

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ С ПОМОЩЬЮ МИКРОПРОЦЕССОРА RASPBERRY PI

Достанко А.П., Ланин В.Л., Лаппо А.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

*Минск, Республика Беларусь*

Современное производство изделий электроники является сложным и многокомпонентным процессом, включающим большое число различных технологических операций. Для обеспечения высокого выхода годных изделий необходим постоянный контроль режимов технологических процессов и параметров изготавливаемых изделий. Трудоемкость контрольно-измерительных операций в настоящее время достигает до 50% от общей трудоемкости изготовления изделий. Поэтому проблема снижения трудоемкости контроля и одновременного повышения качества изделий не может быть решена без широкого применения компьютерной техники.

Микроконтроллерное управление технологическими процессами является бурно развивающейся областью науки и техники, которая активно поддерживается государством и множеством частных компаний. В связи с этим, становится актуальной задача подготовки молодых специалистов в этой области, которые могли бы заниматься решением проблем машинного зрения, искусственного интеллекта и автоматического управления.

В отличие от существующих аналогов в качестве основы для управления технологическими процессами используется одноплатный компьютер Raspberry PI. Это устройство включает в себя микропроцессор с архитектурой ARM11, 512Мб оперативной памяти и встроенный графический процессор (рисунок 1).. Благодаря такой комбинации, на Raspberry PI можно решать ресурсоемкие задачи машинного зрения и искусственного интеллекта, а также управления технологическими процессами.

Компьютер Raspberry PI снабжен двумя портами USB2.0, HDMI и композитным видеовыходами, что позволяет выполнять лабораторные работы без использования отдельного персонального компьютера. Управляющая программа составляется и тестируется на стороне Raspberry PI в графической среде операционной системы Debian. Отдельно следует отметить наличие входов/выходов общего назначения и распространенных шин передачи данных: SPI, I2C и UART. Эти элек-

тронные интерфейсы значительно упрощают соединение с различными датчиками (термопарой), индикаторами и исполнительными устройствами.



Рисунок 1 – Внешний вид миникомпьютера Raspberry PI

К Raspberry PI подключается внешнее измерительное устройство ОВЕН ТРМ210 – ПИД-регулятор температуры, давления или других физических величин, предназначен для измерения и точного поддержания заданных параметров в различных технологических процессах (рисунок 2).. Используется в составе сложного технологического оборудования: экструдеров, термопласт-автоматов, печей, полиграфического, вакуумформовочного оборудования и т.п.

Технические характеристики и интерфейсы Raspberry PI:

- CPU&GPU - центральный процессор с интегрированным графическим ускорителем
- 512MB RAM - модуль ОЗУ 512Мб
- HDMI - выход HDMI для подключения цифрового дисплея высокого разрешения
- RCA Video - выход RCA для подключения аналогового дисплея
- Audio - выход звуковой карты
- USB – порт USB
- LAN - порт сети Ethernet
- LEDs – набор индикаторов работы сети, питания и флешкарты

- GPIO (General Purpose Input/Output) – порт ввода/вывода общего назначения
- Power – разъем питания microUSB
- SD Card – разъем для флеш карты с операционной системой



Рисунок 2 – Структурная схема измерения температуры: 1 – датчик температуры (термопара), 2 – измеритель-регулятор TRM210, 3 – автоматический преобразователь интерфейса AC4, 4 – миникомпьютер

Исходя из технических возможностей одноплатный компьютер Raspberry Pi является оптимальным выбором по характеристикам мощность/функциональность/цена. Он поддерживает встроенные библиотеки C++ и Python. Программа на C++ обладает большим быстродействием по отношению к программе на Python, из-за чего уменьшается точность вычислений, таким образом для процессов протекающих длительное время с частыми изменениями рекомендуется писать программы для контроля технологическими процессами на C++.

Подключение ОВЕН TRM210 производится посредством встроенного интерфейса RS-485, однако необходимо преобразование интерфейсов из RS-485 в USB, что реализуется с использованием автоматического преобразователя интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН AC4 (рисунок 3).

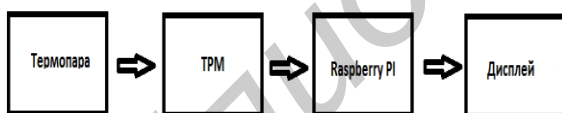


Рисунок 3 – Схема контроля термопрофилей пайки

Исследованы зависимости прочности и переходного электрического сопротивления паяных соединений, выполненных с применением трех типов припоев: оловянно-свинцового ПОС61, бессвинцовых SAC (Sn 96,5Ag3Cu0,5) и ПОМ (Sn 99,3Cu0,7) от температуры пайки и активации электрическим током. В процессе пайки через соединение пропускался ток от внешнего источника. Температуру в зоне пайки контролировали прибором TRM1. В соответствии с ГОСТ 28830-90 образцы для испытания на растяжение были выбраны в виде двух латунных стержней диаметром 3,5 мм, а для равномерности распре-

деления напряжений растяжения в соединении была обеспечена соосность стержней.

Нагрев зоны пайки осуществляли с помощью жала паяльника, подключенного к паяльной станции Proskit, поддерживающей температуру жала на заданном уровне с точностью до 1°C. Прочность паяных соединений образцов проверяли методом нормального разрыва на разрывной машине РП-100, а переходное сопротивление измеряли по 4-х проводной схеме с помощью источника тока и вольтметра В7-73/1.

С помощью компьютера получены термопрофили процесса пайки для различных режимов процесса пайки бессвинцовыми припоями (рисунок 3). Установлено, что с применением токовой активации и мощности нагрева электронных компонентов 35 Вт процесс пайки стабилизируется, что обеспечивает равномерный и необходимый прогрев, при этом рост температуры составил 5% (10°C) по сравнению с пайкой без токовой активации, что эквивалентно увеличению мощности с 35 до 50 Вт.

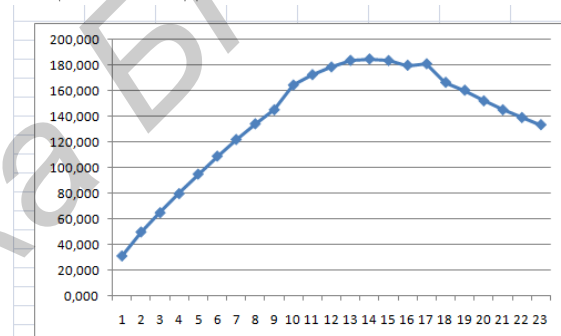


Рисунок 4 – Термопрофиль пайки

Применение токовой активации позволило добиться снижения переходного сопротивления на 6–8% и повысить прочность паяных соединений припоем ПОС-61 на 8–10%.

Токовая активация может найти свое применение в силовых и высоковольтных разъемах и соединениях, пайка которых традиционным способом ввиду их большой площади сечения затруднительна из-за сложности обеспечения равномерного и необходимого прогрева, а также при пайке металлов с высоким сопротивлением (например, нихрома и вольфрама).

## Литература

1. Ланин, В.Л. Электромонтажные соединения в электронике: технология, оборудование, контроль качества / В.Л. Ланин, В.А. Емельянов. – Минск: Интегралполиграф, 2013. – 406 с.
2. Интегрированные технологии микро- и наноструктурированных слоев / А.П. Достанко [и др. ] ; под ред. А.П. Достанко и В.Л. Ланина. – Минск: Бестпринт, 2013, –189 с.