

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМОПРОФИЛЕМ ПАЙКИ ПРИ ИНФРАКРАСНОМ НАГРЕВЕ

Банах К.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ланин В.Л. – д-р т. н., профессор

Разработано устройство управления термопрофилем пайки при инфракрасном нагреве на основе микроконтроллера STM32F373 в паре с дисплеем Nextion, выступающим в роли человеко-машинного интерфейса для управления процессом и отображением информации в масштабе реального времени.

Инфракрасный нагрев занимает важное место среди технологий пайки поверхностно монтируемых компонентов. Так же в настоящее время локальная инфракрасная пайка является одной из самых совершенных технологий, применяемых для ремонта электронных устройств и повсеместно применяется. Среди достоинств данной технологии в сравнении с конвективным нагревом и ручной пайкой возможность монтажа компонентов с высокой степенью интеграции, отсутствие нужды приклеивать компоненты к печатной плате перед пайкой, что повышает ремонтпригодность будущего устройства [1].

Современные установки инфракрасной пайки в своей конструкции содержат инфракрасные лампы, представляющие собой вольфрамовую спираль внутри герметичной кварцевой трубки, с высокой мощностью. Их излучение при помощи рефлекторов плотным потоком направляется в зону пайки. Различная мощность используемых ламп и изменение их количества в зависимости от зоны нагрева в совокупности с динамической подстройкой мощности при помощи программного управления помогает достигать точного соответствия заданному температурному профилю.

Для контроля технологического процесса применен микроконтроллер от компании STMicroelectronics – STM32F373 [2].

В качестве человеко-машинного интерфейса(HMI) будет использован модуль Nextion NX8048P070-11C. Имеет разрешение 800*480 и диагональ сенсорного дисплея 7 дюймов.

Таблица 1 – Основные характеристики микроконтроллера STM32F373

| | |
|---------------------------|---|
| Число разрядов | 32 бита |
| Максимальная частота | 72 МГц |
| Объем памяти данных (RAM) | 32 кБайт |
| Выходы | 37 |
| Таймеры общего назначения | 3 |
| UART | 3 |
| SPI | 2 |
| I2C | 2 |
| USB | 1 |
| DMA | 7 |
| ADC 12-bit | 2 АЦП, 10 каналов, время преобразования 1 мкс |
| ADC 16-bit | 1 Сигма-дельта АЦП, 5 каналов. |
| RTC | есть |
| Напряжение питания | 3.3 В |
| Ток потребления | до 150 мА |

Схема устройства контроля параметров ИК пайки представлена на рисунке 1.

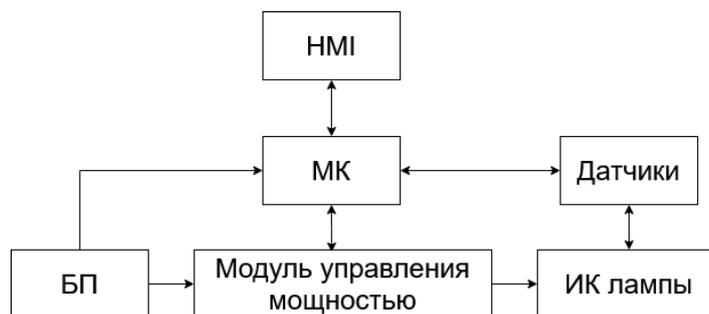


Рисунок 1 – Схема устройства контроля параметров ИК пайки

Внешний вид HMI Nextion NX8048P070-11C представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – HMI Nextion NX8048P070-11C

Термопрофиль пайки электронных модулей представлена на рисунке 3.

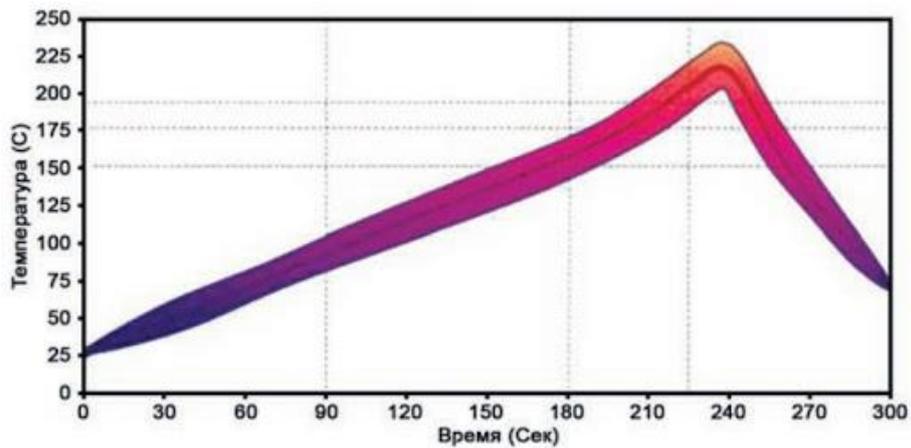


Рисунок 3 – Термопрофиль пайки электронных модулей

На термопрофиле видно, что между заданным термопрофилем и реальным есть расхождения, вызванные инерционностью процесса нагрева. Для минимизации этих расхождений и соблюдения заданного термопрофиля послужит программный ПИД-регулятор температуры, который будет реализован на базе микроконтроллера.

На HMI в реальном времени будут выводиться графики заданного и реального термопрофиля для возможности управления процессом и подстройки коэффициентов ПИД-регулятора.

Назначение ПИД-регулятора в данном устройстве – поддержание заданной температуры с помощью изменения скважности ШИМ-сигнала поступающего на модуль управления мощностью, которым регулируется степень открытия симистора, который в диммере переменного тока будет ограничивать мощность, поступающую на ИК лампы.

В качестве пропорциональной составляющей выступает разница между текущей температурой и заданной. Для компенсации внешних воздействий в качестве интегральной составляющей, таким образом всё рассогласование, которое было в системе, поступает на интегратор, что в результате вместе с коэффициентом со временем будет компенсировать влияние окружающей среды. Для компенсации задержек между воздействием и реакцией системы в систему добавляют дифференциальную составляющую. Таким образом мощность, подаваемая на лампы, будет начинать снижаться раньше, чем будет достигнута заданная температура, что придаст плавности алгоритму управления термопрофилем.

Список использованных источников:

1. Инфракрасный нагрев в технологии пайки поверхностного монтажа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tech-e.ru/2007_3_38.php
2. STM32 32-bit Arm Cortex MCUs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html>