

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ДОЗИРОВАНИЕ ОТБЕЛИВАНИЯ ТКАНИ**

Халматов Давронбек Абдалимович

ТИТЛП, кафедра АУТПП, к.т.н., доцент

Хушназарова Дилноза Рахмановна

ТГТУ имени И.Каримова, докторант

Аннотация: Рассмотрены особенности автоматизации технологического процесса беления ткани. Построена структурная схема системы автоматического управления и рассмотрены вопросы регулирования дозаторов. Используя аналитический способ разработана математическая модель в виде передаточной функции. По полученному переходному процессу определены показатели качества САУ.

Ключевые слова: дозирующие устройства, микропроцессор, дискретность, датчик, коммутатор, колебательность, дозатор, устойчивость.

Введение. В последнее время при автоматизации производственных процессов все более широкое распространение получают различные дозирующие устройства и системы автоматического дозирования. Системами автоматического дозирования (САД) могут быть названы такие устройства, которые способны автоматически управлять и производить выдачу заданных количеств вещества. Применение САД на производстве позволяют повысить эффективность ведения технологических процессов и повысить производительность автоматизированных устройств и объектов. В зависимости от требований производства способ дозирования вещества может быть порционным (дискретным) и непрерывным и осуществляется объемным или весовым методом [1].

Методы исследования и полученные результаты. Необходимо разработать систему автоматического управления, позволяющей осуществлять дозирование отбеливателя ткани. Структурная схема данной системы приведена на рисунке 1.

МП – микропроцессор со специализированным программным обеспечением, осуществляет циклический опрос модулей (датчиков) с периодом не менее 1,2 минуты, анализируя показания датчиков уровня, подает соответствующий сигнал на дозатор и вырабатывает электрический сигнал I_{δ} ; Д – дозатор, предназначен для дозирования конкретного количества отбеливателя, которое соответствует определенному уровню заполнения ткани, т.е. вырабатывает сигнал Q; Емкость – это резервуар, предназначенный для

непосредственной загрузки ткани и добавление в него определенной порции отбеливателя дозатором Д. ДУ₁ и ДУ₂ – два датчика уровня, которые устанавливаются в емкости и предназначены для измерения уровня заполнения его тканем по первому и второму уровням, вырабатывают сигналы I₁ и I₂. Коммутатор – предназначен для уменьшения числа соединений с МП, который вырабатывает сигнал I. Работает система следующим образом. Ткани определенной массы загружается в рабочую емкость, внутри которой установлено два датчика уровня ДУ₁ и ДУ₂ на определенных высотах. Основная их цель – это определить уровень заполнения емкости тканем, на выходе которых получаем два сигнала I₁ и I₂. Для уменьшения числа соединений с МП в схеме присутствует коммутатор, который преобразует сигналы I₁ и I₂ в сигнал I. Таким образом, на МП поступают сведения об уровне заполнения бака бельем, анализируя его, МП вырабатывает управляющий сигнал, о необходимом количестве отбеливателя, поступающий на дозатор. В результате получаем систему дозирования отбеливателя в зависимости от заполнения емкости ткани [3].

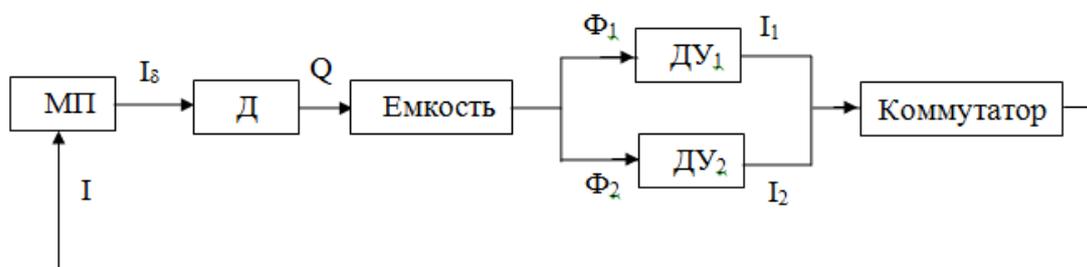


Рисунок 1 – Структурная схема системы автоматического отбеливания ткани. МП – микропроцессор; Д – дозатор; ДУ₁ и ДУ₂ – датчики по первому и второму уровням;

Параметры регулируемой системы: 1. Емкость ванны до отметки уровня заполнения ткани (литр); максимальное количество сухого тканя, загруженный в стиральный бак (кг); максимальный интервал обновления данных (период дискретности) $T_0 = 1,2$ мин. Требования к проектируемому регулятору: 1. время регулирования $t_p \leq 2$ с; 2. колебательность $M \leq 1,3$; 3. перерегулирование $\sigma \leq 30 - 40\%$; 4. максимально допустимое отклонение регулируемой величины в установившемся режиме $\leq 4\%$;

Передачную функцию МП принимаем равной единице.

$$W_{МП}(p) = 1$$

Насос-дозатор представлен в виде передаточной функции инерционного звена:

$$W = \frac{k}{T_H p + 1}$$

где k_H - коэффициент передачи насоса; T_H - постоянная времени насоса,

с.

$$k_H = \frac{\cos^2 \alpha}{n}; \quad T_H = \frac{V}{Q_H}$$

где α - угол наклона лопастей ($\alpha = 10^\circ$); n - количество лопастей ($n=10$); V - рабочий объем дозатора, м³; Q_H - расход рабочей жидкости, м³/с.

Передаточная функция с учетом коэффициентов примет вид:

$$W_D = \frac{\frac{\cos^2 10}{10}}{\frac{0,015}{10^{-3}} p + 1} = \frac{0,1}{15 p + 1}$$

Передаточная функция такой емкости имеет вид:

$$W(p) = \frac{k}{T p + 1}$$

$$T = \frac{2(P_1 - \mathcal{H}_0)(\mathcal{H}_0 - P_2)S}{\gamma(P_1 - P_2)Q} = 6,28(c), \quad K = \frac{2(P_1 - \mathcal{H}_0)(\mathcal{H}_0 - P_2)}{\gamma(P_1 - P_2)} = 4(m/рад)$$

Таким образом, передаточная функция принимает вид:

$$W_{PE}(p) = \frac{6,28}{4 p + 1}$$

Передаточная функция датчика:

$$W_{DV}(p) = \frac{I_{вых}}{\Phi}$$

где $\Phi = 25$ лм – величина светового потока; $I_{вых}$ – ток на выходе датчика, а тогда для обоих датчиков имеем:

$$W_{DV1}(p) = W_{DV2}(p) = \frac{10^{-3}}{25} = 0,00004$$

Передаточная функция коммутатора:

$$W_K(p) = K_K$$

где $K = 1/2$ - отношение выходного канала к двум задействованным.

Таким образом:

$$W_K(p) = 0,5$$

К неизменяемой части локальной системы управления относят типовые звенья, параметры которых физически изменить невозможно, и передаточная функция которых по отношению к основному сигналу не равняется единице. Следовательно, к неизменяемой части относятся датчики уровня, дозатор,

коммутатор, емкость [2]. В том числе к ним относится микропроцессор, потому что его передаточная функция зависит от управляющей программы и может меняться. Подставим найденные передаточные функции в структурную схему системы (рис. 2).

Определим устойчивость неизменяемой части САУ, принимая передаточную функцию программного устройства равной единице. Передаточная функция неизменяемой части имеет вид:

$$W_n(p) = \frac{0,00002}{(15p + 1)(6,28p + 1)}$$

По критерию устойчивости Ляпунова, система устойчива, если для нее выполняется следующее условие: $\lim_{t \rightarrow \infty} x_i(t) \rightarrow 0$. Т.е. для того чтобы САУ была устойчива необходимо и достаточно, чтобы все корни характеристического уравнения имели отрицательные вещественные части.

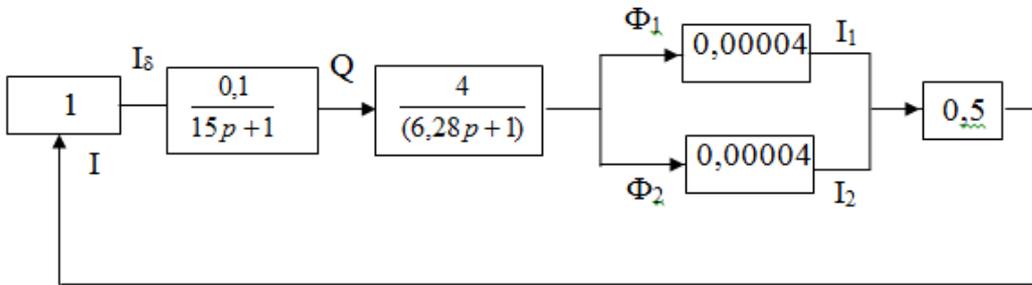


Рисунок 2 – Структурная схема САУ отбеливания ткани

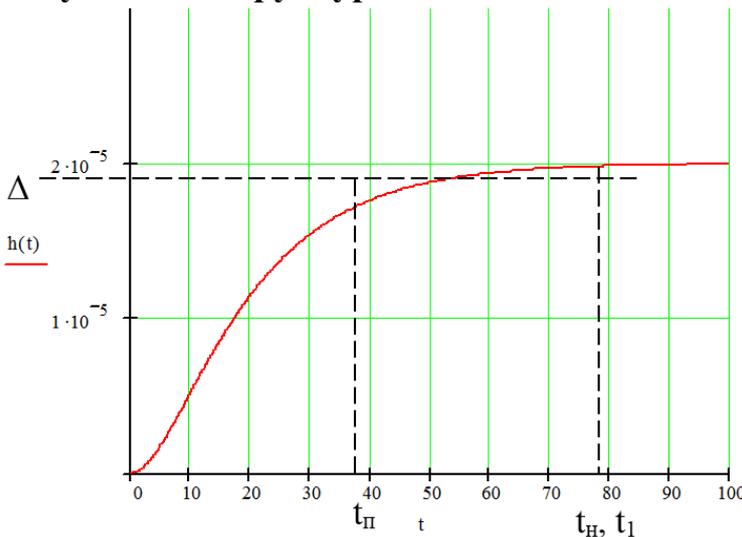


Рисунок 3 – График переходного процесса САУ

Передаточная функция всей системы:

$$W(p) = \frac{W_n(p)}{1 + W_n(p)} \rightarrow W(p) = \frac{0,00002}{94,2p^2 + 21,28p + 1,00002}$$

График переходного процесса приведен на рис.3.

Заключение: По полученному переходному процессу определили показатели качества САР: Установившееся значение $h_{уст}=2 \cdot 10^{-5}$. Тогда 5% интервал отклонения от установившегося значения будет соответствовать следующей величине.

$$\Delta = h_{уст} - 0,05 \cdot h_{уст} = 2 \cdot 10^{-5} - 0,05 \cdot 2 \cdot 10^{-5} = 1,9 \cdot 10^{-5}$$

Перерегулирование $\sigma = \frac{h_{max} - h_{уст}}{h_{уст}} \cdot 100\% = 0$. Время переходного процесса

$t_n=53$ с.; Время нарастания регулируемой величины (время достижения максимума) $t_n=93$ с.; Время первого согласования (время, когда регулируемая величина в первый раз достигает своего установившегося значения) $t_1=93$ с; Период колебаний $T=\infty$; Частота колебаний $\omega = 0$. Колебательность (число колебаний за время колебательного процесса) $n=0$. Декремент затухания $\chi = 0$. По полученным данным система устойчива и работа стабилизированная.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беленький Л.И., Омелянчук Л.А., Швырев С.С. «Автоматическое управление техническими процессами отделочного производства» - М.: Легпромиздат, 1990г.-208с.
2. Siddikov I.N, Halmatov D.A, Zhukova Y.A., Xushnazarova D.R. Neuro-Fuzzy systems for Automatic Temperature Drying Aggregate. International journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Volume 5, Issue 10, October 2015, 42-47 page.
3. Хушназарова Д.Р. Анализ процесса отбеливания ткани в автоматизированной системе управления. "Science and Education" Scientific Journal. September 2021. Volume 2. Issue 9