

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ  
ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ДОЗИРОВАНИЯ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГАЗОБЕТОНА**

Технологические установки производства газобетонов, как объект автоматизированного управления, являются многомерным, стохастическим, с линейными и нелинейными взаимосвязями между совокупностями управляющих сигналов, сигналов контролируемых параметров и состояний исполнительных механизмов [1,2]. Несогласованность отдельных параметров в системах управления приводит к снижению эффективности технологической линии и увеличению непроизводительных потерь электроэнергии. Для повышения эффективности работы такой линии используется интегральный критерий оптимальности системы автоматизированного управления по трем обобщенным параметрам, которые состоят из совокупности сигналов одноименной физической природы [2-4]. Решение задачи усложняется при сочетании однокомпонентного и многокомпонентного дозирования [4].

Целью работы является разработка математической и компьютерной моделей системы автоматизированного управления электроприводом двухкомпонентного дозирования многопараметрической линии приготовления газобетона.

Особенность математической модели состоит в том, что в ней отображены режимы преобразователя частоты (ПЧ), программируемого логического контроллера (ПЛК) в сочетании с оптимальным управлением набора соответствующих компонент, поступающих в дозатор при минимальном потреблении электрической энергии электроприводами шнековых питателей. При этом управление электроприводами осуществляется дискретно от одного преобразователя частоты. Математическая модель управления электроприводом дозатора технологической линии представляет в виде дифференциального уравнения второго порядка

$$\Delta t \cdot \frac{\partial^2 \xi(t, q)}{\partial t^2} + (t_1 + t_2) \cdot \frac{\partial \xi(t, q)}{\partial t} + \xi(t, q) = f_{\text{ynp}}(t) \Big|_{q=\text{const}}, \quad (1)$$

где  $\xi(t, q)$  оптимизационный многопараметрический параметр, который является обобщенной суммой сигналов управляющих и исполнительных механизмов [3].

Алгоритм управления отыскиваем при начальных условиях  $\xi(t_1, q) = 0, \frac{\partial \xi(t_1, q)}{\partial t} = 0$  и  $\xi(t_2, q) = \xi_k, \frac{\partial \xi(t_2, q)}{\partial t} = 0$  с учетом технической возможности преобразователя частоты.

В результате преобразования приходим к следующей системе в форме задачи Коши:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \xi_2(t, q)}{\partial t} &= t_1^{-1} \cdot [\lambda(t)_{\text{ynp}} - \xi_2(t, q)] = f_1(\xi_2(t, q), u); \\ \frac{\partial \xi_1(t, q)}{\partial t} &= t_2^{-1} \cdot [\xi_2(t, q) - \xi_1(t, q)] = f_2(\xi_2(t, q), \xi_1(t, q)). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Переменные  $\varphi_1(t)$  и  $\varphi_2(t)$ , характеризующие динамику протекания техпроцесса, определяем согласно сопряженной системе

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \varphi_1(t)}{\partial t} &= - \left[ \frac{\partial f_1(\xi_2(t, q), u)}{\partial \xi_2(t, q)} \cdot \varphi_1(t) + \frac{\partial f_2(\xi_2(t, q), \xi_1(t, q))}{\partial \xi_2(t, q)} \cdot \varphi_2(t) \right]; \\ \frac{\partial \varphi_2(t)}{\partial t} &= - \left[ \frac{\partial f_1(\xi_2(t, q), u)}{\partial \xi_1(t, q)} \cdot \varphi_1(t) + \frac{\partial f_2(\xi_2(t, q), \xi_1(t, q))}{\partial \xi_1(t, q)} \cdot \varphi_2(t) \right]. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Сигнал управления преобразователя частоты процессом дозирования, удовлетворяющий условиям Гамильтона, принимает следующий вид:

$$f_{\text{вых}}(t) = f_{\text{ynp}}(t) \cdot \varepsilon(x, \xi) \cdot \beta(z, v), \quad (4)$$

где  $f_{\text{вых}}(t)$  - частота на выходе преобразователя частоты;  $f_{\text{ynp}}(t)$  - частота управления, которая задается от контроллера через аналоговый вход преобразователя частоты;  $\varepsilon(x, \xi)$  - параметры, которые характеризуют инерционные свойства исполнительных механизмов;  $\beta(z, v)$  - параметры, которые характеризуют частотные характеристики преобразователя частоты.

Производительность дозатора оценивается по весовым показателям компонент газобетона:

$$G(t) = G_{доз} + \sum_{i=1}^2 \int_{t_1}^{t_2} P_i(t, q) \cdot F_i(t, q) dt - \int_{t_1}^{t_2} F_{выгр}(t, q) dt = m_{доз} \cdot g + \sum_{i=1}^2 m_i(t) \cdot g - m_{выгр} \cdot g, \quad (5)$$

где  $q$  - дискретные состояния управляющих воздействий;  $i$  - количество дозируемых материалов,  $P_i(t, q)$  - производительность соответствующего шнекового питателя

$$P_i(t, q) = P_{i\max} \cdot f_{вых}(t) \cdot Q_{инп}(t) \quad (6)$$

Структурно логическая схема математической модели управления двухкомпонентного дозирования многопараметрической технологической линии приготовления газобетона приведена на рис. 1.

На рис. 1 приняты следующие обозначения: ПЛК – блок который анализирует информацию с учетом обратных связей и формирует сигнал оптимального управления режимом дозатора; блок ПЧ - моделирует функции частотного преобразователя; блоки ШНЕК – отображают зависимость производительности шнекового питателя от частоты на выходе ПЧ для каждого компонента; блоки БУНКЕР формируют сигналы потоков соответствующих дозируемых компонент на основании производительности его шнекового питателя, состояния заслонки, на выходе этого накопительного бункера и плотности дозируемого компонента; блок ДОЗАТОР – интегрирует поток дозируемых компонентов смеси газобетона и формирует сигнал, который пропорциональный весу материалов в дозаторе.

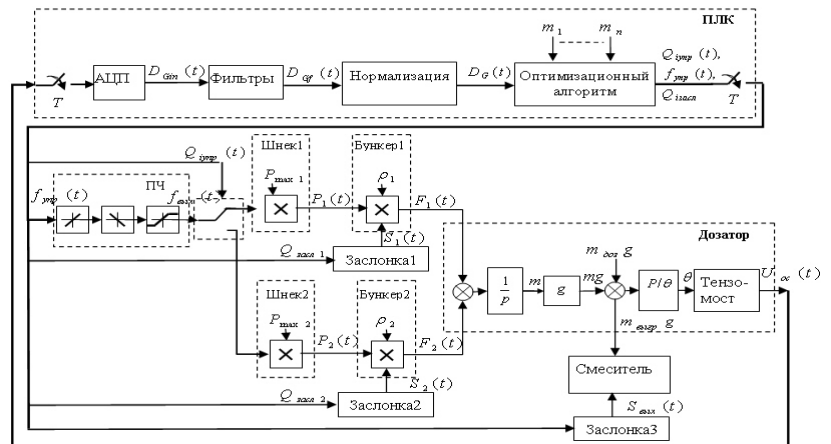


Рис. 1. Структурно-логическая схема математической модели управления двухкомпонентным дозированием многопараметрической технологической линии приготовления газобетона

Результаты моделирования показаны на рис.2, где а)  $f_{упр}(t)$  - сигнал управления от контроллера преобразователем частоты; б)  $f_{вых}(t)$  - сигнал управления электроприводами шнеков, подаваемый через контактор с входа частотного преобразователя; г)  $G(t)$  - текущее значение веса дозатора. В процессе моделирования, путем изменения сигналов управления ПЛК, осуществлялось грубое и точное регулирование дозирования компонент смеси газобетона. Как видно на рис.2. в, промоделированная система дозирования обеспечила отработку задания (набор 100 кг известкового вяжущего, а затем 80 кг цемента) с точностью дозирования до 1%. Полученные результаты согласуются с экспериментальными с погрешностью, не превышающей 6% в динамике и менее 1% в статике.

**Выводы** Предложенные математическая и компьютерная модели автоматизированного управления электроприводом двухкомпонентного дозирования многопараметрической технологической линии приготовления газобетона позволяют моделировать динамические и статические режимы исполнительных и управляющих механизмов с погрешностью, которая не превышает 6% и 1%, соответственно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зиновкин В.В. Многопараметрическая система автоматизированного управления технологическим процессом приготовления газобетона / Зиновкин В.В., Кулинич Э.М. // Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2009.- №3/3(39).- С. 38-43.
2. Зиновкин В. В. Многокритериальная автоматизированная система управления технологическим процессом приготовления газобетона / В. В. Зиновкин, Э. М. Кулинич // ISDMCI-2009 : міжнар. конф., 19-22 травня 2009 р. : тези докл. - Євпаторія, 2009. - Т. 2. - С. 608-611.
3. Зиновкин В. В. Моделирование процесса утилизации отходов в технологии производства газобетона / В. В. Зиновкин, Э.М. Кулинич // Стратегія якості у промисловості і освіті : міжнар. конф., 6-13 червня 2009р.: тези докл. - Варна, Болгарія, 2009. - Т. 2. - С. 176-179.
4. Зиновкин В.В. Моделирование автоматизированного электропривода дозатора технологической линии приготовления газобетона / Зиновкин В.В., Кулинич Э.М. // Електротехніка та електроенергетика.- 2009. - №2. - С. 49-53.

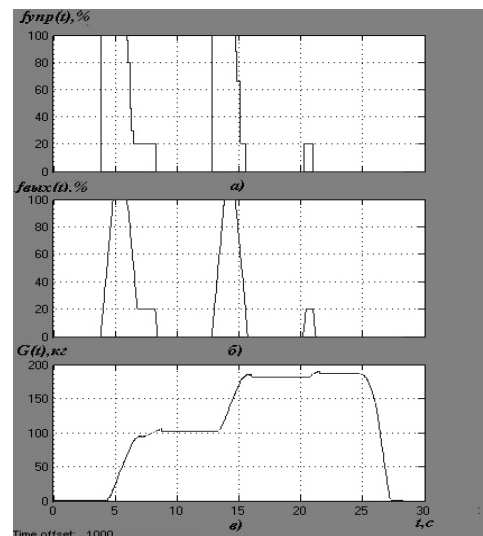


Рис.2 Результаты моделирования динамических режимов дозатора