

КОРРЕКЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СКОРОСТИ ПОТОКА ВОЗДУХА ПРИ СУШКЕ ХЛОПКОВЫХ СЕМЯН АКТИВНЫМ ВЕНТИЛИРОВАНИЕМ

Магистрант группы М22-17 Н.Валиева
Научный руководитель доц. О.Х.Кадиров

Мақолада пахта чигитини қуритиши жараёнида хаво оқими тезлигининг иссиқлик ўзгартирувчиларининг динамик хатоликларини тузатишига бағишланган масала кўрилган.

В статье рассмотрены вопросы коррекции динамической погрешности тепловых преобразователей скорости потока воздуха при сушке хлопковых семян.

In the article the questions of correction of dynamic error of thermal transformers of flowrate of air are considered at drying of cotton seed.

Для всех отраслей экономики Республики Узбекистан хлопок-сырец и продукты его переработки имеют важное народнохозяйственное значение. Необходимо отметить, что с производством и переработкой хлопка-сырца непосредственно связано развитие агропромышленного комплекса лёгкой и текстильной промышленности.

Температура хлопка и хлопковых материалов – важнейший параметр на всех этапах их переработки, влияющий на энергозатраты, выход и качество готовой продукции.

В практике агропромышленного производства используют разнообразные способы для идентификации процесса сушки хлопковых семян: использование электроактивированного воздуха, предварительный нагрев семян, применение рециркуляционных режимов, вакуумирование зоны сушки, измерение газовой сушильной камеры и многие другие. В Республике Узбекистан накоплен определённый опыт использования СВЧ полей при сушке хлопковых семян. В результате – разработаны установки, позволяющие усовершенствовать существующие промышленные сушилки, применяемые на хлопкоперерабатывающих предприятиях.

Снижение температуры хлопковых семян до кондиционной и доведение сырого и влажного семени до стойкого при хранении состояния входит в задачу сушки. Этот сложный процесс состоит из: передачи тепла нагретым воздухом хлопковым семянам; перемещения влаги внутри семени к его поверхности; её испарения [1].

В современных установках наиболее часто тепло передают от перемещающегося агента сушки: нагретого в калориферах воздуха или горячей смеси воздуха с топочными газами. Такую сушку называют конвективной. Тепло просушиваемому семени можно передавать от нагретой металлической или другой поверхности, используя её теплопроводность (кондукцию) [2].

Перспективными и используемыми на практике являются комбинированные методы сушки, которые получили широкое распространение в хлопкосушилках с рециркуляцией семени.

Тепловые преобразователи благодаря таким достоинствам как высокая чувствительность, точность и простота технологии изготовления получили широкое применение для контроля скорости и расхода различных газов и жидкостей [3].

Тепловые преобразователи на основе стержневых теплопроводов используются для контроля скорости потока воздуха. Среди основных характеристик тепловых преобразователей важнейшей является динамическая характеристика, которая определяет как динамическую погрешность преобразователя, так и возможность применения тепловых преобразователей в системах контроля и управления скоростью воздушных потоков [4].

Передаточная функция теплового преобразователя на основе стержневого теплопровода для простых случаев имеет вид:

$$W_{\Pi}(P) = \frac{K_{\Pi}}{T_{\Pi}P+1}, \quad (1)$$

где, $K_r = 2/(2 + grl^2)$ - коэффициент; g и r - соответственно удельные на единицу длины тепловые проводимость и сопротивление; l - длина стержневого теплопровода; $T_{\Pi} = [\frac{2}{rcl^2} + g/c]^{-1}$ - постоянная времени; c - удельная на единицу длины тепловая ёмкость.

Анализ постоянной времени T показывает, что при достаточно большой длине теплопровода l её значение можно определить по формуле:

$$T = \frac{c}{g} \quad (2)$$

и реальные значения составляют от 1с до 60с. Отсюда следует, что при применении тепловых преобразователей необходимо корректировать их динамические характеристики. Корректирующие устройства можно подразделить на последовательные, параллельные и с обратной связью [5]. Рассмотрим подробно метод последовательной коррекции уменьшения динамических погрешностей. При этом методе коррекция достигается введением в измерительную схему корректирующей цепочки с передаточной функцией W^* , обратной передаточной функции теплового преобразователя и передаточная функция скорректированного теплового преобразователя будет иметь вид [6]:

$$W_{K\Pi}(P) = W_K(P) * W_{\Pi}(P) = \frac{K_{\Pi}T_KP+1}{K_KT_KP+1} \quad (3)$$

и при $T_{\Pi}=T_K$

$$W_{K\Pi}(P) = K_{K\Pi} = \frac{K_{\Pi}}{K_K} \quad (4)$$

Однако, идеальная коррекция динамической характеристики невозможна по двум причинам:

1. реальные передаточные функции тепловых преобразователей соответствуют апериодическим моделям второго или третьего порядков;

2. корректирующие устройства не обладают передаточной функцией типа $W_K(P) = 1/K_K(T_KP + 1)$ и поэтому компенсация динамической погрешности последовательной коррекции на практике осуществляется приближённо. Рассмотрим компенсацию динамической погрешности при последовательной коррекции с помощью распространённой корректирующей Γ - образной цепочки, состоящей из электрических сопротивлений R_1 и R_2 , и емкости, в которой передаточная функция имеет вид:

$$W_K(P) = \frac{R_2(RCP+1)}{(R_1+R_2)\left[\frac{RC*R_2}{(R_1+R_2)}P+1\right]} \quad (5)$$

или

$$W_K(P) = \frac{T_KP+1}{K_K\left(\frac{T_KP+1}{K_K}\right)}, \quad (6)$$

где, $T_K = R * C$; $K_k = (R_1 + R_2)/R_2$

В общем случае можно записать для оперативного изображения выходной величины теплового преобразователя

$$X_{\text{ВЫХ}}(P) = \frac{1}{T_{\Pi}P+1} * \frac{T_KP+1}{\frac{T_KP+1}{K_K}} * \frac{X_{\text{ВХ}}}{P} - \frac{W_K(P)}{W_{\Pi}(P)} \quad (7)$$

Используя формулу Хевисайда после преобразований можно получить

$$X_{\text{ВЫХ}}(\tau) = X_{\text{ВЫХ}}(\infty) \left[\frac{(K-1)^2}{K} - n \exp\left(-\frac{K}{T_{\text{КТ}}}\tau\right) - \left(1 - \frac{n}{K} - n\right) \exp(-\tau/T_{\text{П}}) \right] \quad (8)$$

где, $n = T_K/T_3$ - коэффициент несовпадения постоянных времени.

Из (8) видно, что только при $n = 1$ переходной процесс протекает по экспоненте с $T = T_3/K$

$$X_{\text{ВЫХ}}(\tau) = X_{\text{ВЫХ}}(\infty) [1 - \exp(-\frac{K}{T_3} * \tau)] \quad (9)$$

При этом динамическая погрешность для $n = 1$ равна;

$$D\partial(\tau)X_{\text{ВЫХ}}(\infty)\exp(-K/T_3\tau) \quad (10)$$

Динамическая погрешность теплового преобразователя без коррекции равна

$$D\partial_{\text{БК}}(\tau)X_{\text{ВЫХ}}(\infty)\exp(-\tau/T_{\text{П}}) \quad (11)$$

А дополнительная динамическая погрешность для любого n равна:

$$D\partial_{\text{ДОП}}(\tau) = D\partial_{\text{БК}}(\tau)(1 - n) \quad (12)$$

Таким образом при $n=1$ достигается максимальная компенсация динамической погрешности, а при $n \neq 1$ хотя и не достигается полная компенсация динамической погрешности, однако, динамическая погрешность уменьшается в $1/1 - n$ раз по сравнению с динамической характеристикой преобразователя без коррекции.

Литература:

1. Васильев А.Н. Модель распределения температуры нагрева зерна по объему СВЧ активной зоны. “Электротехнология и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве” Сборник научных трудов АЧГАА: Черноград, 2007 с.78-81.
2. Первичная переработка хлопка-сырца. Учебное пособие под общ. Ред. Э-З. Зихриеева Т., “Мехнат”, 1999г.
3. Технологический регламент переработки хлопка-сырца Т., ТИТЛП, 2007
4. Кузнецов Д.Н., Зорин А.А., Кочин А.Е. Измерительные микропроцессорные системы скорости и температуры потока газа и жидкости. Донецк: ГВУЗ ДонНТУ, 2012г. -226с.
5. Романченко А.Ф. Расширение функциональных возможностей термоанемометрических датчиков нестационарного энергетического состояния. Электронный журнал «Исследовано в России». <http://zhumal.ape.relam.ru/articles/2001/050pdf>.
6. Ярин Л.П., Генкин А.Л., Кузнец В.И. Термоанемометрия газовых потоков.- Л.: Машиностроение. Лен. Отд. 1983.-183с.