

УДК 631.365.22+621.317

КОМПЕНСАЦІЯ ЗАПІЗНЕНЬ ЗЕРНОСУШАРКИ З КИПЛЯЧИМ ШАРОМ ПРИ НЕПОВНИХ ВИМІРЮВАННЯХ ЇЇ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ

Федотова М.О., аспірант*,

Осадчий С.І., д.т.н.,

Березюк І.А., к.т.н.,

Скриннік І.О., к.т.н.,

Кіровоградський національний технічний університет

Тел.: 066-672-60-83

Анотація – у роботі показано технологію застосування адаптованого алгоритму для компенсації запізнень зерносушарки з киплячим шаром каскадного типу при умові, коли її вихідні сигнали не можуть бути виміряні у повному обсязі.

Ключові слова: матриця передаточних функцій, спостерігач, киплячий шар, випереджувач Сміта.

Постановка проблеми. Зерносушарка з киплячим шаром (ЗКШ), розроблена при Кіровоградському національному технічному університеті [1] (рис. 1), являє собою багатовимірний об'єкт з розподіленими параметрами із запізненням [2], вектор вихідних сигналів якого виміряти у повній мірі не можливо [3]. Для синтезу САУ таким об'єктом нами застосовані новітні методи динамічного проектування, що передбачають виконання процесу факторизації [4], який унеможливується у випадку, коли хоч один з елементів структури має в своєму складі запізнення.

Формулювання цілей. З метою компенсації запізнень, що входять до складу матриці передаточних функцій (МПФ) зерносушарки, була виконана адаптація технології, викладеної в [5].

Основна частина. Так як один з вихідних сигналів об'єкта (висота киплячого шару h) в процесі сушіння виміряти прямим методом неможливо, то спочатку було синтезовано систему спостереження F , яка дає оцінку зміни висоти киплячого шару h за рахунок вимірювання кінцевої вологості w . Застосування випереджувача Сміта $R(s)$, який включається паралельно до послідовного з'єднання ЗКШ з МПФ

$W_{\text{об}}(s)$, системи вимірювання $K(s)$ та спостерігача $F(s)$, показано на рис. 2.



Рис. 1. Зерносушарка з киплячим шаром каскадного типу.

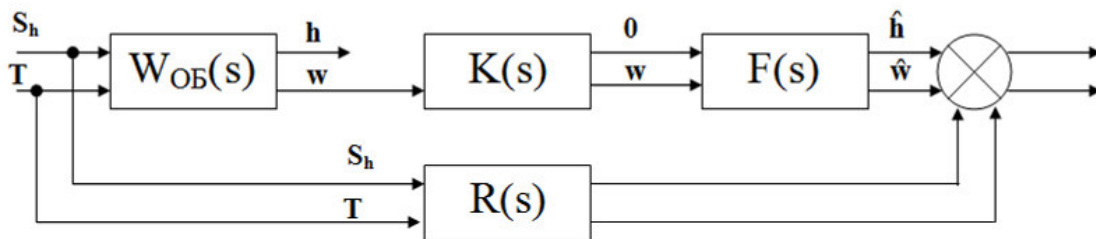


Рис. 2. Структурна схема фізичної реалізації компенсації випереджувачем Сміта.

Тоді технологія компенсації запізньовань випереджувачем Сміта, адаптована до нашого випадку буде полягати у наступному:

1. Визначити МПФ послідовного з'єднання

$$W_{\text{сист}}(s) = W_{\text{об}}(s)K(s)F(s), \quad (1)$$

де s – оператор Лапласа.

2. Представити $W_{\text{сист}}(s)$ у вигляді

$$W_{\text{сист}}(s) = P^{-1}M, \quad (2)$$

де P^{-1} – матриця, що вміщує полюса МПФ $W_{СИСТ}(s)$;
 M – матриця, що вміщує нулі МПФ $W_{СИСТ}(s)$.

3. Розкласти МПФ $W_{СИСТ}(s)$ так, як це показано нижче

$$W_{СИСТ}(s) = P^{-1} \sum_{i=1}^n M_i, \quad (3)$$

де i – відповідає кількості запізень в МПФ $W_{СИСТ}(s)$.

4. Представити кожен складову $P^{-1}M_i$ у вигляді поліноміального дробу такого, що

$$P^{-1}M_i = \frac{b_0s^n + b_1s^{n-1} + \dots + b_{n-1}s + b_n}{s^n + a_1s^{n-1} + \dots + a_{n-1}s + a_n} = \frac{b(s)}{a(s)}. \quad (4)$$

Тоді для кожного з елементів матриці (1) його модель у просторі станів визначається так:

$$\dot{x} = A_i x + B_i u, \quad (5)$$

$$y = C_i x + D_i u, \quad (6)$$

де

$$A_i = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_n & -a_{n-1} & \dots & -a_1 \end{bmatrix}, \quad (7)$$

$$B_i = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}, \quad (8)$$

$$C_i = [b_n - b_0 a_n \quad b_{n-1} - b_0 a_{n-1} \quad \dots \quad b_1 - b_0 a_1], \quad (9)$$

$$D_i = b_0. \quad (10)$$

рівняння стану (РС) і визначити матриці A_i , B_i , C_i , D_i ;

5. Сформувати матриці A , B , C , D , що відповідають $W_{СИСТ}(s)$ за правилом:

$$A = \begin{bmatrix} A_i & O_n & O_n & O_n \\ O_n & A_i & O_n & O_n \\ O_n & O_n & \dots & O_n \\ O_n & O_n & O_n & A_n \end{bmatrix}, \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n B_i e^{-\tau_i s} = B_i e^{-\tau_i s}; B_{i+1} e^{-\tau_{i+1} s}; \dots; B_n e^{-\tau_n s}, \quad (12)$$

$$C = [C_i, C_{i+1}, \dots, C_n], \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^n D_i e^{-\tau_i s} = D_i e^{-\tau_i s} + D_{i+1} e^{-\tau_{i+1} s} + \dots + D_n e^{-\tau_n s}. \quad (14)$$

6. Виконати підстановку знайдених матриць у формулу для розрахунку структури і параметрів компенсатора

$$R(s) = \sum_{i=0}^l C_i e^{-\tau_i s} (sE_n - \sum_{i=0}^l A_i e^{-\tau_i s})^{-1} \cdot (\sum_{j=0}^r B_j - \sum_{j=0}^r B_j e^{-\tau_2 s}) + (\sum_{j=0}^r D_j - \sum_{j=0}^r D_j e^{-\tau_3 s}) \quad (15)$$

7. Виконати перевірку правильності переході від МПФ до РС у вигляді

$$W(s) = C(sE_n - A)^{-1} \sum_{i=1}^n B_i e^{-\tau_i s} + \sum_{i=1}^n D_i e^{-\tau_i s}, \quad (16)$$

де E_n – одинична матриця розмірами 2×2 .

8. Знайти МПФ еквівалентної системи, що вміщує випереджувач Сміта, який приєднаний паралельно до $W_{СИСТ}(s)$

$$W_e = W_{СИСТ}(s) + R(s). \quad (17)$$

Адаптація відомої методики розрахунку структури і параметрів МПФ випереджувача Сміта полягає у наступному: для повноти оцінювання вихідних сигналів був заздалегідь спеціально розрахований спостерігач $F(s)$, а послідовне з'єднання ЗКШ, датчика вологості і системи спостереження ($W_{СИСТ}(s)$) було перетворено з матричного опису у опис в рівняннях стану (РС).

Висновок. Впровадження адаптованої технології, викладеної вище, гарантує компенсацію запізнень в структурі системи автоматичного керування і дозволить в подальшому застосувати програмні алгоритми, розроблені для систем без запізнення.

Список використаних джерел:

1. Обґрунтування параметрів зерносушарки каскадного типу для обробки насіння у киплячому шарі/Скриннік І.О.//Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.– Кіровоград, 2010.– С. 17
2. Визначення структури і параметрів математичної моделі зерносушильної установки з киплячим шаром в реальних експлуатаційних умовах/ С.І. Осадчий, М.О. Калита, І.О. Скриннік // Збірник наукових праць КНТУ.– Кіровоград: КНТУ, 2008.– С. 345-349.
3. Оцінювання висоти дисперсного матеріалу при неповних вимірюваннях вихідних сигналів зерносушильної установки з киплячим шаром/ С.І. Осадчий, М.О. Калита, І.О. Скриннік // Збірник наукових праць КНТУ.– Кіровоград: КНТУ, 2010.– С. 209-212.
4. Азарсков В.Н. Методология конструирования оптимальных систем стохастической стабилизации / Азарсков В.Н., Блохин Л.Н., Жи-

тецкий Л.С.– Киев: Книжное издательство Национального авиационного университета, 2006.– С. 438

5. Решение задачи синтеза системы автоматического управления многосвязным объектом с запаздываниями / А.З. Асанов, В.С. Каримов // Вестник УГАТУ, Управление, ВтиИ.– Уфа: УГАТУ, 2009.– т.13, №2(35).– С. 24-35.

КОМПЕНСАЦИЯ ЗАПАЗДЫВАНИЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ С КИПЯЩИМ СЛОЕМ ПРИ НЕПОЛНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ ЕЁ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ

Федотова М.А., Осадчий С.И., Березюк И.А., Скрынник И.А.

Аннотация - в данной работе показана технология использования адаптированного алгоритма для компенсации запаздываний зерносушилки с кипящим слоем каскадного типа при условии, когда её выходные сигналы не могут быть измерены в полной мере.

THE COMPENSATION OF DELAYS OF GRAIN DRYER WITH BOILING LAYER WITH INCOMPLETE MEASURING OF ITS OUTPUT SIGNALS

Fedotova M., Osadchiy S., Berezyuk I., Skrynnik I.,

Summary

The adapted algorithm technology usage is shown in the article for compensation of delays of grain dryer with the boiling layer for cascade-tray under the condition of incomplete measurement of its output signals.