

УДК.621.316.(681.51)

## САМОНАСТРАИВАЮЩАЯСЯ СИСТЕМА ОПТИМИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГАЗОБЕТОНА

Зиновкин В.В., д-р техн. наук, профессор, Кулинич Э.М., ст. преподаватель  
Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье

*Предложена структурно-алгоритмическая схема оптимизации автоматизированного управления многопараметрическим технологическим процессом приготовления газобетона. Управление осуществляется путём использования оптимизационных критериев градиентным методом по совокупности управляющих, контролируемых сигналов и исполнительных механизмов. Приведены результаты моделирования самонастраивающейся системы оптимизации автоматизированного управления многопараметрическим технологическим процессом приготовления газобетона и испытаний в условиях работы установки на промпредприятии.*

*The structurally-algorithmic scheme of optimisation of automated control by multiparameter technological process of preparation a aircrete is offered. Handle is carried out by usage of optimisation criteria by a gradient method on a collection controlling, supervising signals and executive mechanisms. Results of modelling of self-adjusted system of optimisation of automated control by multiparameter technological process of preparation a aircrete and trials in installation working conditions on industrial plant are presented.*

Ключевые слова: самонастраивающаяся система управления, оптимизация, приготовление газобетона

Технологический процесс производства газобетонов, как объект автоматизированного управления является многомерным, стохастическим со сложными взаимосвязями между управляющими и контролирующими сигналами, а также параметрами исполнительных механизмов. Для повышения эффективности технологического процесса необходимо использовать критерии оптимальности режимов работы исполнительных механизмов. Это возможно при условии одновременного анализа информации о состоянии отдельных звеньев и блоков технологической линии, энергозатрат электрического и технологического оборудования, состояния и режимов работы исполнительных механизмов электро-, гидро- и пневмоприводов. Технологическим аспектам приготовления газобетонов посвящено довольно большое количество статей и монографий [1,2]. Вопросы систем автоматизированного управления технологическими процессами освещены в общих чертах и носят описательный характер. Поэтому тема исследований усматривается актуальной и подтверждается практической востребованностью строительной отрасли и промышленностью Украины.

Целью данной статьи является разработка самонастраивающаяся система оптимизации автоматизированного управления многопараметрическим технологическим процессом приготовления газобетона. Поскольку контролируемые параметры имеют разную физическую природу, то их будем классифицировать по трем обобщенным характерным признакам [3,4]. Каждый из обобщенных параметров состоит из совокупности сигналов управления, контроля и состояния исполнительных механизмов. Это позволяет рассматривать поставленную задачу как многокритериальную со сложными вероятностными и нелинейными взаимосвязями между параметрами. Многопараметрический алгоритм управления представляет собой совокупность программных элементов управления исполнительными механизмами с целью обеспечения оптимального режима технологического процесса приготовления газобетона. В зависимости от алгоритмов управления целесообразно варьировать замкнутые и разомкнутые цепи управления исполнительными механизмами технологической линии. Оптимизационный программно аналитический поиск наиболее эффективного управления технологическим процессом приготовления газобетона будем отыскивать по трем обобщенным параметрам [5,6].

Структурная схема взаимосвязи между управляющими, исполнительными и программно логическими элементами технологической установки приготовления газобетона показана на рис. 1.

Критерий оптимального управления технологическим процессом обеспечивается путём выбора наилучшего сочетания совокупности сигналов управления, контроля и исполнительных механизмов. Они являются тремя программно-логическими каналами и обеспечивают наилучшую эффективность управления технологическим процессом. Критерий оптимальности должен удовлетворять следующему обобщённому интегральному функционалу [5]:

$$\xi_M(t) = \int_0^T [\zeta(x,t) \cdot g(x,t) \cdot \rho(x,t)] \cdot (t_i + \Delta t)^{-1} dt \quad \left| \begin{array}{l} \zeta = const \end{array} \right. \quad (1)$$

где T– время устойчивой продолжительности технологического процесса или его отдельного этапа, t —

время стабилизации устойчивого режима,  $\Delta t$  — время настройки или подстройки отдельных параметров,  $\zeta(x, t)$  — совокупность сигналов управления,  $g(\delta, t)$  — совокупность контролируемых сигналов,  $\rho(x, t)$  — информационные сигналы исполнительных механизмов.

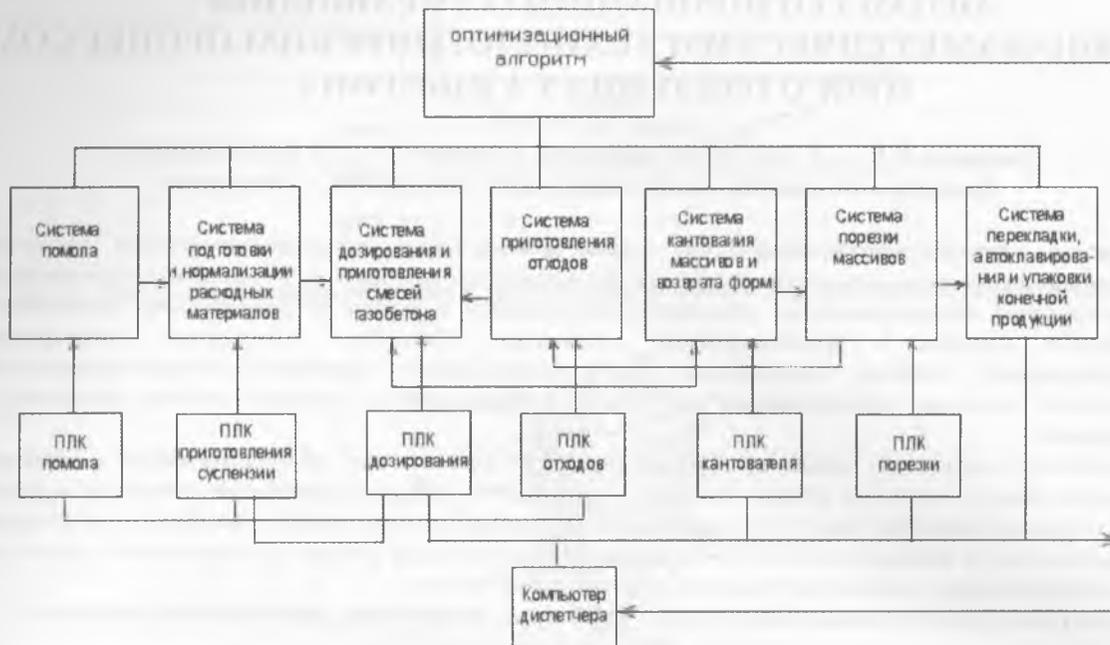


Рис.1. – Структурная схема взаимосвязи между управляющими, исполнительными и программно логическими элементами в сочетании с самонастраивающейся технологической установкой приготовления газобетона.

Поскольку параметры технологического процесса постоянно изменяются, то программно аналитический блок осуществляет поиск и вырабатывает соответствующие сигналы, обеспечивающие переход всей многопараметрической системы управления и состояние исполнительных механизмов в новое оптимальное состояние. Это обеспечивается за счет использования обратных связей, которые формируются в процессе анализа информации исполнительных механизмов относительно номинальных параметров. Совокупность сигналов трех каналов управления отображает обобщенную логическую информацию, которая отвечает оптимальному условию в анализируемый дискретный момент времени технологического процесса. Таким образом, критерий оптимальности представляет собой динамическую систему многокритериального автоматизированного управления. Обобщенные сигналы являются детерминированными функциями переменных параметров и времени. Все параметры в детерминированной системе отображают ход технологического процесса. Поддержка необходимого критерия оптимума, обеспечивается системой самонастройки, принцип работы которой заключается в нахождении экстремума в соответствии заданному алгоритму программно аналитического блока на основании информационных сигналов. Поиск оптимального управления технологическим процессом сводится к отысканию в фазовом пространстве совокупности параметров максимума функционала (1) градиентным методом при соблюдении следующих условий:

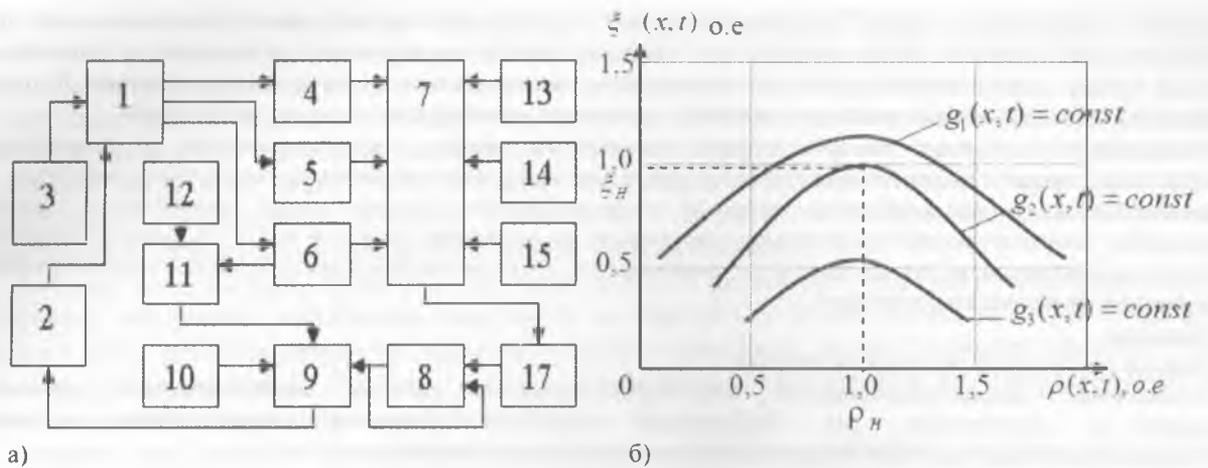
$$\xi_M(t) = [\zeta(x, t) \cdot g(x, t) \cdot \rho(x, t)] \cdot (t + \Delta t)^{-2} dt \quad \left| \zeta = const \right. \quad (2)$$

$$T'(x) = \zeta'(x) \cdot [\zeta(x, t) \cdot g(x, t) \cdot \rho(x, t)]^{-1} \quad (3)$$

где  $T'(x)$  — время интервала стабилизации режимов исполнительных механизмов;  $\zeta'(x)$  — коэффициент, зависящий от инерционности исполнительных механизмов и обработки логической информации.

Поскольку протекающий процесс рассматривается в системе фазовых координат, то оптимизационный поиск осуществляется методом последовательных приближений при соблюдении граничных условий, которые отражают особенности протекания технологического процесса и работы исполнительных механизмов в сочетании с характеристическим множителем Лагранжа.

Самонастраивающаяся автоматизированная система приготовления газобетона позволяет более эффективно использовать электротехническое и технологическое оборудование линии с заданной производительностью. Структурная схема самонастраивающейся системы с нелинейными параметрами показана на рис.2а, а графическая интерпретация самонастраивающегося нелинейного алгоритма управления технологическим процессом — на рис.2б.

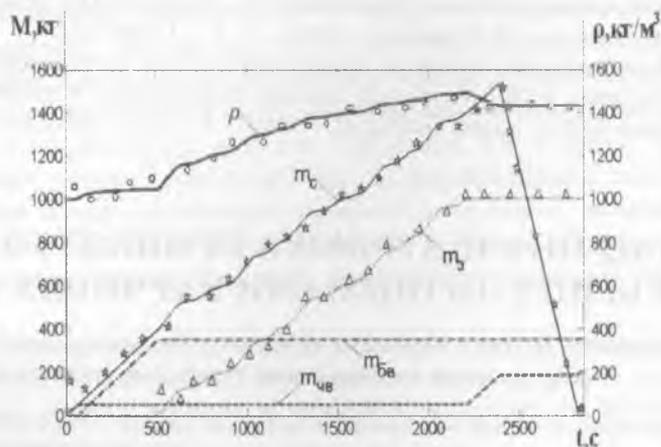


**Рис.2 – Структурная схема самонастраивающейся многопараметрической системы автоматического управления технологическим процессом приготовления газобетона а) и графическая интерпретация б) с нелинейными параметрами**

На рис.2 а) приняты следующие обозначения: 1 – обобщённый показатель технологического процесса; 2 – привод главного исполнительного механизма (шнека дозирования извести, цемента и т.д.); 3 – привод заслонок подачи сыпучих материалов; 4 – скорость подачи другого сырья; 5 – информационный блок о  $g(x, t)$ ; 6 – датчик загрузки бункеров; 7 – программно-преобразовательный блок; 8 – блок согласования; 9 – регулятор заслонок подачи сырья; 10 – программно-аналитический блок номинальной производительности технологической установки приготовления газобетона; 11 – устройство сопоставительного анализа; 12 – блок задания программно-аналитического режима технологического процесса; 13 – блок номинальных параметров; 14 – информационный блок текущих и обобщенных параметров; 15 – информационный блок технологического режима; 16 – блок усиления и стабилизации параметров; 17 – усредняющее устройство или фильтры среднего значения. При линейных параметрах система поиска оптимального режима существенно упрощается.

**Экспериментальные исследования и их анализ.** Проверка многопараметрического управления технологическим процессом приготовления газобетона осуществлялась на модели разработанной в пакете MatLab/Simulink совместно с системой симуляции работы программы управления PLCSim. Смоделированные результаты сравнивались с экспериментальными данными, полученными в условиях реальной работы технологической установки приготовления газобетона на промышленном предприятии.

Поскольку заключительный этап технологического процесса является наиболее информационным, то по нему осуществлялся анализ эффективности разработанной самонастраивающейся многопараметрической системы автоматического управления технологическим процессом приготовления газобетона. Результаты исследований приведены на рис.3.



**Рис.3 – Результаты моделирования (сплошными кривыми) и экспериментальные данные (  $\circ$  ,  $\star$  ,  $\Delta$  ) протекания технологического процесса приготовления газобетона**

На рис.3 непрерывными кривыми обозначены смоделированные данные, а индексами (  $\circ$  ), (  $\star$  ), (  $\Delta$  ) – экспериментальные. Из рис.3 видно, что полная масса смеси  $m_c$  (обозначение  $\star$ ) с определенной степенью вероятности возрастает до момента окончания набора соответствующих компонент газобетонной смеси и хорошо согласуется с процессом изменения плотности  $\rho$  (обозначение  $\circ$ ), и остальных составляющих

компонент. Погрешность между смоделированными и реальными параметрами на окончательной фазе технологического процесса не превышает 6%. Имеющее место варьирование наибольших и наименьших значений между компонентами поясняется возможными изменениями плотности технологических отходов и степени соответствия массива газобетона и выбора граничных условий директивным требованиям.

Имеющиеся отклонения соответствующих показателей между смоделированными и измеренными результатами в средней части технологического цикла поясняются проявлением вероятностного характера, что и предполагалось в постановочной части, и неоднородностью состава смеси газобетона в процессе дозирования, температурными градиентами, влияющими на показания датчиков и т.д. По мере установления плотности и однородности эти погрешности уменьшаются, а на конечной стадии результаты моделирования и эксперимента практически совпадают.

#### Выводы

Анализ полученных результатов показал:

Применение самонастраивающейся многопараметрической системы автоматического управления позволяет с достаточной для инженерной практики точностью осуществлять управление многопараметрическим технологическим процессом приготовления газобетона.

Погрешность между экспериментальными и смоделированными параметрами технологического процесса не превышает 6%.

Внедрение самонастраивающейся многопараметрической системы автоматического управления технологическим процессом приготовления газобетона позволило повысить эффективность технологической установки на 17% по сравнению с используемой ранее.

Целесообразно продолжить дальнейшие исследования в направлении решения вопросов совместимости использующихся электромеханических исполнительных механизмов и современной цифровой техники управления

#### Литература

1. Большаков В.И. Увеличение объемов производства и использования автоклавного газобетона – стратегический курс Украины в строительстве / Большаков В.И., Маргынченко В.А. Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сб. науч. трудов. Вып. 2. – Днепропетровск: ПГАСА. 2005. – С. 33-39.
2. Ворона А.Н. Производство и использование мелкоштучных изделий из ячеистого газобетона в Приднепровском регионе Украины / Ворона А.Н. Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сб. науч. трудов. Вып. 1. – Днепропетровск: ПГАСА. 2005. – С. 33-39.
3. 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.
4. Зиновкін В.В. Автоматизована система керування багатопараметричного технологічного процесу приготування газобетону / В.В. Зиновкін, Е.М. Кулинич, Ю.Н. Умеров, В.О. Мирний // Матеріали міжнар. конференції “Енергетика та системи керування – 2009” (Львів, 14-16 травня). – 2009. – С. 40-42.
5. Зиновкин В.В. Многокритериальная автоматизированная система управления технологическим процессом приготовления газобетона / Зиновкин В.В., Кулинич Э.М. // Матеріали міжнар. конференції “ISDMCI-2009”, (Євпаторія, 19-22 травня). – 2009. – Т. 2. – С. 608-611.
6. Зиновкин В.В. Моделирование процесса утилизации отходов в технологии производства газобетона / Зиновкин В.В., Кулинич Э.М. // Матеріали міжнар. конференції “Стратегія якості у промисловості і освіті”, (6-13 червня 2009р., Варна, Болгарія). – 2009. – Т. 2. – С. 176-179.

УДК 681.004.89:164.053

## ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Рогальський Ф. Б., канд.техн.наук, професор, Вишемирська С. В., аспірантка  
Херсонський національний технічний університет

*Описано засоби інформаційної підтримки процесів аналізу та вибору технологічних і організаційних рішень для управління процесами на підприємстві дитячого харчування.*

*Describe the means of information support the analysis and selection of technological and organizational solutions for process management in the company of baby food.*

Ключові слова: моделювання, прийняття рішень, харчове підприємство, нечіткі множини, ризик, байєсовські мережі

В умовах реструктуризації харчових підприємств, необхідності випуску нових видів продукції, освоєння спеціалізованих виробничих потужностей, що тільки створюються (все це в умовах обмежених ресурсів),