ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ХЛОПКА

Халматов Д.А., Хушназарова Д.Р., Усанов М.М.

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,

Узбекистан, г. Ташкент

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены особенности микропроцессорной системы мониторинга влажности хлопка - сырца. Предложено при организации передачи данных от сушильных установок, к операторской станции использовать открытый стандарт беспроводной связи.

ABSTRACT

In the article considers the features of technical and mathematical support for microprocessor-based system for monitoring of moisture content of pasty materials. We propose to use an open standard of wireless communication to organize data transfer from drying plants, which are located in various points of the facility, to the operator’s station.

Ключевые слова: цифровая система, мониторинг, влажность, датчик, аналитическую модель.

Keywords: digital system, monitoring, humidity, sensor, analytical model.

Большое влияние на качественные показатели хлопкового волокна оказывает соблюдение технологического режима сушки хлопка в сушильных установках барабанного типа. В связи с этим, возникает необходимость непрерывного и оперативного мониторинга основных режимных параметров

процесса сушки. К одному из значимых параметров, оказывающих влияние на качество волокна, можно отнести относительную влажность хлопка на стадиях сушки, характеризующихся максимальным влагосъемом [1, 2]. Контроль влажности предлагается осуществлять с использованием микропроцессорной системы мониторинга влажности хлопка. Функционирование микропроцессорной системы мониторинга предлагается, осуществит на базе интеллектуальных датчиков влажности (ИДВ).

Основой технического обеспечения ИДВ является микроконтроллер MSP430 фирмы Texas Instruments. В устройстве используются датчики влажности и температуры SH15 фирмы Sensirion. Для хранения необходимой информации применяется постоянная память DataFlash. В состав программного обеспечения ИДВ входят: модуль опроса датчиков, модуль расчета влажности материала, базы знаний и данных. В качестве математического обеспечения микропроцессорной системы используются нейро-сетевые модели косвенного измерения влажности хлопка в процессе сушки.

Определение влажности хлопка φ^k на выходе сушильной камеры (характеризующейся максимальным влагосъемом) производится следующим образом. Измерения факторов, влияющих на процесс сушки проводят датчиками, установленными на входе и выходе сушильного барабана. Подогрев сушильного агента осуществляется в калорифере. Отработанный сушильный агент отводится через вытяжным вентилятором. Сигналы, поступающие с датчиков, нормализовав, подают на входы заранее обученной нейронной сети, с выхода которой в реальном времени получают оценку текущей влажности хлопка в сушильной барабане [3].

Датчики также предназначены для определения влажности и температуры окружающей среды, скорости движение теплоагента. На

основании информации, полученной от датчиков, и известного значения начальной влажности хлопка рассчитываются значения входов нейронной сети.

Входами сети являются нормализованные значения: x_1 – начальная влажность хлопка; x_2, x_3 – температура и влажность окружающей среды; x_4 – скорость движения теплоагента; x_5, x_6 – средневзвешенные температура и влажность сушильного агента в входе и выходе камере соответственно. Обучение нейронной сети организуют по образцовым мерам технологических параметров в адаптивном диапазоне сушильных камеры с фиксированной точностью. Нормализация данных производится по формуле

$$x_q^н = x_q K_{амп}^н + K_{оф}^н, \quad q = \overline{1,Q}, \tag{1}$$

где q - номер входа нейронной сети; $x_q^н$, x_q – нормированное и ненормированное значения q-го входа нейронной сети соответственно; $K_{амп}^н$, $K_{оф}^н$ – амплитудный и офсетный коэффициенты нормализации; Q - число входов нейронной сети для расчета влажности хлопка $\varphi^к$ в камере.

Аналитическую модель оценки влажности хлопка в сушильном барабане, представляющую собой нейронную сеть, имеющую архитектуру многослойного персептрона, обученную по алгоритму обратного распространения ошибки [2], можно записать в виде

$$\bar{\varphi} = \left[1 + \exp\left(-\beta_{вых}\left[\sum_{j=1}^{N} w_j^{(вых)}\left(1 + \exp\left(-\beta_j\left[w_{1,j}\bar{x}1 + w_{2,j}\bar{x}2 + w_{3,j}\bar{x}3 + \right.\right.\right.\right.\right. \\ \left.\left.\left.\left.\left. + w_{4,j}\bar{x}4 + w_{5,j}\bar{x}5 + w_{6,j}\bar{x}6\right] - \theta_j\right)\right)^{-1}\right] - \theta_{вых}\right)\right]^{-1}, \tag{2}$$

где β_j, $\beta_{вых}$, θ_j, $\theta_{вых}$ - углы наклона и сдвиги сигмоидальных активационных функций нейронов скрытого и выходного слоев нейронной сети соответственно; $w_{q,j}$, $w_j^{вых}$ - весовые коэффициенты связей нейронов скрытого

и выходного слоев нейронной сети соответственно; N - число нейронов в скрытом слое сети для расчета влажности хлопка в сушильной установки.

Для получения значения влажности материала φ в натуральном масштабе выходной сигнал сети денормализуется

$$\varphi = \frac{\bar{\varphi} - K_{оф}^{дн}}{K_{амп}^{дн}}, \quad (3)$$

где $K_{амп}^{дн}$, $K_{оф}^{дн}$ – амплитудный и офсетный коэффициенты денормализации.

Полученная аналитическая зависимость (2) позволяет оценивать с относительной погрешностью, не превышающей 2%, влажность хлопка в сушильной установки в реальном времени в процессе его сушки.

Важной задачей при разработке централизованной системы мониторинга комплекса сушильных установок, является создание беспроводной сети передачи данных. Для организации сети используется открытый стандарт беспроводной связи спецификации ZigBee Pro Feature Set.

Сушильная установка снабжается модулем XBee ZNet 2,5 - законченным узлом со встроенным микроконтроллером и последовательным интерфейсом UART, способным самостоятельно организовывать соединение внутри сети с многоячеистой топологией и передавать в сеть данные, поступающие от микроконтроллера сушильной установки.

Микропроцессорная система мониторинга влажности функционирует следующим образом. После включения питания ИДВ производится его настройка. В модуль расчета влажности передаются знания о структуре нейронных сетей из базы знаний и статические данные из базы данных. Модуль опроса датчиков производит опрос датчиков. Данные, полученные от датчиков, записываются в оперативную память, а затем по ним

осуществляется расчет температуры и влажности сушильного агента в камере. Эта информация сохраняется в базе данных.

По окончании настройки постоянно производится опрос датчиков. Данные записываются в базу данных, а затем передаются в модуль расчета влажности, где производится их нормализация (1), расчет по моделям относительной влажности хлопка (2) и ее денормализация (3). Денормализованное значение относительной влажности материала записывается в базу данных. Результаты работы модуля расчета влажности отображаются на дисплее ИДВ, а также направляются через последовательный интерфейс беспроводного модуля XBee ZNet 2,5 на аналогичный беспроводной модуль и передает их на операторскую станцию информационно-измерительной системы мониторинга влажности хлопка по интерфейсу USB. Оператор системы имеет возможность на экране монитора операторской станции контролировать процесс сушки в сушильных установках, оборудованных ИДВ.

Создание микропроцессорной системы мониторинга хлопка-сырца преследовало цель выпуска высококачественного волокна за счет непрерывного контроля технологических параметров процесса сушки в реальном времени. Особенностью этой системы является то, что косвенные измерения относительной влажности хлопка проводятся только на выходе сушильной установки, а на входе сушильного барабана, оказывающие наибольшее влияние на процесс сушки. Это дает возможность оператору в случае, когда относительная влажность материала превышает допустимую, оперативно изменить настройки сушильной установки.

Список литературы:

1. Балтабаев С.Д. Сушка хлопка-сырца. Ташкент. Укитувчи. 1980. – 154 с.
2. D.A.Khalmatov, G.R.Alimova, U.O.Khujanazarov. Information-algorithmic

support of decision-making in problems of primary processing of cotton-raw processes//Special issue. International scientific and technical journal. South Korea, Seoul - Uzbekistan, Tashkent, 2018. № 4-5, pp.173-177

3. D.A.Xalmatov, S.T.Yunusova, U.O.Xujanazarov. Information and algorithmic system technological process monitoring processing of raw cotton//Eighth WCIS-2014. Tashkent. 25-27 November 2014. pp.261-264