

## **ЦИФРОВОЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА МИКРОПЛАТЫ ГЕРМЕТИЗИРУЕМОГО МИКРОБЛОКА ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПАЙКОЙ**

*Грищенко Ю. Н., Горбач В.Р.*

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

*Ланин В.Л. – д-р. техн. наук, профессор*

Разработана методика цифрового контроля термопрофиля при герметизации корпусов СВЧ микроблоков ВЧ пайкой с использованием терморезистора и микроконтроллера Arduino nano.

Микроминиатюризация РЭА в значительной степени зависит от создания функциональных приборов и блоков в микроэлектронном исполнении, помещённых в общий герметичный корпус. В настоящее время до 40% металлостеклянных и металлокерамических корпусов БИС и микросборок герметизируется пайкой, достоинствами которой являются: ремонтпригодность изделия, невысокие температуры нагрева корпуса, возможность групповой технологии. Оборудование для герметизации пайкой. Применение традиционного процесса пайки в печи, на плитке термостоола или паяльником имеют низкую производительность, используют в значительной мере ручной труд и не обеспечивают высокого качества паяемых соединений. Возникают трудности с использованием флюса и необходимостью удаления его остатков [1].

Перспективным направлением в технологии производства изделий электроники является применение высокочастотной пайки для герметизации корпусов БИС и микросборок. Воздействие энергии электромагнитных колебаний позволяет осуществлять высокопроизводительный бесконтактный нагрев деталей и припоя с помощью наведённых в них вихревых токов ВЧ, активировать припой и улучшить его растекание по паяемым поверхностям.

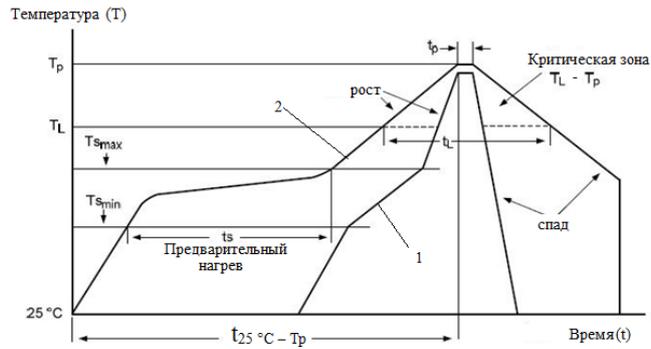
Микроблоки СВЧ диапазона нашли широкое применение в аэрокосмической технике, средствах телекоммуникаций, мобильных устройствах управления и др. Существует чётко выраженная тенденция роста доли ВЧ и СВЧ применений в общемировом рынке электроники (лавинное развитие телекоммуникаций, мобильных и портативных устройств, гражданского и промышленного рынка), что делает соответствующие типы приборов массовыми. Специальные применения также динамично развиваются в направлении повышения рабочих частот, приобретения новых свойств, повышения энергоэффективности, снижения массы и габаритов.

Основными трудностями применения ВЧ нагрева для процессов герметизации пайкой корпусов микроблоков из алюминиевых сплавов является низкий КПД нагрева, длительность процесса и значительный при этом нагрев герметизируемого электронного модуля. Существует большое разнообразие конструкций индукционных нагревательных устройств. Для сквозного нагрева проводящих тел круглого, квадратного и прямоугольного сечения применяют индукторы соленоидального типа, в виде плоской спирали или плоских тел – индукторы с магнитопроводом. Для нагрева колец, небольших плат, проводов используют индукционные устройства с замкнутой и разомкнутой магнитной цепью.

Для качественной герметизации СВЧ микроблок ВЧ пайкой необходимо обеспечить необходимый температурный профиль (рисунок 1). Он состоит из трех участков: нагрев до температуры плавления припоя, пайка и охлаждение. При ВЧ нагреве важно оперативно регулировать скорость нагрева так, чтобы паяемые детали и припой одновременно достигали температуры пайки. На индуктор подают ВЧ напряжение и нагревают изделие (участок от 25 °С до  $T_{sma}$ ). Скорость нагрева составляет порядка  $2 \div 3$  °С/с [2].

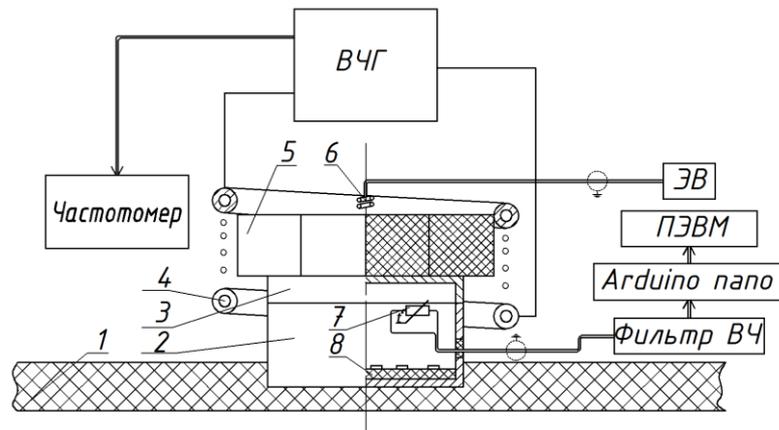
После расплавления припоя ( $T_L$ ) снижают интенсивность ВЧ нагрева в зависимости от требуемого температурного режима процесса пайки (участок  $T_L - T_p$ ), что позволяет избежать перегрева припоя, а также снизить нагрев изделия. Затем ВЧ напряжение отключают, и изделие охлаждают.

В настоящей работе осуществлялась герметизация корпуса с торцевыми выводами. Схема проведения эксперимента представлена на рисунке 2. Применяемая крышка была из алюминиевого сплава Д16Т ГОСТ 21631-76. Для получения необходимого термопрофиля нагрева разработана компьютерная методика контроля температурного профиля нагрева в реальном масштабе времени с использованием высокотемпературного терморезистора 100 кОм NTC 3950 (до 300 град), микроконтроллера ARDUINO и ПК, что позволило в условиях мощных электромагнитных полей вести контроль нагреваемого корпуса микроблока. Полученный термопрофиль пайки изображен на рисунке 3.



1 – припой SnPb, 2 – припой без Pb

Рисунок 1 – Рекомендуемый профиль пайки



1 – основание, 2 – корпус, 3 – крышка, 4 – индуктор, 5 – магнитопровод, 6 – измерительная рамка, 7 – терморезистор, 8 – микроблата

Рисунок 2 – Схема ВЧ нагрева для герметизации корпусов микроблоков

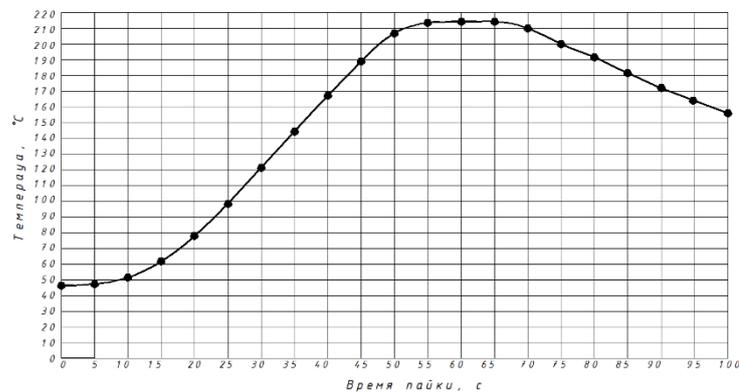


Рисунок 3 – Термопрофиль ВЧ пайки при герметизации корпуса СВЧ микроблока

**Вывод.** Данная методика контроля термопрофиля позволяет контролировать профиль нагрева в реальном масштабе времени. Время пайки до достижения температуры в 200 °C составляет около 40-45 секунд. Скорость нагрева до температуры пайки примерно равна  $3 \div 4^\circ\text{C}/\text{с}$ . Охлаждение проводилось вентилятором со скоростью  $2^\circ\text{C}/\text{с}$ . Общее время пайки составило 25 секунд.

**Список использованных источников:**

1. Немков, В. С. Теория и расчет устройств индукционного нагрева / В. С. Немков, В. Б. Демидович. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 142 с.
2. Грищенко, Ю. Н. Герметизация микроблоков СВЧ высокочастотной пайкой / Ю. Н. Грищенко, В. Л. Ланин // Журнал СФУ. Техника и технология. – 2018. – № 11(6). – С. 659 – 670.