



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43197 (13) U  
(51) МПК (2009)  
G01N 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

# ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ ВИСОТИ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРІАЛУ В КИПЛЯЧОМУ ШАРІ

1

2

(21) u200901494

(22) 23.02.2009

(24) 10.08.2009

(46) 10.08.2009, Бюл.№ 15, 2009 р.

(72) ОСАДЧИЙ СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ, КАЛИТА МА-  
РІАННА ОЛЕКСАНДРІВНА, СКРИННІК ІВАН ОЛЕ-  
КСАНДРОВИЧ, КАЛИТА МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ  
(73) КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХ-  
НІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб визначення зміни висоти дисперсного матеріалу в киплячому шарі, що продувається теплоносієм, шляхом вимірювання теплофізичної величини матеріалу, яка зв'язана з шуканою певним законом, який **відрізняється** тим, що зміну його висоти визначають за безпосереднім вимірюванням зміни кінцевої вологості матеріалу.

Корисна модель відноситься до вимірювання зміни висоти дисперсного матеріалу в киплячому стані та може бути використана в аграрній, харчовій, хімічній, фармацевтичній та інших галузях промисловості.

Найбільш близьким до запропонованого способу є вимірювання щільності псевдо зрідженого шару ємнісним методом [1], головним недоліком якого є те, що датчик потрібно розміщувати безпосередньо в киплячому шарі, що порушує його гідродинаміку в місці заміру.

Задачею запропонованого способу є забезпечення безінерційного методу визначення зміни висоти киплячого шару, без порушення його гідродинаміки для регулювання параметрів процесу сушіння в киплячому шарі.

Поставлена задача досягається тим, що згідно способу визначення зміни висоти дисперсного матеріалу в киплячому шарі, що продувається теплоносієм, шляхом вимірювання теплофізичної величини матеріалу, яка пов'язана з шуканою певним законом, зміну висоти визначають за безпосереднім вимірюванням зміни кінцевої вологості матеріалу.

На графічному матеріалі зображена структурна схема системи оцінювання динаміки об'єкта при неповному вимірюванні вихідних сигналів, де

Sh - зміна положення шибру завантажуючого пристрою;

T - зміна температури теплоносія;

V - зміна висоти киплячого шару;

W - зміна кінцевої вологості матеріалу;

φ - перешкода, що діє на вимірювач ;

ψ - вектор збурень;

M - матриця, яка характеризує чутливість об'єкта до зміни управляючих сигналів;

F - матриця передаточних функцій спостерігача;

K - матриця передаточних функцій датчика вологості;

ŭ - оцінка зміни висоти киплячого матеріалу;

ŵ - оцінка зміни вологості на виході об'єкта;

P - матриця, яка характеризує динаміку зміни висоти та вологості киплячого шару.

Спосіб, що заявляється, здійснюється наступним чином.

За неможливістю безпосереднього вимірювання зміни висоти киплячого шару матеріалу V, виконується вимірювання зміни величини W датчиком вологості, результат вимірювання з матрицею K, на який діє перешкода вимірюванню зі спектральною щільністю  $S_{\varphi\varphi}$ . Виміряна величина подається на вхід спостерігача, матриця передаточних функцій F якого була заздалегідь знайдена за алгоритмом [2]. Вихідними даними алгоритму є: матриця  $P^{-1}$  - результат видалення полюсів матриці передаточних функцій  $F_{11}$  [3], що описує динаміку об'єкта керування, на який діють збурення зі спектральною щільністю  $S_{\psi\psi}$ . Структура матриць подана нижче:

$$F_{11} = \begin{bmatrix} \frac{\alpha_1(\Delta) \cdot (s + w_1(\Delta))}{s + w_2(\Delta)} e^{-s \cdot \tau_{shv}(\Delta)} & 0 \\ \frac{\alpha_2(s - \varphi)}{s + p_2} e^{-s \cdot \tau_{shw}} & \frac{\alpha_3(s + \varphi)}{s + p_2} e^{-s \cdot \tau_{Tw}} \end{bmatrix} \quad (1)$$

(19) UA (11) 43197 (13) U

$$P^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{(s+w_2)} & 0 \\ 0 & \frac{1}{(s+p_2)} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$K = \begin{bmatrix} 0 & \frac{0.5}{(8s+1)} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Згідно обраного алгоритму [2] матриця передаточних функцій спостерігача  $F$  визначається:

$$F = -G(T_0 + T_+)D^{-1}, \quad (4)$$

де  $G$  - стійка частина результату факторизації матриці вагових коефіцієнтів  $R$ , така що  $G \cdot G^* = R$ ;

$D$  - стійка частина результату факторизації виразу для

$$S'_{\psi 0 \psi 0} = K \cdot P^{-1} \cdot S'_{\psi \psi} \cdot P^{-1} \cdot K^* + S'_{\phi \phi}, \quad \text{така що}$$

$$D \cdot D^* = S'_{\psi 0 \psi 0},$$

$T_0 + T_+$  - стійка частина результату сепарації виразу

$$T = T_0 + T_+ + T_- = G(-P^{-1}S'_{\psi 0 \psi})D^{-1},$$

$$\text{де } S'_{\psi 0 \psi} = S'_{\psi \psi} \cdot P^{-1} \cdot K^*.$$

В результаті виконання алгоритму (4) структура спостерігача знайдена у вигляді:

$$F = \begin{bmatrix} F(1,1) \\ F(2,1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-\alpha_{11}(s-a_1)}{(s^2 + 2 \cdot d_1 \cdot f_1 \cdot s + f_1^2)} \\ \frac{\alpha_{21}(s+a_3)}{(s^2 + 2d_2f_2s + f_2^2)} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Елемент  $F(1,1)$  характеризує оцінку зміни висоти матеріалу, а  $F(2,1)$  - оцінку зміни вологості.

Перевірка точності запропонованого способу визначення зміни висоти дисперсного матеріалу в процесі сушіння в киплячому шарі у порівнянні з дійсними значеннями вологості  $W$  і висоти  $V$  показала, що оцінка дисперсії похибки склала 4,5% і 3,75% відповідно. Так, вимірюючи лише вологість  $W$  на виході об'єкта, нами отримана оцінка зміни висоти киплячого шару  $u$  з мінімальною середньоквадратичною похибкою.

Список літератури:

1. Глупало Ю.П. Измерение пульсаций плотности в кипящем слое / Ю.П. Глупало, И.И. Петренко, Р.Б. Розенбаум, О.М. Тодес // Изв. АН СССР: Металлургия и топливо. 1961. №4. С.123-127.

2. В.Н. Азарсков и др. Методология конструирования оптимальных систем стохастической стабилизации, монография. К.: НАУ, 2006, С.438.

3. M.C. Davis, Factoring the spectral matrix, IEEE Trans. Automat. Control 8 (1963).

