

ОПТИМИЗАЦИЯ СУШКИ ОСНОВ НА БАРАБАННОЙ ШЛИХТОВАЛЬНОЙ МАШИНЕ

А.Ш. БАРДАВЕЛИДЗЕ, А.Б. КОЗЛОВ, Х.А. БАРДАВЕЛИДЗЕ

(Московский государственный текстильный университет им.А.Н.Косыгина,
Кутаисский государственный технический университет)

Математическое описание барабанной сушилки в задаче оптимальной стабилизации представляет собой систему линейных дифференциальных уравнений [1]:

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad (1)$$

где x – вектор переменных состояния (влажность ошлихтованных основ) размерности n ; u – вектор управлений размерности m ; A , B – постоянные (не зависящие от времени) матрицы соответствующих размеров, элементы которых зависят от параметров номинального статического режима. Так как размерность вектора состояния ячейки равна двум, а число ячеек (по числу барабанов) равно 11, размерность вектора x в данном случае равна 22.

Компонента x , соответствующая влагосодержанию высушенной основы на выходе сушильного аппарата, имеет номер 21. Компонентами вектора управления в данном случае являются

$$u = (v, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{11})^T, \quad (2)$$

где v – линейная скорость движения основ, м/с; $\theta_i, i = 1, \dots, 11$ – температура греющих барабанов, °С. Его размерность равна 12. Таким образом, матрица A в (1) имеет размер 22×22 , а матрица B 22×12 .

Стабилизация остаточного влагосодержания высушенных ткацких основ в барабанных сушилках осуществляется с помощью воздействия на температуру греющей

поверхности сушильных барабанов (индивидуально или по секциям) и/или воздействия на линейную скорость движения основы через сушилку.

Исходя из этого могут быть предложены два критерия качества стабилизации для случаев управления – по температуре и по линейной скорости основы:

– критерий регулирования остаточного влагосодержания по каналу скорости:

$$J_1(x, u) = \int_0^{\infty} (x_2^2 + v^2) dt \rightarrow \min, \quad (3)$$

– критерий регулирования остаточного влагосодержания по каналам температуры

$$J_2(x, u) = \int_0^{\infty} (x_2^2 + \sum_i^{11} \theta_i^2) dt \rightarrow \min. \quad (4)$$

Здесь x_2 – компонента вектора состояния, представляющая главную регулируемую величину – влагосодержание высушенной основы.

Оба последних выражения при технических ограничениях можно, очевидно, представить в форме [2]:

$$J = \int_0^{\infty} (x^T P x + u^T Q u) dt \rightarrow \min, \quad (5)$$

выбирая соответствующим образом элементы диагональных матриц $P_{1,2}$ (размера 22×22) и $Q_{1,2}$ (размера 12×12).

Поскольку влагосодержание основы измеряется только на выходе сушилки, для восстановления всех компонент вектора состояния необходим фильтр Кальмана [3].

На первом этапе для ряда фиксированных $0 \leq \mu \leq 1$ вычисляется решение R уравнения Риккати:

$$RA + A^T R + P - RBQB^T R = 0, \quad (6)$$

при

$$\begin{aligned} P &= \mu P_1 + (1 - \mu) P_2, \\ Q &= \mu Q_1 + (1 - \mu) Q_2 \end{aligned} \quad (7)$$

и значение

$$J_{\min} = Sp(R), \quad (8)$$

где $Sp(R)$ – след (сумма диагональных элементов) симметричной квадратной матрицы R (размера $n \times n$) которой является решением нелинейного матричного уравнения Риккати (6).

Как известно, регулятор, обеспечивающий минимум (5) и асимптотическую устойчивость замкнутой системы, имеет вид [4]:

$$u = Kx, \quad (9)$$

где K – постоянная матрица коэффициентов усиления регулятора, определяемая выражением

$$K = -Q^{-1}B^T R. \quad (10)$$

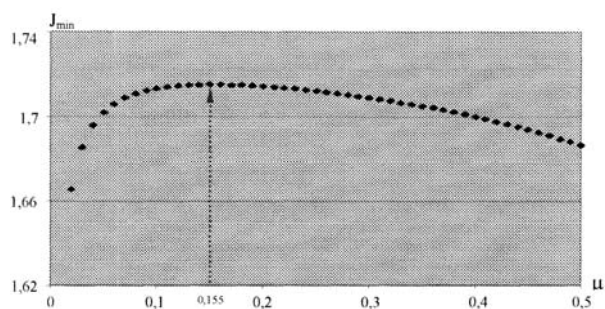


Рис. 1

График функции (6), представленный на рис.1 (зависимость минимального значения критерия-свертки от параметра для сушилки ШБ-11/140), имеет единственный максимум при $\mu = 0,155$.

Точка максимума соответствует сформулированному выше условию оптимальности векторного критерия (5). Дополнительная проверка заключается в имитационном моделировании замкнутой системы при различных способах задания регулятора. Эти результаты представлены на рис. 2.

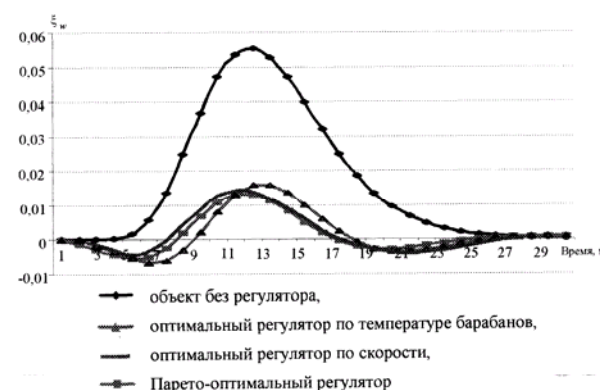


Рис. 2

График на рис.2 представляет выраженные в относительных единицах отклонения остаточного влагосодержания от номинала, возникающие под действием 20% возмущения влагосодержания основы на входе в сушилку, введенного в момент $t = 0$ и действующего в течение 1 мин.

Моделирование системы оптимальной стабилизации, а также оценки корней характеристического уравнения оптимальной замкнутой системы (регулятор $K_{0,155}$ плюс фильтр Кальмана) проводилось по программе MatLab 7.0.

ВЫВОДЫ

Из полученных переходных характеристик, представленных выше, следует, что система с оптимальным регулятором дает более качественные характеристики, чем остальные системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов А.Б. , Епифанов А.Д. , Бардавелидзе А.Ш. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1985, №4.

2. Изерман Р. Цифровые системы управления: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.

3. Острём К., Витенмарк Б. Системы управления с ЭВМ: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987.

4. Рей У. Методы управления технологическими процессами: Пер. с англ. – М.: Мир, 1983.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 27.02.06.
