

## ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕСКАРКАСНЫХ АРОЧНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**Рощин А.В., Никулин А.О., Шишкин Л.М.** *(каф. ИПУ, ТГТУ, г. Тамбов, РФ)*

Разработанная в США технология строительства бескаркасных арочных сооружений из тонколистового металла получила широкое распространение. Она имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с традиционными (для нашей страны) строительными технологиями и обеспечивает быстрое изготовление с помощью передвижной панелеформовочной машины, непосредственно на строительной площадке, конструктивных элементов сооружения и их монтажа.

В настоящее время на территории России успешно работают десятки машиностроительных предприятий, производящих оборудование для изготовления бескаркасных арочных сооружений. Для эффективного функционирования оборудования, обеспечения заданной производительности его работы и высокого качества арочных сооружений, необходимо наличие системы управления технологическим оборудованием, построенной на базе современных технических и программных средств автоматизации.

В тамбовском государственном техническом университете разработан типовой проект автоматизации панелеформовочной машины. Система автоматизации обеспечивает автоматический, полуавтоматический и ручной режим работы машины. При этом осуществляется управление частотным преобразователем электропривода прокатного стана, электроприводом гибочного стана и гильотиной.

Одной из проблем при решении задач энергосберегающего управления панелеформовочной машиной является определение всех возможных видов функций оптимального управления, соотношений для расчета их параметров и проверки выполнения условий существования решения задачи управления для возможных состояний функционирования панелеформовочной машины.

Авторами разработан алгоритм определения вектора параметров функций оптимального управления.

Алгоритм состоит из следующих шагов: оптимальный способ вычисления матричной экспоненты; определение коэффициентов системы линейных уравнений, решение которой определяет вектор параметров; снятие знака интеграла в коэффициентах и решение системы линейных уравнений с учетом обусловленности матрицы ее коэффициентов.

Расчет длины изготавливаемых изделий производится системой автоматизации посредством датчика перемещений (энкодера), который установлен на прокатном стане. Концевой выключатель на приемном столе прокатного стана не требуется. Использование цифрового энкодера, программируемого логического контроллера и специализированного программного обеспечения для управления оборудованием панелеформовочной машины позволяет снизить погрешность изготовления панелей до 1 мм при длине панели 30-40 м.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Система автоматизации панелеформовочной машины построена на базе промышленного контроллера WinPAC-8437 компании ICP DAS. Контроллеры WinPAC оснащены процессором PXA270 (520МГц), встроенной операционной системой Windows CE.NET 5.0, интерфейсами VGA, USB, Ethernet, RS-232/485. Встроенный порт VGA можно использовать для прямого подключения обычного LCD монитора.

Контроллер WinPAC поддерживает возможность «горячей» замены модулей ввода-вывода, что позволяет не отключать питание контроллера для установки/замены модуля.

В обычной ситуации пользователь хранит свои приложения и данные на MicroSD или флеш-модулях USB. Но если контроллер подвергается вибрациям, то контакт с этими устройствами может нарушиться, что приведет к потере данных и остановке работы. Использование встроенной флеш-памяти позволяет исключить возникновение такого рода проблем.

Контроллер имеет защиту от сбоев в работе операционной системы или приложений. Для этого в нем реализованы два сторожевых таймера (один – для контроля операционной системы, второй – для контроля приложений), которые автоматически перезапустят процессор, если случится подобный сбой. Эта разработка повышает надежность функционирования всей системы.

Контроллер WinPAC оснащен 512 Кб SDRAM-памяти, к которой подводится резервное питание от двух литиевых батарей. Такая архитектура обеспечивает сохранность данных в случае отключения питания и обеспечивает сохранение информации на микросхемах на протяжении 10 лет. Наличие сразу двух батарей позволяет избежать потери данных при замене одной из них.

Контроллер WinPAC монтируется в пластмассовом корпусе, в котором организована продольная принудительная конвекция, что обеспечивает надежное охлаждение рабочих модулей и позволяет эксплуатировать устройство в диапазоне температур от -25 до +75°C.

Контроллер WinPAC-8437 имеет 4 слота расширения для установки модулей ввода-вывода. В проекте используются следующие модули:

- I-8051W – 16 канальный модуль дискретного ввода – для контроля состояния концевых выключателей, состояния кнопок управления.
- I-8064W – 8 канальный модуль дискретного вывода – для управления приводами гибочного стана, частотным преобразователем прокатного стана (пуск-стоп, реверс), гильотиной.
- I-8024W – 4 канальный модуль аналогового вывода – для задания частоты частотному преобразователю.
- I-87082W – модуль счетчика-частотомера – для работы с цифровым энкодером.

Программирование контроллера WinPAC-8437 осуществляется в инструментальной среде программирования ISaGRAF v3.5x. Система ISaGRAF включает в себя систему разработки (ISaGRAF Workbench) и систему исполнения (ISaGRAF Target).

**ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ**

Система разработки предназначена для создания прикладных задач, исполняемых под управлением ядра ISaGRAF на системах исполнения, и устанавливается на IBM PC – совместимом компьютере под управлением операционной системы семейства MS Windows. Система разработки компилирует проект в системно-независимый код – Target Independent Code (TIC). TIC-код загружается через каналы коммуникаций (RS-232, RS-485, Ethernet TCP/IP) в контроллер для исполнения.

Система исполнения загружается в ПЗУ контроллера. Она включает в себя ядро ISaGRAF и набор дополнительных модулей. Ядро ISaGRAF реализует поддержку стандартных языков программирования ПЛК, набора стандартных функций и функциональных блоков. [1]

Доступ к переменным приложения, а также взаимодействие со SCADA-системами (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) осуществляется посредством протокола Modbus, который построен по принципу открытой системы и является бесплатным. Modbus относится к протоколам прикладного уровня сетевой модели OSI. Контроллеры на шине Modbus взаимодействуют, используя клиент-серверную модель, основанную на транзакциях, состоящих из запроса и ответа. Область применения протокола не ограничивается только промышленной автоматизацией.

Для построения профессиональной системы человеко-машинного интерфейса в системе управления на основе программируемого контроллера WinPAC-8437, а также отображения информации о ходе процесса и ввода рабочих параметров, используется жидкокристаллическая сенсорная панель MT506TV. Она позволяет задавать и изменять различные параметры панелеформовочной машины, такие как: выбор режима работы (автоматический, полуавтоматический или ручной), задание текущей длины изделия, количество заданных листов, длину пути торможения, инерцию, время паузы резки (время, используемое в автоматическом режиме, которое проходит с момента окончания резки изделия и до начала проката следующего изделия) и др.

Предлагаемая автоматизированная система управления процессом изготовления бескаркасных арочных сооружений позволяет оптимизировать затраты времени и материала, что положительно влияет на экономические показатели. Внедрение данной системы позволяет увеличить ресурс работы технологического оборудования.

**Список литературы:** 1. Елизаров И. А., Третьяков А. А., Назаров В. Н., Солуданов М. Н. Технические средства автоматизации: Программирование контроллеров в среде ISaGRAF. – Тамбов: ТГТУ, 2008. – 16 с.

Работа выполнена при поддержке госконтракта П-292 в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 г.