

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ВИСОТИ КИПЛЯЧОГО ШАРУ

Федотова М. О. к.т.н, Скриннік І.О. к.т.н., доцент,
Осадчий С.І. д.т.н., професор, Трушаков Д.В. к.т.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Вступ. Киплячий шар використовується у багатьох галузях виробництва, зокрема в АПК для сушіння зернових. В установках, в основі яких покладено принцип «кипльчості», процес сушіння відбувається у багато разів швидше, ніж у звичайних зерносушарках. Це пояснюється тим, що у зваженому стані дисперсний матеріал омивається теплоносієм зі всіх сторін, що в значній мірі прискорює процес віддачі вологи у вигляді пари, тобто збільшується швидкість сушіння при мінімальній експозиції.

Якісно управляти швидкоплинними процесами можливо тільки при наявності автоматичних систем, розробка яких для такого роду об'єктів представляє деякі труднощі, і ось чому.

Основний матеріал. При Центральноукраїнському національному технічному університеті на кафедрі с-х машинобудування була розроблена конструкція зерносушарки з киплячим шаром. Її особливістю є те, що в камері сушіння під кутом до вісі знаходяться 7 рівновіддалених каскадів-решет, якими рухається зерно, нагадуючи собою в'язку речовину. Під нижній каскад подається агент сушіння з певною температурою. Частина вже зволоженого теплоносія виводиться через осадову камеру, а решта – через бункер завантаження. Наявність рівновіддалених каскадів викликає потребу розглядати сушарку як об'єкт автоматизації не лише із запізненнями за рахунок транспортування, а й як об'єкт з розподіленими параметрами.

В результаті вивчення літературних джерел встановлено, що однією з головних причин зменшення ефективності сушіння насіння у таких зерносушарках з киплячим шаром (ЗКШ) є наявність суттєвих коливань висоти киплячого шару та, як наслідок, флуктуацій кількості насіння у зоні сушіння.

Для зменшення впливу цієї причини на ефективність сушіння пропонується мінімізувати дисперсію відхилень висоти киплячого шару

насіння від заданого значення у результаті постановки та розв'язання наступної задачі синтезу оптимальної системи стабілізації.

Нехай сушарка (рис. 1), яка має n каскадів, функціонує в усталеному режимі, тому вважається, що температура теплоносія на вході до сушарки, швидкість руху насіння по каскадах та висота киплячого шару є стаціонарними випадковими процесами. В такому разі, динаміку зерносушарки доцільно характеризувати множиною з n лінеаризованих систем звичайних диференціальних рівнянь

$$P_k x_k = M_k u_k + \psi_k, \quad (1)$$

де P_k – поліноміальна матриця розміру 2×2 , елементи якої є поліномами від оператора диференціювання $p = d/dt$ (k – номер каскаду); x_k – вектор сигналів на виході k -того каскаду (вектор регульованих величин).

h_k – відхилення висоти киплячого шару над каскадом від заданого значення; w – відхилення вологості насіння на виході сушарки; M_k – поліноміальна матриця розміру 2×2 , елементи якої можуть мати чисте запізнення; u_k – вектор сигналів керування (регулюючих величин).

$$x_k = \begin{bmatrix} h_k \\ w \end{bmatrix}; \quad (2)$$

$$u_k = \begin{bmatrix} S_h \\ T \end{bmatrix}; \quad (3)$$

S_h – відхилення положення шибера завантаження Z від математичного сподівання; T – відхилення температури агента від номінального значення;

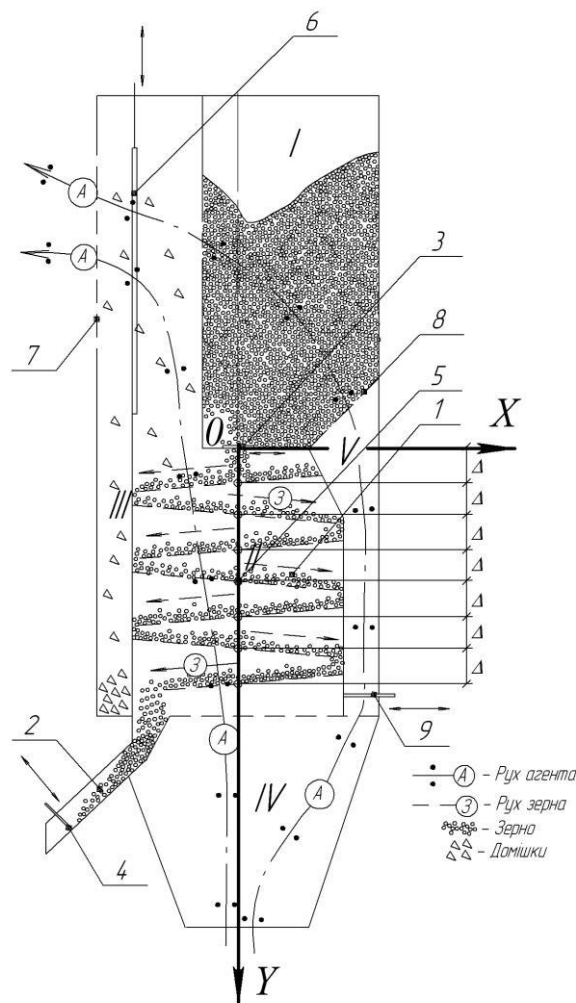


Рисунок 1 – ЗКШ з системою координат

ψ_k – вектор неконтрольованих збурень, які виникають в результаті коливань розміру зернин, їх вологості, швидкості руху, турбулентності потоку агенту сушіння та ін.

Якщо вважати доступними для виміру сигнали w , S_h та T , то структурна схема системи стабілізації висоти киплячого шару може бути представлена як наведено на рис. 2, а завдання синтезу оптимальної системи стабілізації зводиться до того, щоб за відомою конструкцією дослідного зразку ЗКШ та вимірними даними про компоненти векторів (2) та (3) визначити моделі динаміки об'єкта керування та збурень, які діють на нього в усталеному режимі; синтезувати структуру та параметри матриці оптимальних передаточних функцій спостерігача F_k , регулятора W_{REG} , а також випереджувача Сміта S_m ; оцінити ефект від впровадження системи стабілізації висоти киплячого шару насіння.

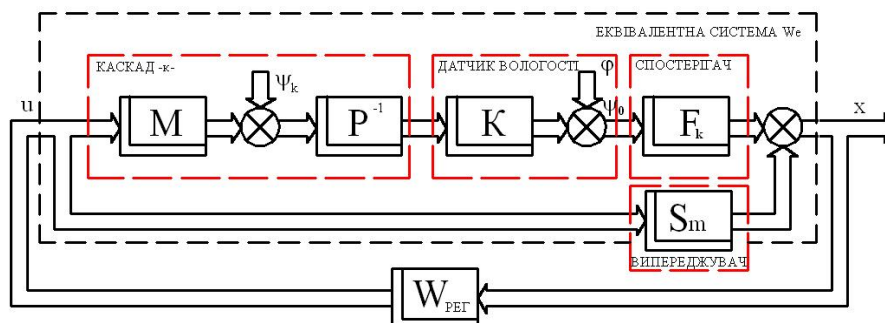


Рисунок 2 – Структурна схема системи стабілізації висоти киплячого шару насіння за неповними вимірами

Першим етапом на шляху опису математичної моделі зерносушарки з киплячим шаром, представленої на рис. 1, є ідентифікація її сигналів «вхід-вихід» у вигляді спектральних щільностей на основі даних експерименту. На даному етапі в результаті застосування алгоритму Блекмена-Т'юки до реалізацій компонентів векторів сигналів керування та вихідних сигналів отримані оцінки відповідних кореляційних функцій та спектральних щільностей для усіх елементів множини об'єктів керування. Дискретне перетворення Фур'є згладжених оцінок кореляційних та взаємних кореляційних функцій дозволило розрахувати оцінки спектральних та взаємних спектральних щільностей відповідних сигналів. Апроксимація оцінок

спектральних та взаємних спектральних щільностей методом узагальнених логарифмічних частотних характеристик дозволила визначити математичний опис цих сигналів у вигляді спектральних щільностей, графіки деяких з них показані на рис 2.

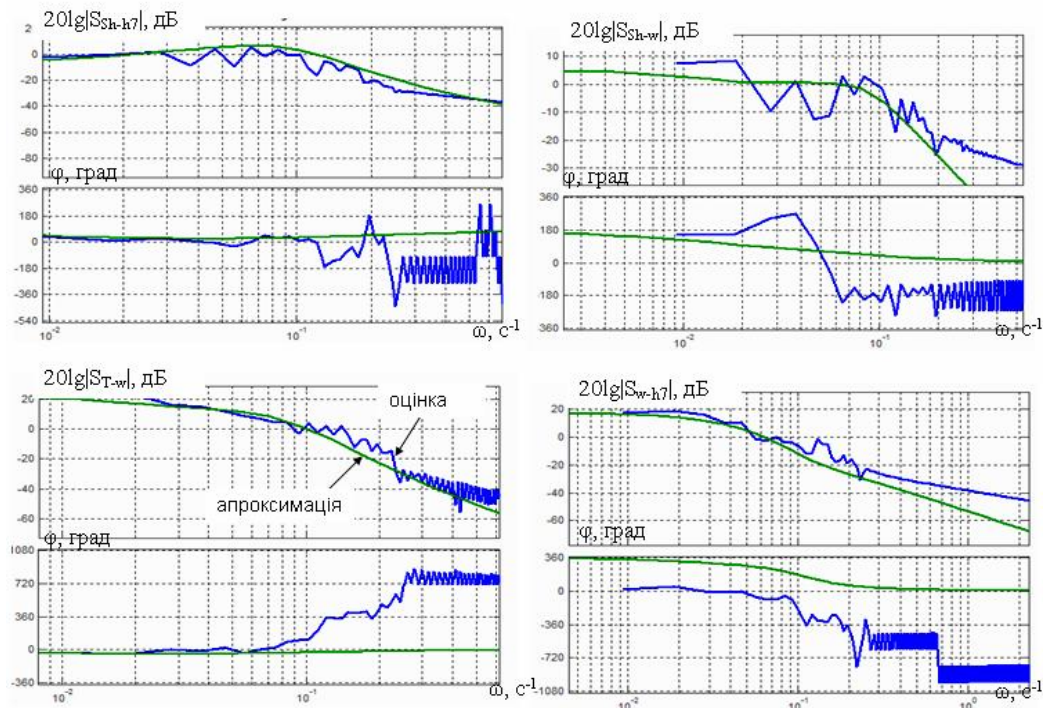


Рисунок 2 – Взаємні спектральні щільності сигналів вхід-вихід та їх апроксимація

Висновки. Після отримання опису сигналів «вхід-вихід» об'єкта, можна перейти до наступного етапу ідентифікації – це опис динаміки зерносушарки та збурень, які діють на каскадах, у вигляді множини матриць спектральних і взаємних спектральних щільностей.

Література

1. Петренко М. М. Експериментальні дослідження впливу параметрів зерносушарки каскадного типу на показники роботи / М. М. Петренко, І. О. Скриннік, Д. В. Богатирьов, М. О. Скриннік // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин (Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник). – 2006. – №36. – С. 29-34.
2. Осадчий С. І. Ідентифікація сигналів зерносушильної установки з киплячим шаром в реальних експлуатаційних умовах / С. І. Осадчий, М. О. Скриннік, І. О. Скриннік // Вісник Хмельницького національного університету (Технічні науки). – 2007. – Т. 1. – С. 38-41.