

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕРМОПРОФИЛЯМИ ИНДУКЦИОННОЙ ПАЙКИ

© 2018 г. В.Л. ЛАНИН, А.Д. ХАЦКЕВИЧ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск
e-mail: vlanin@bsuir.by

Введение

Пайка один из древнейших способов соединения материалов известных человечеству. Ее начали применять ещё несколько тысяч лет назад в Риме, Египте и Китае и использовали для изготовления украшений, домашней утвари. Основным преимуществом пайки является возможность формирования паяного шва ниже температуры плавления соединяемых материалов. С увеличением спроса на паяные соединения, развивалась и технология. Изобретались различные нагреватели, способствующие ускорению процесса и упрочнению паяных соединений.

Для нагрева зоны формирования паяных соединений в настоящее время широко применяются концентрированные потоки излучения электромагнитных полей в широком частотном диапазоне. Воздействие энергии электромагнитного поля высокой частоты на паяемые детали и припой проявляется в виде высокопроизводительного бесконтактного нагрева до температуры пайки с помощью наведенных в металле вихревых токов. При этом скорость нагрева может быть увеличена до 10 раз по сравнению с конвективными источниками, зона нагрева локализуется в пределах участка, определяемого конструкцией индуктора.

Схема индукционного нагревателя представлена на рис. 1.

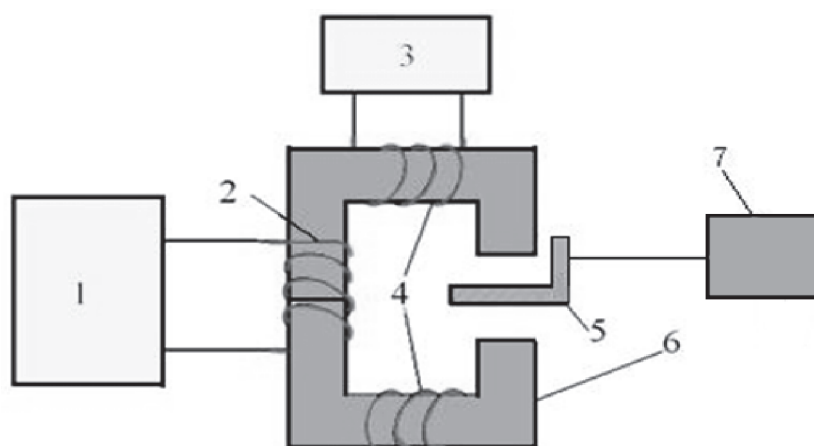


Рис. 1. Схема индукционного нагревателя на магнитопроводе: 1 – генератор, 2 – рабочая обмотка, 3 – источник тока, 4 – обмотка подмагничивания, 5 – нагреваемая деталь, 6 – магнитопровод, 7 - измеритель температуры MLX90614.

При контроле термопрофилей индукционной пайки возникают трудности измерения температуры. Использование термомпары ведет к индицированию электромагнитным полем дополнительного тепла в металлических полупроводниках. Поэтому в данной схеме используется бесконтактный датчик измерения температуры.

Управление инвертора осуществляется микроконтроллером который задает необходимый режим пайки.

Управление ВЧ инвертором осуществляется посредством изменения питающего напряжения силового модуля. Система состоит из ВЧ-инвертера подключенного к индуктору, микроконтроллеру Atmega 328, инфракрасному датчику измерения температуры и микрокомпьютера. Atmega 328 изображен на рис. 2.

В качестве микроконтроллера используется отладочная плата Arduino Uno в состав которой входит: 14 цифровых входов/выходов (из них 6 могут использоваться в качестве ШИМ-выходов), 6 аналоговых входов, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем USB, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования (ICSP) [1,2].

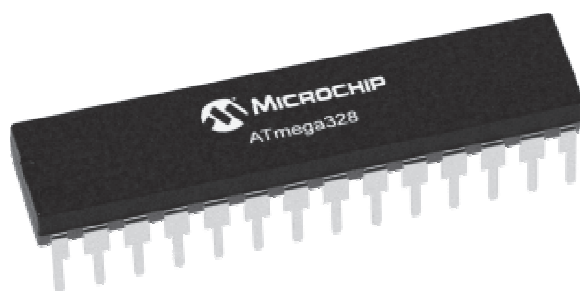


Рис. 2. Микроконтроллер Atmega 328.

Устройство работает следующим образом: ВЧ-инвертер создает в индукторе вихревое поле которое разогревает образец. Температуру образца контролируется инфракрасным датчиком MLX90614 [3]. Информация с датчика по шине I₂C поступает на микроконтроллер, в котором зашиты данные о температуре, времени нагрева, т.е. термопрофиль.

Для изменения параметров термопрофиля используется микрокомпьютер Raspberry pi 3 [4], где основная программа позволяет создавать или использовать готовые термопрофили, отправлять информацию на микроконтроллер, выводить графические данные на монитор и передавать данные по сети интернет [5]. Внешний вид микроконтроллера представлен на рис. 3.

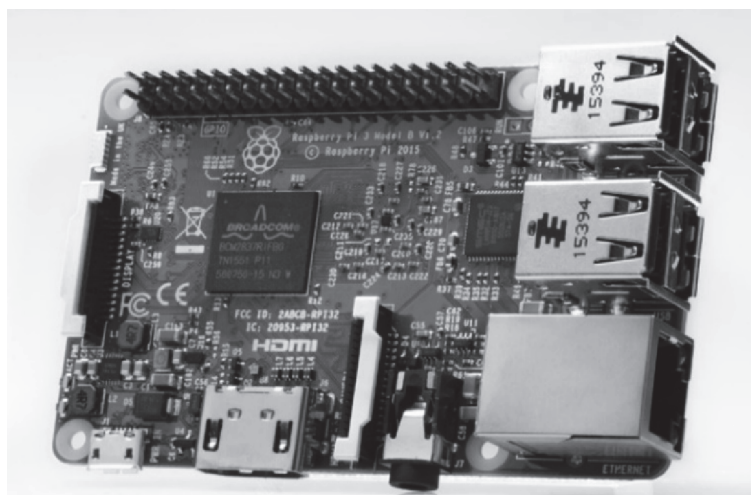


Рис. 3. Микрокомпьютер Raspberry pi 3.

Общая схема установки контроля параметров индукционной пайки представлена на рис. 4.



Рис.4. Схема установки контроля параметров индукционной пайки.

Исследование режимов работы ВЧ инвертора

Термопрофили ВЧ нагрева деталей на двух частотах 60 и 100 кГц приведены на рис. 5. Как видно из графиков, скорость нагрева выше на более низкой частоте, что связано с глубиной проникновения вихревых токов. При разнице частот в 40 кГц, максимальная скорость при 60 кГц составила около 50°С/с, а при частоте 100 кГц – около 30°С/с. На участке предварительного нагрева от 150 до 200°С скорость нагрева автоматически снижалась до 8–10°С/с.

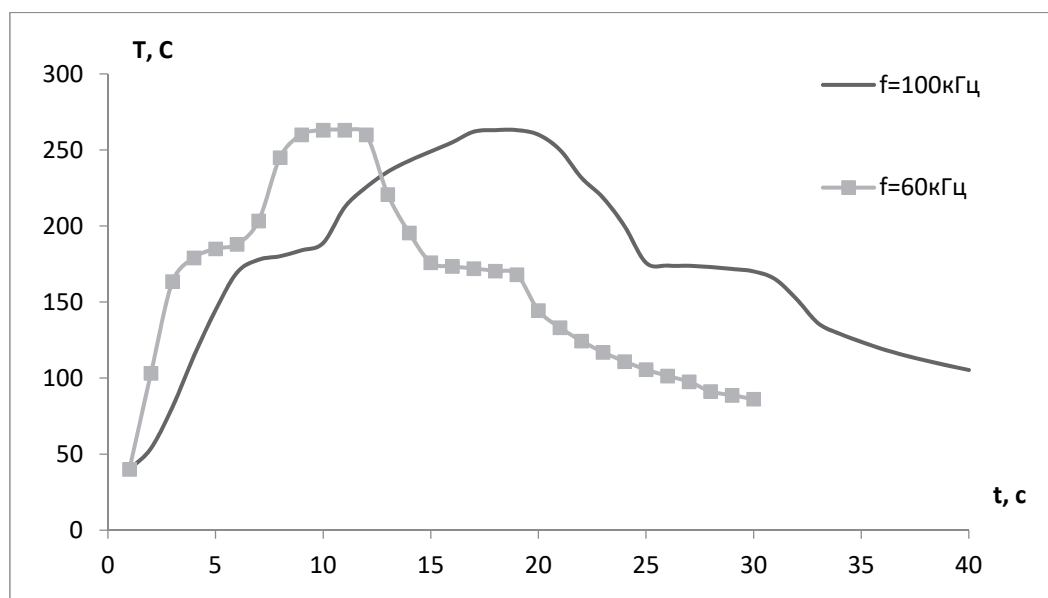


Рис. 5. Термограмма индукционного нагрева на разных частотах.

Скорость нагрева на начальном участке зависит также от питающего напряжения (рис. 6). При напряжении питания ВЧ инвертора 170 В, скорость нагрева уменьшилась почти в 2 раза, относительно сетевого напряжения питания. При этом реализуется более плавный нагрев паяльной пасты на контактных площадках с установленными компонентами.

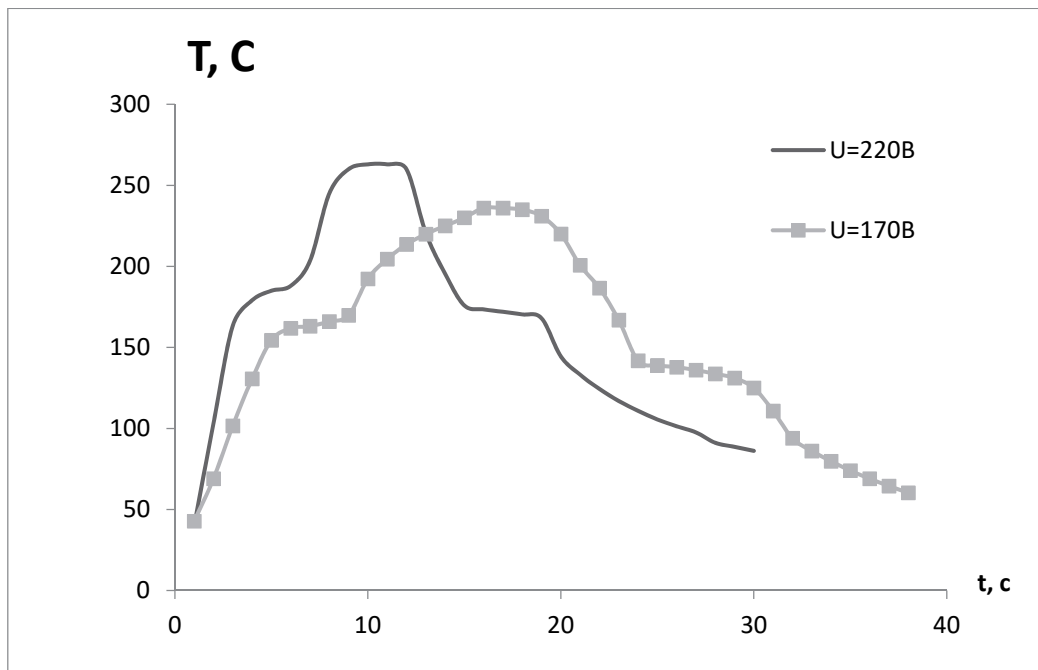


Рис. 6. Термограмма индукционного нагрева при разном напряжении.

Заключение

Данная схема контроля термопрофилей пайки, благодаря использованию микроконтроллера, обладает гибкими возможностями программирования и контроля. Использование ИК-датчика позволяет избежать негативного влияния электромагнитного поля индуктора. Система позволяет измерять температуру в диапазоне от 100°C до 380°C.

Благодаря использованию микрокомпьютера Raspberry pi 3 можно обрабатывать, хранить и передавать полученные данные в сеть интернет или сохранять в базу данных для использования в будущем.

На основании термограмм выбран оптимальный режим нагрева ВЧ инвертором с необходимой скоростью и максимальной пиковой температурой. Оптимальные условия индукционного нагрева: напряжение питания 250 В, частота 60 кГц, ток в обмотке индуктора 5 – 6А, время нагрева 8 –10 с до температуры 300–350°C.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://arduino.ru>
2. <http://arduino-diy.com/arduino-shagovii-motor-28-BYJ48-draiver-ULN2003>.
3. <https://www.melexis.com/en/product/MLX90614/Digital-Plug-Play-Infrared-Thermometer-TO-Can>
4. <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>
5. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия – Телеком. 2009. – 608 с.