1}$:

$$W_{21}^K(p) = \frac{2,37p}{10,85p+1} e^{-0,15p}, i$$

$U_2-T_{\text{паст}3}$:

$$W_{23}^K(p) = \frac{3,24p}{10,026p+1} \cdot e^{-1p},$$

та передатних функцій моделей перехресних зв'язків між положенням клапану подачі пари у другу секцію та температурою продукту у першій та третій секціях.

Корисна модель належить до техніки пастеризації фруктових та овочевих наповнювачів, зокрема пастоподібної форми або відповідних соковмісних речовин. Запропонований спосіб знайде використання у консервній промисловості при переробці фруктових концентратів, соків та заморожених продуктів у відповідні наповнювачі.

Відомі різні способи автоматичного управління процесом пастеризації рідких продуктів, таких як молоко, соки, різного роду розчини, та пастоподібних продуктів типу томатної пасты, повидла, джемів, фруктових наповнювачів, які відрізняються технологічними схемами, кількістю регульованих параметрів та методами управління.

Відомий спосіб автоматичного регулювання температури зі зменшеною динамічною похибкою в апараті з оболонкою, що гріє, який забезпечує підвищення точності автоматичного регулювання (Патент Российской Федерации №2259580, Максимов Ю.Я. Способ автоматического регулирования температуры с уменьшенной динамической ошибкой в аппарате с обогревающей рубашкой. МПК G05D 23/00, G05D 23/19, опубл. 2005г.).

Особливість даного рішення полягає в тому, що вимірюють кількість електроенергії в циклах автоматичного регулювання, обчислюють еквівалентну потужність обігрівача, приймаючи її як задану величину, вимірюють температуру реакційної маси, що знаходиться в апараті, рідинного теплоносія, що знаходиться в обігрівачій оболонці, внутрішніх і зовнішніх поверхонь усіх стінок апарата, середовища, що оточує апарат, визначають коефіцієнти тепловіддачі поверхонь стінок, обчислюють теплові потоки, коефіцієнти пропорційності, фактичне значення еквівалентної потужності, фактичну величину температури реакційної маси співставляють із заданою величиною температури, формують сигнали пропорційні різницям фактичних величин еквівалентної потужності, визначають час запізнення апарату по каналу збурення "потужність обігрівача - температура рідинного теплоносія" та за каналом збурення "температура середовища, що оточує апарат навколо нього - температура рідинного теплоносія", обчислюють різницю часу запізнення, яку враховують при визначенні розрахункової величини температури

(13) U

(11) 61149

(19) UA

середовища, що оточує апарат навколо нього, що використовують при обчисленні теплових потоків розсіювання і коефіцієнтів теплопровідності.

Недоліком даного способу управління є використання як обігрівачого агента обігрівачою рідини, що у порівнянні із газоподібним середовищем (паром) має велику інерційність, та застосування регулювання відносно односекційного обігрівачого кожуха, що забирає значний тепловий ресурс для підготовки обладнання. При цьому використовується спосіб регулювання з нерівномірним розподіленням температури продукту відносно об'єму апарата.

Відомий також спосіб автоматичного управління процесом пастеризації молока у пастеризаційно-охолоджувальній установці (Патент України №42969, Скуничий В.В., Степанов М.Т. Спосіб автоматичного управління процесом пастеризації молока у пастеризаційно-охолоджувальній установці. МПК А23С 3/00, опублік. 2009р.). Даний спосіб включає в себе регулювання температури пастеризації та регулювання температури охолодження у двох окремих контурах, в яких компенсують вплив у каналах: "тиск пари - температура молока" та "температура розсолу - температура молока" за рахунок додаткового корегування цих збурень у корегуючих зв'язках.

Недоліком даного способу є не врахування поточного значення температури продукту безпосередньо під час обробки його в об'ємі пастеризатора, що призводить до некоректного оцінювання якості вихідного продукту, та низької якості регулювання в контурах управління температурою вихідного продукту.

Відомий спосіб автоматичного управління процесом пастеризації томатного соку вибраний як прототип (Патент України №44154, Узюмов Ю.С., Павлов А.І. Спосіб автоматичного управління процесом пастеризації томатного соку. МПК А23Н 1/00, опублік. 2009р.). Він включає в себе вимірювання і регулювання температури пастеризації томатного соку в секції пастеризації шляхом зміни положення регулюючого органу подачі пари, вимірювання і регулювання температури охолодження томатного соку в секції охолодження шляхом зміни положення регулюючого органа подачі крижаної води, який відрізняється тим, що компенсують вплив температури пастеризації в секції пастеризації на температуру соку в секції охолодження шляхом корекції заданого значення температури пастеризації, пропорційно зміні вказаного сигналу регулювання температури в пастеризаторі, компенсують вплив зміни температури пари на температуру пастеризації шляхом зміни положення регулюючого органу подачі пари.

У разі використання такого способу управління для пастеризатора з кількома секціями нагріву, який використовується для пастеризації продуктів з великою густиною, таких як фрукти та овочеві наповнювачі, динамічна точність регулювання є низькою через взаємний вплив секцій нагріву, що також призводить до низької якості готового продукту.

Задачами корисної моделі є підвищення точності утримання технологічного регламенту пасте-

ризації та якості виробленого фруктового наповнювача шляхом автоматичної стабілізації заданих значень температур в секціях пастеризатора з компенсацією впливу зміни подачі теплоносія у найбільш потужну другу секцію нагріву на температуру у першій та третій секціях.

Поставлені задачі вирішуються у способі автоматичного управління процесом пастеризації фруктового наповнювача, який включає вимірювання температур продукту у секціях пастеризатора та регулювання цих температур зміною подачі грючої пари в оболонки відповідних секцій нагріву, для компенсації впливу другої секції на температуру продукту у першій та третій секціях, вводять корегуючі зв'язки на завдання регулятора температури у першій та третій секціях при зміні положення клапану подачі пари у другу секцію, причому передатні функції відповідних корегуючих зв'язків встановлюють відповідно до принципу автономності каналів регулювання та передатних функцій моделей перехресних зв'язків між положенням клапану подачі пари у другу секцію та температурою продукту у першій та третій секціях.

На кресленні приведена блок-схема запропонованого способу автоматичного управління, який реалізується наступним чином:

Сигнал датчика 1, поточного значення температури продукту $T_{\text{паст}1}$ у першій секції нагріву віднімають в суматорі 2 від сигналу завдання $T_{\text{паст}1}^{\text{зд}}$, здобуваючи сигнал розбалансу $\varepsilon_{\text{паст}1}$, що подається на вхід регулятора 3, який за допомогою виконавчого механізму з регулюючим органом 4 змінює витрати пари у першу секцію нагріву пастеризатора, підтримуючи температуру продукту у зоні нагріву першої секції на регламентному рівні.

Сигнал датчика 5, поточного значення температури продукту $T_{\text{паст}2}$ у другій секції нагріву віднімають в суматорі 6 від сигналу завдання $T_{\text{паст}2}^{\text{зд}}$, здобуваючи сигнал розбалансу $\varepsilon_{\text{паст}2}$, що подається на вхід регулятора 7, який, за допомогою виконавчого механізму з регулюючим органом 8, змінює витрати пари у другу секцію нагріву пастеризатора, підтримуючи температуру продукту у зоні нагріву другої секції на регламентному рівні.

Сигнал датчика 9, поточного значення температури продукту $T_{\text{паст}3}$ у третій секції нагріву віднімають в суматорі 10 від сигналу завдання $T_{\text{паст}3}^{\text{зд}}$, здобуваючи сигнал розбалансу $\varepsilon_{\text{паст}3}$, що подається на вхід регулятора 11, який, за допомогою виконавчого механізму з регулюючим органом 12, змінює витрати пари у третю секцію нагріву пастеризатора, підтримуючи температуру продукту у зоні нагріву третьої секції на регламентному рівні.

У четвертій секції сигнал датчика 13 поточного значення температури продукту $T_{\text{паст}4}$ віднімають в суматорі 16 від сигналу завдання $T_{\text{паст}4}^{\text{зд}}$, здобуваючи сигнал розбалансу $\varepsilon_{\text{паст}4}$, що подається на вхід регулятора 15, який, за допомогою виконавчого механізму з регулюючим органом 14, змінює витрати пари у четверту секцію нагріву пастеризатора, підтримуючи температуру продукту у зоні нагріву четвертої секції на регламентному рівні.

Сигнал положення виконавчого механізму 8, який є пропорційним подачі пари у другу секцію

нагріву через динамічні корегуючі зв'язки 17 та 18 подається відповідно на входи суматорів 2 та 10, упереджено корегуючі керуючі впливи, що виробляють регулятори 3 та 11 першої та третьої секції нагріву, при зміні подачі пари у другу секцію.

Відповідні контури структури об'єкта та перехресні зв'язки реалізуються у загальному об'єкті управління 19, що відображає взаємозв'язки між ними.

Для якісної компенсації перехресних зв'язків між подачею пари у другу секцію та температурою у першій та третій секції, передатні функції корегуючих зв'язків 17 та 18 повинні відповідати наступним умовам:

Передатна функція моделі перехресного зв'язку по каналу U2 - T_{наг1}

$$W_{21}^O(p) = \frac{0,35p}{(2,06p + 1)^2} \cdot e^{-105p},$$

тоді передатна функція корегуючого зв'язку 17, відповідно до принципу автономності повинна бути

$$W_{21}^K(p) = \frac{0,82p^4 + 6,43p^3 + 7,48p^2 + 2,37p}{37,88p^4 + 59,78p^3 + 40,2p^2 + 10,85p + 1} e^{-0,15p}$$

або, з урахуванням можливості її фізичної реалізації:

$$W_{21}^K(p) = \frac{2,37p}{10,85p + 1} e^{-0,15p}.$$

Передатна функція моделі перехресного зв'язку по каналу U2 - T_{наг3}

$$W_{23}^O(p) = \frac{0,4p}{(1,43p + 1)^2} \cdot e^{-175p},$$

тоді передатна функція корегуючого зв'язку 18, відповідно до принципу автономності повинна бути

$$W_{23}^K(p) = \frac{4,1p^4 + 17,2p^3 + 14,58p^2 + 3,24p}{19,4p^4 + 40,28p^3 + 31,39p^2 + 10,026p + 1} e^{-1p}$$

або, з урахуванням можливості її фізичної реалізації:

$$W_{23}^K(p) = \frac{3,24p}{10,026p + 1} e^{-1p}.$$

