



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103987** (13) **U**  
(51) МПК (2015.01)  
**G05D 27/00**  
**G06N 5/00**  
**A21C 14/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2015 06040</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>18.06.2015</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>12.01.2016</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.01.2016, Бюл.№ 1</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Кишенько Василь Дмитрович (UA), Шаруда Світлана Сергіївна (UA), Заєць Ігор Миколайович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601 (UA)</b></p>
---	---

**(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО БАГАТОЦІЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПРИГОТУВАННЯ ТІСТА**

**(57) Реферат:**

Спосіб автоматичного багатоцільового керування процесом приготування тіста включає вимірювання окисно-відновного потенціалу тіста, вологості тіста, витрати борошна і рідких інгредієнтів, змінювання подачі борошна та рідких інгредієнтів в тістомісильну машину. Додатково вимірюють витрату вибродженого тіста, питому роботу, виконану при замісі тіста, регулюють температуру тіста. На основі поточних даних вимірювань уточнюють параметри математичних моделей, що зв'язують критерії оптимальності втрат сухих речовин борошна при приготуванні тіста, продуктивності агрегату для приготування тіста та окисно-відновного потенціалу тіста із температурою тіста, питомою роботою, виконаною при замісі тіста, вологістю тіста, витратою борошна, витратою рідких інгредієнтів, витратою вибродженого тіста. На основі уточнених моделей класифікують ситуації, на підставі чого визначається ситуаційна пріоритетність критеріїв оптимальності і проводиться багатокритеріальна оптимізація за схемою компромісів Парето, за результатами якої змінюють завдання регулятора температури тіста та подачу борошна і рідких інгредієнтів в тістомісильну машину.

UA 103987 U



Корисна модель належить до хлібопекарської промисловості і призначена для оптимізації технологічних процесів приготування тіста за неперервною схемою на хлібозаводі.

5 Як найближчий аналог вибраний спосіб автоматичного керування процесом приготування тіста [Авторське свідоцтво СРСР № 115729 А від 23.05.85 р., бюл. № 19], який передбачає покращення якості продукції шляхом регулювання витрати борошна і в певному співвідношенні з нею витрати рідких інгредієнтів, забезпечуючи при цьому отримання екстремального значення окисно-відновного потенціалу тіста, при якому забезпечується найкраща якість тіста. Наведений спосіб не дозволяє підтримання необхідної продуктивності агрегату для приготування тіста, що негативним чином впливатиме на ритмічність роботи технологічної лінії виробництва хлібобулочних виробів. Також не враховується рівень технологічних втрат сухих речовин борошна в процесі виробництва тіста.

10 Задача корисної моделі - підвищення ефективності керування технологічним процесом приготування тіста за рахунок компромісного узгодження критеріїв оптимальності (якість, продуктивність, технологічні втрати борошна) залежно від технологічної ситуації, що склалась на об'єкті управління. При цьому за рахунок багатокритеріальної оптимізації здійснюється автоматичне визначення режимів приготування тіста, при яких забезпечується найкраща ефективність виробництва шляхом узгодження критеріїв оптимальності: якість тіста, продуктивність агрегату для приготування тіста і технологічні втрати борошна в процесі приготування тіста.

20 Поставлена задача вирішується за рахунок вимірювання показника якості тіста за окисно-відновним потенціалом тіста, режимних параметрів процесу приготування тіста: температура та вологість тіста, питома робота, виконана при замісі тіста; ідентифікації математичних моделей, що зв'язують окисно-відновний потенціал тіста як показник якості тіста, продуктивність агрегату для приготування тіста та технологічні втрати борошна в процесі приготування тіста від режимних параметрів (температура та вологість тіста, питома робота, виконана при замісі тіста) та витрат борошна, рідких інгредієнтів і вибродженого тіста; проведення багатокритеріальної оптимізації на основі ідентифікованих моделей та змінюванні витрат борошна, рідких інгредієнтів, пари і гарячої води.

30 Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та технічним результатом полягає у наступному. На основі вимірювань витрати борошна, витрати рідких інгредієнтів, вологості тіста, температури тіста, питомої роботи, виконаної при замісі тіста, проводиться ідентифікація уточнення параметрів математичних моделей в залежності від ситуації, що склалась на об'єкті, що призводить до зміни пріоритетності критеріїв оптимальності; в подальшому здійсненні багатокритеріальної оптимізації в області компромісів та змінюванні за результатами багатокритеріальної оптимізації завдань регулятора температури та витрат рідких інгредієнтів і борошна.

35 Технічна суть і принцип дії запропонованого способу пояснюється структурною схемою системи багатокритеріального керування процесом приготування тіста, що зображена на кресленні.

40 Агрегат для приготування тіста складається з тістомісильної машини 1, бродильного корита 2, збірника гарячої води 3, на яких знаходяться датчик вологості тіста 4, датчик питомої роботи, виконаної при замісі тіста 5, датчик температури 6, датчик окисно-відновного потенціалу 7, датчик витрати борошна 8, датчик витрати рідких інгредієнтів 9 і датчик витрати вибродженого тіста 10. Витрати борошна і рідких інгредієнтів змінюються відповідно дозаторами 11 і 12. Датчик температури 6 зв'язаний з регулятором температури 13, який діє на виконавчий механізм 14 подачі пари в збірник гарячої води 3. Датчик вологості тіста 4, датчик питомої роботи, виконаної при замісі тіста 5, датчик температури 6, датчик окисно-відновного потенціалу 7, датчик витрати борошна 8, датчик витрати рідких інгредієнтів 9 і датчик витрати вибродженого тіста 10 зв'язані з блоком математичних моделей 15, вихід якого під'єднаний до блока багатокритеріальної оптимізації 16 та блока аналізу ситуації 17, який під'єднаний до блока визначення пріоритетів критеріїв оптимальності 18, вихід якого зв'язаний з входом блока багатокритеріальної оптимізації 16. Виходи блока багатокритеріальної оптимізації 16 під'єднанні до дозатора борошна 11, дозатора рідких інгредієнтів 12 та регулятора температури 13.

50 Спосіб автоматичного багатокритеріального керування процесом приготування тіста реалізується наступним чином. Сигнали від датчика вологості тіста 4, датчика питомої роботи, виконаної при замісі тіста 5, датчика температури 6, датчика окисно-відновного потенціалу 7, датчика витрати борошна 8, датчика витрати рідких інгредієнтів 9 і датчика витрати вибродженого тіста 10 надходять на блок математичних моделей 15, в якому здійснюється ідентифікація (уточнення за поточними даними параметрів математичних моделей):

$$Q_i^1 = f\left(t_{т.}, R_{п.т.}, W_{т.}, G_{б.}, G_{інгр.}, G_{в.т.}, \bar{A}_i^1\right),$$

$$Q_i^2 = f(t_T, R_{п.т.}, W_T, G_{б.}, G_{інгр.}, G_{в.т.}, \vec{A}_i^2),$$

$$Q_i^3 = f(t_T, R_{п.т.}, W_T, G_{б.}, G_{інгр.}, G_{в.т.}, \vec{A}_i^3),$$

де  $Q_i^1$  - питомі втрати борошна при приготуванні тіста;  $Q_i^2$  - продуктивність агрегату для приготування тіста;  $Q_i^3$  - окисно-відновний потенціал тіста (показник якості тіста);  $t_T$  - температура тіста;  $R_{п.т.}$  - питома робота, виконана при замісі тіста;  $G_{б.}$  - витрата борошна;  $G_{інгр.}$  - витрата рідких інгредієнтів;  $G_{в.т.}$  - витрата вибродженого тіста;  $i$  - номер ситуації;  $\vec{A}_i^1$  - вектор параметрів математичної моделі питомої втрати борошна при приготуванні тіста;  $\vec{A}_i^2$  - вектор параметрів математичної моделі продуктивності агрегату для приготування тіста;  $\vec{A}_i^3$  - вектор параметрів математичної моделі окисно-відновного потенціалу тіста (показника якості тіста).  
 Уточнені математичні моделі із блока математичних моделей 15 надходять на блок багатокритеріальної оптимізації 16 та на блок аналізу ситуації 17. В блоці аналізу ситуації 17 проводиться класифікація ситуацій і визначається номер ситуації  $i$ . В блоці визначення пріоритетів критеріїв оптимальності 18 визначається коефіцієнт пріоритетності  $j$ -го критерію оптимальності в  $i$ -й ситуації  $\lambda_i^j$ , де  $i$  - номер ситуації, а  $j$  - номер критерію оптимальності.

В блоці багатокритеріальної оптимізації 16 здійснюється багатокритеріальна оптимізація за схемою компромісу Парето з використанням ситуаційної згортки критеріїв з урахуванням ситуаційної пріоритетності критеріїв:

$$F = \bigcup_i \lambda_i^j \left\{ \bigcup_{j=1}^k \vec{A}_i^j \right\} \left\{ Q_i^j(\vec{A}_i^j) \right\},$$

де  $i$  - номер ситуації;  $j$  - номер критерію оптимальності ( $j=1$  втрати сухих речовин борошна,  $j=2$  продуктивність агрегату для приготування тіста,  $j=3$  якість тіста);  
 $k$  - кількість критеріїв оптимальності,  $k=3$ ;

$Q_i^j$  -  $j$ -ий критерій оптимальності для ситуації  $i$ ;

$\vec{A}_i^j$  - набір моделей для критерію  $Q_i^j$ ;

$\lambda_i^j$  - пріоритет  $j$ -го критерію оптимальності для  $i$ -ї ситуації;

$\bigcup_i$  - знак об'єднання за ситуаціями;

$\bigcup_{j=1}^k$  - знак об'єднання за критеріями.

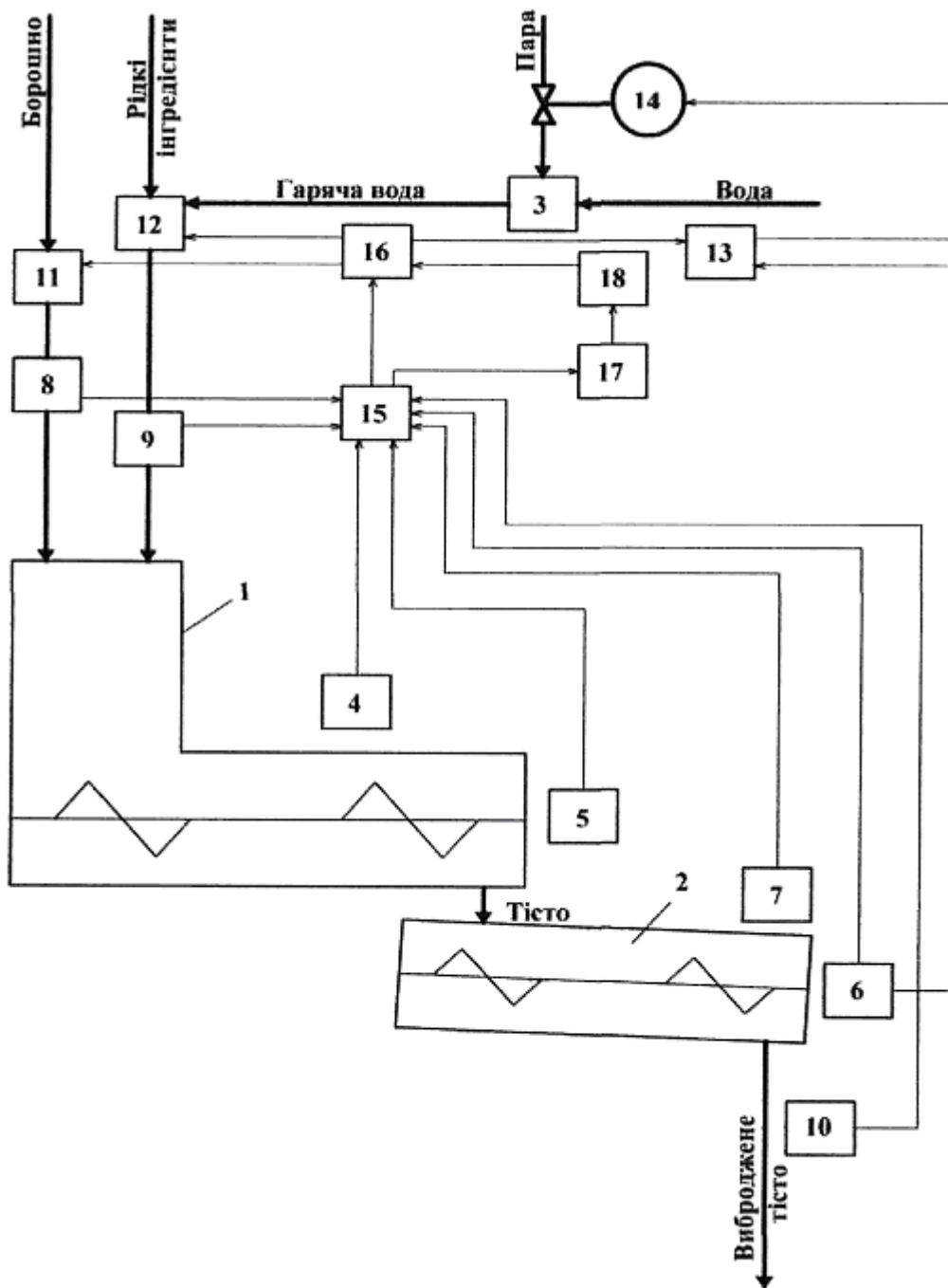
На основі багатокритеріальної оптимізації, що здійснюється в блоці багатокритеріальної оптимізації 16 розраховується завдання регулятора температури 13, який змінює подачу пари в збірник гарячої води 3 за допомогою виконавчого механізму 14, а також змінюються за допомогою дозаторів 11 і 12, відповідно, витрати борошна та рідких інгредієнтів.

Технічний результат корисної моделі полягає у підвищенні продуктивності агрегату для приготування тіста, зменшенні втрат борошна при приготуванні тіста та поліпшення якості тіста.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб автоматичного багатоцільового керування процесом приготування тіста, що включає вимірювання окисно-відновного потенціалу тіста, вологості тіста, витрати борошна і рідких інгредієнтів, змінювання подачі борошна та рідких інгредієнтів в тістомісильну машину, який **відрізняється** тим, що додатково вимірюють витрату вибродженого тіста, питому роботу, виконану при замісі тіста, регулюють температуру тіста, на основі поточних даних вимірювань уточнюють параметри математичних моделей, що зв'язують критерії оптимальності втрат сухих речовин борошна при приготуванні тіста, продуктивності агрегату для приготування тіста та окисно-відновного потенціалу тіста із температурою тіста, питоною роботою, виконаною при замісі тіста, вологістю тіста, витратою борошна, витратою рідких інгредієнтів, витратою вибродженого тіста, на основі уточнених моделей класифікують ситуації, на підставі чого визначається ситуаційна пріоритетність критеріїв оптимальності і проводиться

багатокритеріальна оптимізація за схемою компромісів Парето, за результатами якої змінюють завдання регулятора температури тіста та подачу борошна і рідких інгредієнтів в тістомісильну машину.



---

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601