

## ТЕХНОЛОГИЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ КОРПУСОВ СВЧ МИКРОБЛОКОВ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПАЙКОЙ

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

Грищенко Ю. Н.

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

Микроблоки СВЧ диапазона с общей герметизацией нашли широкое применение в аэрокосмической технике, средствах телекоммуникаций, мобильных устройствах управления и др. благодаря следующим достоинствам [1]:

- повышение уровня интеграции и плотности компоновки в 5–10 раз объединением электронных модулей, индикаторных, оптико- и электромеханических устройств, антенн в одном корпусе;
- одновременное применение тонко- и толстопленочных БГИС и микросборок СВЧ диапазона, пленочной и печатной коммутации, корпусных электронных компонентов, не имеющих аналогов в микроисполнении;
- улучшение тепловых характеристик ввиду значительно большей, по сравнению с корпусами микросборок, поверхностью теплоотдачи корпуса и возможностью использования устройств искусственного охлаждения;
- ремонтпригодность, наличие доступа к регулируемым и подстраиваемым компонентам, внутриблочному монтажу, возможность замены микроплат;
- наличие общего экранирования и возможность реализации межплатного и внутрисплатного экранирования;
- высокая надежность при наличии прямого внутриблочного монтажа, что исключает два-три структурных уровня электрических соединений и в 7–10 раз уменьшает длину пути электрического сигнала по сравнению с аппаратурой III поколения.

В настоящее время до 40% корпусов БИС и микросборок герметизируется пайкой, достоинствами которой являются: ремонтпригодность изделия, невысокие температуры нагрева корпуса, нечувствительность к плоскопараллельности паяемых кромок, возможность групповой технологии. Применение традиционного процесса пайки в печи 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[2].

Перспективным направлением в технологии производства СВЧ микроблоков является применение высокочастотной (ВЧ) пайки для герметизации корпусов из алюминиевых сплавов. 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.

Целью работы является оптимизация параметров ВЧ нагрева и разработка технологии герметизации в процессах герметизации пайкой легкоплавкими припоями корпусов СВЧ микроблоков из диамагнитных сплавов за счет эффективного использования физических явлений высокочастотного нагрева.

Параметры ВЧ нагрева оптимизированы для СВЧ микроблока, корпус которого изготавливается из алюминиевого сплава Д16Т фрезерованием в мелкосерийном производстве или литьем под давлением (рисунок1). Для герметизации корпуса пайкой легкоплавкими припоями на его поверхность наносят многослойное покрытие: никель–15 мкм, медь – 6 мкм, покрытие олово-висмут толщиной 8–9 мкм.

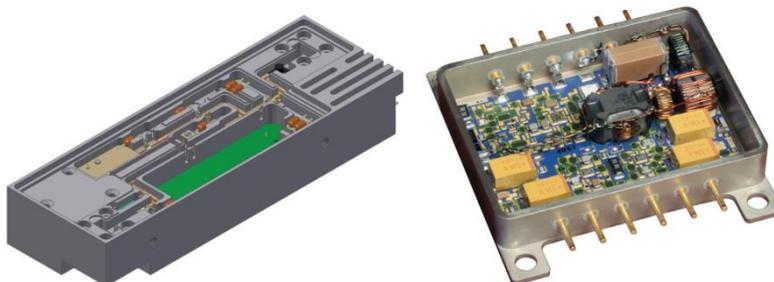


Рисунок 1 – Конструктивные исполнения микроблоков

Схема ВЧ нагрева для герметизации корпусов микроблоков, представленная на рисунке2, включает ВЧ генератор ВЧГ, индуктор, измерительную рамку для оценки напряженности магнитного поля, электронный вольтметр ЭВ, термопару и цифровой измеритель-регулятор температуры ТРМ-210.

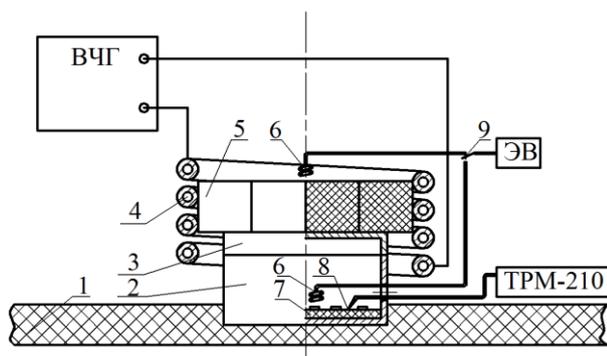


Рисунок 2 – Схема ВЧ нагрева для герметизации корпусов микроблоков:  
1 – основание, 2 – корпус, 3 – крышка, 4 – индуктор, 5 – магнитопровод, 6 – измерительная рамка,  
7 – микроплата, 8 – термопара, 9 – переключатель

Измерительная рамка размещается как внутри индуктора, так и внутри корпуса микроблока и соединяется с электронным вольтметром. В измерительной рамке наводится ЭДС, величина которой равна:

$$\varepsilon = \mu_0 \omega * n \pi R^2 H , \quad (1)$$

где  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{Гн/м}$ ,  $\omega$  – круговая частота,  $n$  – число витков,  $R$  – радиус контура круглой рамки,  $H$  – напряжённость магнитного поля.

Для квадратной рамки формула для расчета напряженности поля имеет вид [3]:

$$H = 1,26 \frac{\varepsilon(\text{В})}{f(\text{МГц}) \cdot a^2(\text{мм}^2) \cdot n} \cdot 10^5 \text{А/м}, \quad (2)$$

Зависимости температуры в зоне пайки крышки с корпусом, измеренные с помощью термопары, приведены для различных конструкций индуктора на рисунок 3. На рисунке 4 показаны зависимости напряженности внутри индуктора, измеренная с помощью измерительной рамки, от мощности ВЧ генератора.

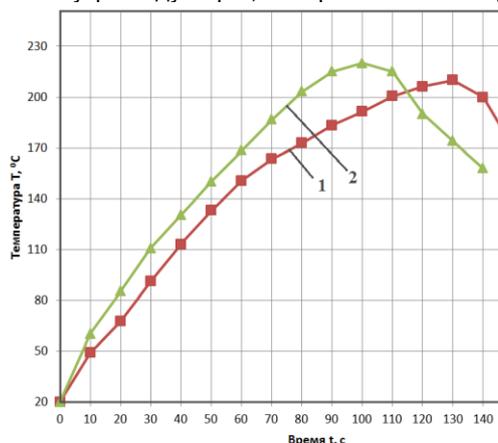


Рисунок 3 – Зависимости температуры в зоне ВЧ пайки от времени:  
1 – без магнитопровода; 2 – с ферритовым магнитопроводом

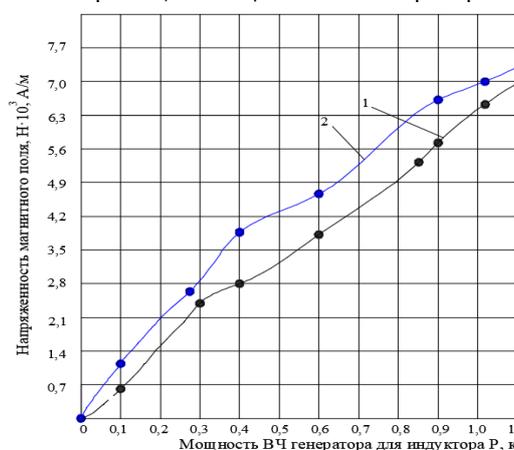


Рисунок 4 – Зависимости напряженности магнитного поля от мощности ВЧ генератора для шестивиткового индуктора:  
1 – без магнитопровода, 2 – с магнитопроводом

Анализ зависимостей показывает, что применение ферритового магнитопровода внутри индуктора концентрирует напряженность магнитного поля при одинаковой мощности ВЧ нагрева в 1,2–1.3 раза, при этом скорость нагрева увеличивается во столько же раз.

Список использованных источников:

1. Климачев, И. И. СВЧ ГИС. Основы технологии и конструирования / И. И. Климачев, И. И. Иовдальский. – М.: Техносфера, 2006. – 351 с.
2. Lanin, V.L. High-Frequency Electromagnetic Heating for Soldering in Electronics / V.L.Lanin// Circuits and Systems. – 2012. – N 3. – P. 238–241.
3. Ланин, В. Л. Формирование токопроводящих контактных соединений в изделиях электроники / В. Л. Ланин, А. П. Достанко, Е. В. Телеш. – Минск : Изд. центр БГУ, 2007. – 574 с.