



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **62983** (13) **U**  
(51) МПК (2011.01)  
**B02B 1/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ КРУПИ

1

2

(21) u201101903

(22) 18.02.2011

(24) 26.09.2011

(46) 26.09.2011, Бюл.№ 18, 2011 р.

(72) СМІРНОВА ЄВГЕНІЯ ВОЛОДИМИРІВНА,  
СВІТИЙ ІВАН МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАР-  
ЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

(57) Спосіб автоматичного керування процесом сушіння крупи, який включає підтримку температу-

ри й відносної вологості в сушарці, який **відрізняється** тим, що підтримку температури й відносної вологості середовища здійснюють за пропорційно-інтегрально-диференціюючим алгоритмом в повному об'ємі крупи одночасно й безупинно, також компенсують контрольовані збурення та забезпечують автономність каналів регулювання за рахунок перехресних зв'язків.

Корисна модель належить до техніки сушіння крупи в установках безперервної дії. Запропонований спосіб може бути використаний у процесі сушіння круп'яних виробів на підприємствах.

Відомі різні способи керування процесом сушіння, які відрізняються технологічними схемами, кількістю регульованих параметрів і методами керування.

Відомий конвективний спосіб сушіння, в якому використовується конвеєрна стрічкова сушарка, усередині якої, в сушильній камері, знаходяться нагрівальні калорифери; транспортні стрічки з калориферами укладені в загальну металеву камеру, так що повітря подається під останню стрічку і може піднятися тільки пронизавши по черзі всі стрічки від нижньої до верхньої [Бачурская Л. Д., Гуляев В. Н. Пищевые концентраты. - М.: Пищевая промышленность, 1976.-335с.]. Поступово насичуючись вологою, повітря перед кожною стрічкою підігрівається, проходячи ряд калориферів, що знижує його відносну вологість і робить більш якісним як сушильний агент. Нагрівання повітря перед проходженням через кожну стрічку дає можливість значно зменшити загальний витрата тепла і повітря на сушіння, що в свою чергу підвищує ступінь використання повітря. В описаному способі регулюють температуру та вологість продукту в сушарці.

Недоліком цього способу є низька динамічна точність, що призводить до зниження якості сушіння.

Найбільш близьким по технічній суті до пропонованого є спосіб сушки крупи, здійснюваний з підтримкою температури й відносної вологості

[Бородин И. О., Недилько Н. М. "Система автоматического управления активным вентилированием в бункерах", Патент Российской федерации №4741692./15, опубл. 30.08.1991].

Недоліком цього способу є використання простого диспозиційного режиму регулювання роботи елементів обігріву й парозволожуючих елементів, що не дозволяє забезпечити підтримку з високою точністю температури й вологості середовища, оскільки сигнали, що надходять із датчиків температури й вологості, обробляються у відповідних блоках керування в зазначеному режимі а він має часову характеристику, ідентичну сигналу неузгодженості. У зв'язку з викладеним, регулювання інерційних процесів при сушінні крупи при використанні двопозиційного режиму відбувається із запізненням, яке супроводжується перерегулюванням, що приводить до зниження якості сушіння та відповідного зниження якості крупи.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення якості сушіння крупи шляхом дотримання температурно-вологісного середовища сушарці на заданих значеннях з одночасним підвищенням динамічної точності системи управління за рахунок забезпечення автономності каналів регулювання, підвищення швидкодії системи керування.

Поставлена задача вирішена в способі автоматичного керування процесом сушіння крупи, який включає підтримку температури й відносної вологості в сушарці, згідно з корисною моделлю, підтримку температури й відносної вологості здійснюють за пропорційно-інтегрально-диференціюючим алгоритмом в повному об'ємі

(19) **UA** (11) **62983** (13) **U**

крупки одночасно й безупинно, також компенсують контрольовані збурення та забезпечують автономність каналів регулювання, за рахунок перехресних зв'язків.

На кресленні показано блок-схему запропонованого способу автоматичного керування, що реалізується таким чином.

Вхідний сигнал заданої температури сушки крупки у 1-й зоні сушіння  $T_{зд1}$  надходить на суматор 2, куди також надходить сигнал поточного значення температури сушки  $T_1$ . З виходу суматора 2 сигнал розбалансу надходить на регулятор 3, керуюча дія з виходу якого сумується з неконтрольованими збуреннями  $f_{н1}$  в суматорі 4. Сигнал з виходу суматора 4 поступає на прямий канал "u<sub>1</sub>-T<sub>1</sub>" об'єкта 5, сигнал з виходу якого надходить на суматор 6, де сумується з реакцією об'єкта на контрольовані збурення  $f_k$ , яку отримують на елементі 1, який є каналом об'єкта "f<sub>k</sub>-T<sub>1</sub>". Також на суматор 6 надходить сигнал з перехресного каналу об'єкта "u<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>", реалізованого у елементі 7.

Вхідний сигнал заданої температури сушки крупки у 2-й зоні сушіння  $T_{зд2}$  надходить на суматор 9, куди також надходить сигнал поточного значення температури сушіння  $T_2$  та сигнал з коректуючого зв'язку 21, що забезпечує автономність контуру регулювання температури  $T_2$  від контуру регулювання температури  $T_1$ . З виходу суматора 9 сигнал розбалансу з коректуючим сигналом над-

ходить на регулятор 10, керуюча дія з виходу якого сумується з неконтрольованими збуреннями  $f_{н2}$  в суматорі 11. Сигнал з виходу суматора 11 надходить на прямий канал "u<sub>2</sub>-T<sub>2</sub>" об'єкту 12, з виходу якого надходить на суматор 13, де сумується з сигналом перехресних зв'язків у об'єкті за каналом "u<sub>1</sub>-T<sub>2</sub>", що реалізовано елементом 8, та "u<sub>2</sub>-T<sub>2</sub>", що реалізовано елементом 15.

Вхідний сигнал заданої вологості сухого продукту  $M_{сп}^{зб}$ , надходить на суматор 16, куди також надходить сигнал поточного значення сигналу вологості сухого продукту  $M_{сп}$  та сигнал коректуючого зв'язку 22, що забезпечує автономність контуру регулювання вологості від контуру регулювання температури  $T_2$ . З виходу суматора 16 сигнал розбалансу та коректуючий сигнал надходять на регулятор 17, керуюча дія з виходу якого сумується з неконтрольованими збуреннями  $f_{н3}$  на суматорі 18. Сигнал з виходу суматора 18 надходить на прямий канал "u<sub>3</sub>-M<sub>сп</sub>" об'єкту 19, з виходу якого надходить на суматор 20, де сумується з реакцією об'єкту по каналу "u<sub>2</sub>-M<sub>сп</sub>", що реалізована елементом 14.

Імітаційне моделювання запропонованого способу управління підтвердило покращення показників якості перехідних процесів регулювання параметрів сушки крупки, а саме  $T_2$  та  $M_{сп}$  що в свою чергу призводить до підвищення якості та зниження енергоємності готового продукту.

