



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41546 (13) U  
(51) МПК (2009)  
A23C 1/00

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 СУШІННЯ МОЛОКА В РОЗПИЛЮВАЛЬНІЙ СУШАРЦІ**

1

2

(21) u200815167

(22) 29.12.2008

(24) 25.05.2009

(46) 25.05.2009, Бюл.№ 10, 2009 р.

(72) СКАКОВСЬКИЙ ЮРІЙ МИХАЙЛОВИЧ, UA,  
ФЕДОРЕНКО НАТАЛЯ ОЛЕКСАНДРІВНА, UA

(73) ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАР-  
ЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, UA

(57) Спосіб автоматичного управління процесом сушіння молока в розпилювальній сушарці, що включає вимірювання температури сушильного агента на вході в сушильну установку і виході з неї, вимірювання вологості згущеного молока перед розпилюванням, вимірювання розрідження в

конусі сушарки, регулювання температури сушильного агента на виході з сушарки шляхом зміни витрат сушильного агента на вході в сушарку, регулювання температури сушильного агента на вході в сушильну установку шляхом зміни витрат пари, регулювання розрідження в конусі сушильної установки шляхом зміни продуктивності витяжного вентилятора, який **відрізняється** тим, що додатково вимірюються витрати згущеного молока, що подається в сушарку на рівні витрати узгодженої з плановим завданням виробництва готового продукту, при цьому стабілізація виконується шляхом зміни числа обертів насоса подачі згущеного молока в сушарку.

Корисна модель відноситься до техніки сушіння рідких продуктів і може знайти застосування в харчоконцентратній, молочно переробній та інших галузях промисловості.

Відомі різноманітні способи автоматичного управління процесом сушіння рідких продуктів в розпилювальній сушарці, які відрізняються кількістю регульованих параметрів та методами управління.

Відомий спосіб автоматичного управління процесом сушіння згущеного молока в розпилювальній сушарці, який передбачає вимірювання температури сушильного агента на вході в сушарку, вимірювання температури сушильного агента на виході з сушарки, вимірювання температури продукту перед розпилюванням, вимірювання розрідження в топці та конусі сушарки, регулювання температури сушильного агента на вході в сушарку шляхом зміни витрат палива на горіння в топці, регулювання температури сушильного агента на виході сушарки шляхом зміни витрат продукту на розпилювання, регулювання розрідження в топці шляхом зміни продуктивності димососу, регулювання розрідження в конусі сушарки шляхом зміни продуктивності витяжного вентилятора [Автоматизация технологических процессов производства молочных консервов./ Брусиловский Л.П., Вайнберг А.Я. - М.: Пищевая промышленность, 1975. -

с.80-85]. Такий спосіб не компенсує взаємні зв'язки між контурами управління і вплив природних збурювань, що постійно діють на об'єкт управління в реальних умовах експлуатації, а також регулювання температури сушильного на виході з сушарки здійснюється за рахунок зміни витрат згущеного молока, що не дозволяє знизити питомі енергетичні затрати на сушіння молока, це, в свою чергу, призводить до перевитрат палива на сушку. Результатом цього є низька динамічна точність системи управління, що призводить до зниження якості і збільшення собівартості готового продукту.

Найбільш близьким до запропонованого є спосіб автоматичного управління процесом розпилювального сушіння шляхом вимірювання температури сушильного агента на вході в сушарку, вимірювання температури сушильного агента на виході з сушарки, вимірювання температури продукту перед розпилюванням, вимірювання розрідження в топці та в конусі сушарки, регулювання температури сушильного агента на вході в сушарку шляхом зміни витрати палива на горіння в топці, регулювання температури сушильного агента на виході з сушарки шляхом зміни витрати продукту на розпилювання, регулювання розрідження в топці шляхом зміни продуктивності димососу, регулювання розрідження в конусі сушарки шляхом зміни продуктивності витяжного вентилятора [Па-

(19) UA (11) 41546 (13) U

тент на корисну модель №26107, МПК F26/22, 2006]. Тут з метою підвищення точності управління додатково вимірюють витрату палива на горіння в топці і пропорційно сумі результату цього вимірювання, його інтегралу та диференціалу одночасно змінюють витрату екстракту кави на розпилювання в сушарці і продуктивність витяжного вентилятора сушарки, а пропорційно здобутому вимірюванням значенню температури екстракту кави перед розпилюванням змінюють витрату вказаного екстракту кави.

Такий спосіб не враховує вологість продукту перед розпилюванням, що призводить до зниження динамічної точності системи регулювання і в результаті до зниження якості готової продукції, регулювання температури сушального агенту на виході з сушарки реалізується за рахунок зміни витрат екстракту, що не дозволяє знизити питомі енергетичні затрати на сушіння кави, це, в свою чергу, призводить до перевитрат палива на сушку.

Поставлена задача вирішена в способі автоматичного управління процесом сушіння молока в розпилювальній сушарці, що передбачає вимірювання температури сушального агенту на вході в сушальну установку і виході з неї, вимірювання вологості згущеного молока перед розпилюванням, вимірювання розрідження в конусі сушарки, регулювання температури сушального агента на виході з сушарки шляхом зміни витрат сушального агента на вході в сушарку, регулювання температури сушального агенту на вході в сушальну установку шляхом зміни витрат пари, регулювання розрідження в конусі сушальної установки шляхом зміни продуктивності витяжного вентилятора. Згідно корисної моделі, додатково вимірюються витрати згущеного молока, що подається в сушарку на рівні витрати узгодженої з плановим завданням виробництва готового продукту, при цьому стабілізація виконується шляхом зміни числа обертів насоса подачі згущеного молока в сушарку.

Використання запропонованої структури системи автоматичного управління дає можливість стабілізувати продуктивність агрегату, згідно до планового завдання виробництва готового продукту, що дозволяє знизити питомі енергетичні затрати на сушіння молока та втрати пов'язані з коливаннями режиму по продуктивності агрегату.

На Фіг. приведена блок-схема запропонованого способу автоматичного управління, який реалізується наступним чином.

Поточну температуру сушального агенту  $T_{ca1}$  на вході в сушарку, вимірюють за допомогою датчика температури в блоці 1. Блок 1 відображає складову об'єкта управління каналу впливу витрати пари на температуру сушального агента  $T_{ca1}$  та канал формування сигналу температури датчиком. Вихідний сигнал датчика 1 віднімають в суматорі 2 від сигналу задатчика 3 цієї температури, отримуючи сигнал розбалансу  $\varepsilon_1$ . Сигнал  $\varepsilon_1$  направляють в регулятор 4. Сформований сигнал регулювання  $U_1$  поступає на виконавчий механізм та регулюючий орган 5 об'єкта управління і змінює витрати пари пропорційно сумі значень  $\varepsilon_1$ , інтегралу та диференціалу від  $\varepsilon_1$ . Зміна витрат пари

призводить до зміни температури сушального агенту  $T_{ca1}$  на вході в сушарку.

Поточну температуру сушального агенту  $T_{ca2}$  на виході з сушарки, вимірюють за допомогою датчика температури в блоці 7. Блок 7 відображає складову об'єкта управління каналу впливу витрати сушального агенту  $F_{ca1}$  на вході в сушарку на температуру сушального агенту  $T_{ca2}$  на виході з сушарки та канал формування сигналу температури датчиком. Вихідний сигнал датчика 7 віднімають в суматорі 8 від сигналу задатчика 9 цієї температури, отримуючи сигнал розбалансу  $\varepsilon_2$ . Сигнал  $\varepsilon_2$  направляють в регулятор 10. Сформований сигнал регулювання  $U_1$  поступає на виконавчий механізм та регулюючий орган 12 об'єкта управління і змінює витрати сушального агенту  $F_{ca1}$  на вході в сушарку пропорційно сумі значень  $\varepsilon_1$ , інтегралу та диференціалу від  $\varepsilon_2$ . Зміна витрати сушального агенту  $F_{ca1}$  призводить до зміни температури сушального агенту  $T_{ca2}$  на виході з сушарки.

Поточне значення розрідження  $P_r$  в конусі сушарки вимірюють за допомогою датчика 14 вихідний сигнал якого віднімають в суматорі 15 від сигналу задатчика 16, отримуючи сигнал розбалансу  $\varepsilon_3$ . Блок 14 відображає складову об'єкта управління каналу впливу продуктивності витяжного вентилятора на розрідження в сушарці. Отриманий сигнал  $\varepsilon_3$  направляють в регулятор 17, сигнал управління  $U_3$  якого подається частотний перетворювач 18, який змінює продуктивність витяжного вентилятора 19 сушарки пропорційно сумі значень  $\varepsilon_3$ , інтегралу та диференціалу від  $\varepsilon_3$ .

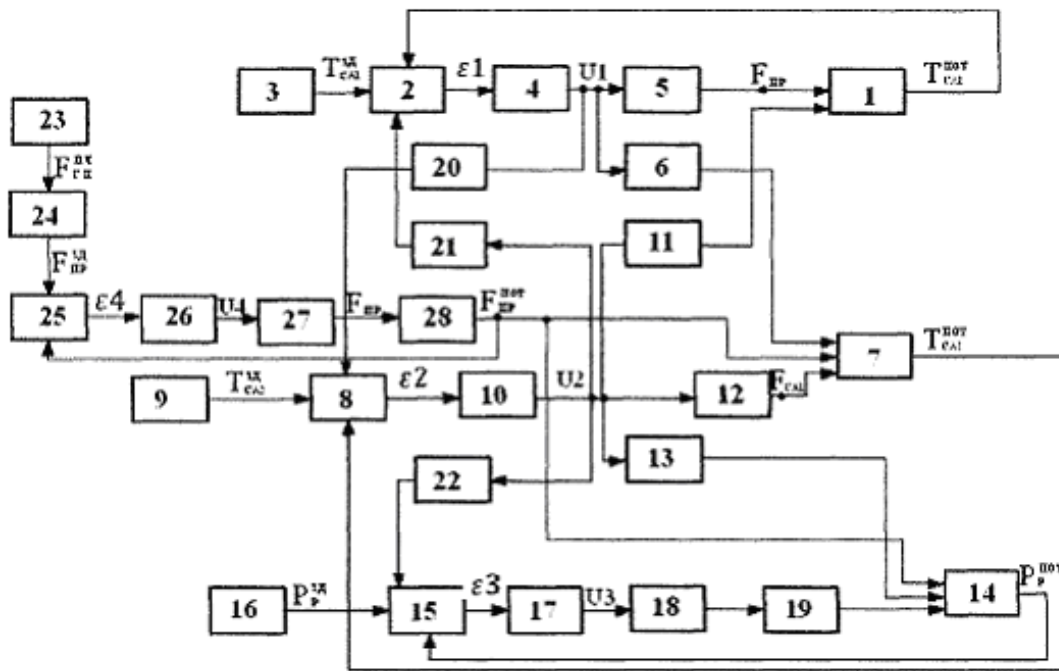
Завдання по плановому виробництву готового продукту, що формується в блоці 23 (наприклад, введення з АРМ технічного керівника) і передається в блок 24, де на основі моделі статистики по  $F_{г.п.}^{пл}$  обчислюється завдання по витратам продукту ( $F_{г.п.}^{зд}$ ) на сушальну установку, що передається в суматор 25. Окрім того на вхід блоку 25 подається сигнал (з протилежним знаком) поточної витрати продукту на сушальну установку, який вимірюється датчиком витрати 28. На виході з суматора 25 формується сигнал розбалансу  $\varepsilon_4$ , що поступає на регулятор 26, де по одному зі стандартних законів регулювання формується управляюча дія  $U_4$ . Далі  $U_4$  поступає на блок 27, котрий втілений регульованим електроприводом насоса подачі, встановленого на трубопроводі згущеного молока. Число обертів насоса визначає величину поточної витрати згущеного молока на сушарку  $F_{г.п.}$ . Сигнал по потоковій величині витрати згущеного молока  $F_{г.п.}^{пот}$  поступає на блоки 7 та 14, на виході яких отримують залежні від витрати продукту контрольовані величини температури сушального агенту на виході з сушарки  $T_{ca2}$  та розрідження  $P_r$  в конусі сушарки відповідно.

Відхилення температури сушального агента  $T_{ca1}$  на вході в сушарку впливають на величину температури сушального агента  $T_{ca2}$  на виході з сушарки, пов'язану з температурою та вологістю продукту, відхилення температури сушального

агента  $T_{ca2}$  на виході з сушарки впливають на величину температури сушильного агента  $T_{ca1}$  на вході в сушарку та на глибину розрідження  $P_p$  в сушарці, що пов'язано з тепломасообмінними процесами в об'єкті управління. Вказані впливи негативно відбиваються на параметрах перехідних процесів регулювання, що викликає зниження якості готового продукту і відповідні питомі економічні витрати.

З метою усунення вказаних недоліків запропонований спосіб передбачає введення корегуючих зв'язків, які реалізовані в блоках 6, 11, 20, 21, 22, 13 і забезпечують автономність контурів регулювання один від одного.

Результати комп'ютерного моделювання підтвердили те, що розроблений спосіб автоматичного управління в умовах реально діючих внутрішніх та зовнішніх збурювань забезпечує високу якість готового продукту мінімальної собівартості.



Фіг.