

## ПРИСТРІЙ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ НАПАЮВАННЯ SMD-КОМПОНЕНТІВ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет;

### **Анотація**

*Досліджено процес створення надійного паяного сполучення між електронним компонентом та металевою основою друкованої плати. Встановлено оптимальні температури і швидкості зміни температури для різних випадків монтажу.*

**Ключові слова:** оплавлення, пайка, температура, час, стадія.

### **Abstract**

*The process of creating a reliable soldered connection between the electronic component and the metal base of the printed circuit board has been studied. The optimum temperatures and rates of temperature change for different cases of installation are established.*

**Keywords:** melting, soldering, temperature, time, stage.

### **Вступ**

Розвиток електроніки супроводжується зменшенням розмірів електронних компонентів. Все це складно уявити без технології SMT (Surface Mount Technology) – технології поверхневого монтажу, і відповідно без SMD (Surface Mounted Device) компонентів [1]. Пристрої для автоматичної пайки поверхневого монтажу існують, але їх розміри і ціни доволі великі.

Метою роботи є дослідження процесу створення надійного паяного сполучення між електронним компонентом та металевою основою друкованої плати для формування основних вимог до пристрою керування процесом напаявання SMD-компонентів.

### **Результати дослідження**

Оплавлення паяльної пасти є основним методом з'єднання під час збирання друкованих вузлів за технологією поверхневого монтажу. При правильній технології процесу паяння оплавленням забезпечується високий вихід придатної продукції та низька собівартість. Але для отримання надійного сполучення компонентів з металевою основою друкованої плати необхідно витримувати температурний профіль пайки, який є найважливішим фактором, що визначає рівень дефектів оплавлення [2]. Типовий температурний профіль пайки представлений рис. 1.

Як видно з рисунка, температурний профіль складається з чотирьох основних стадій: попереднє нагрівання, стабілізація (зона температурного вирівнювання), оплавлення, охолодження. Кожна із стадій впливає на результати пайки та наявність дефектів. Стадії можуть бути з різними температурними і часовими зонами. Все залежить від припою, паяльної пасти, флюсу і інших показників.

#### 1. Стадія попереднього нагрівання.

Цей етап дозволяє знизити тепловий удар на електронні компоненти та друковані плати. У процесі попереднього нагрівання відбувається випаровування розчинника з паяльної пасти.

#### 2. Стадія стабілізації (витримка).

Стадія стабілізації дозволяє активізувати склад, що флюсує, і видалити надлишок вологи з паяльної пасти. Підвищення температури цієї стадії відбувається дуже повільно. Стадію стабілізації також називають стадією температурного вирівнювання, так як ця стадія повинна забезпечувати нагрівання всіх компонентів на платі до однакової температури, що запобігає пошкодженню компонентів за рахунок теплового удару.

#### 3. Стадія оплавлення.

На стадії плавлення температура підвищується до розплавлення припою пасти та

відбувається формування паяного з'єднання. Для утворення надійного з'єднання максимальна температура пайки повинна на 30–40 °С перевищувати точку плавлення паяльної пасти.

#### 4. Стадія охолодження.

Для забезпечення максимальної міцності паяних з'єднань швидкість охолодження повинна прагнути максимально допустимої. Рекомендована [2] швидкість охолодження 3–4 °С/с до температури нижче 130 °С.



Рис. 1. Типовий температурний профіль пайки

Форма температурного профілю та кількість стадій буде залишатись сталою для різних варіантів процесу створення надійного паяного сполучення компонентів з платою. Проте, інші характеристики процесу будуть різнитись, в залежності від того, якій припій буде використовуватись.

#### *Пайка оплавленням із застосуванням припої, без вмісту свинцю*

Стадія попереднього нагрівання займає близько 100 секунд, за цей час температура зростає з 20 до 140 °С, а отже швидкість попереднього нагрівання 1.2 °С/с.

Стадія стабілізації триває близько 100 с, температура в цей проміжок часу зростає з 140 до 217 °С, швидкість підвищення температури при стабілізації рівна 0.7-0.8 °С.

Стадія оплавлення не повинна тривати більше за 80 с. У нашому випадку температура з 217 °С за 13 секунд зростає до максимальної 235-245 °С і 52 секунд знаходиться у цих температурних рамках, після чого ще 13 секунд охолоджується до температури 217 °С. Швидкість підвищення/зниження температури у зоні плавлення становить 0.45-0.7 °С/с.

На стадії охолодження температура рівномірно знижується зі швидкістю охолодження 1.65-1.7 °С.

#### *Пайка оплавленням з олов'яно-свинцевим припоєм*

Стадія попереднього нагрівання займає близько 60 секунд, за цей час температура зростає з 20 до 150 °С, а отже швидкість попереднього нагрівання 2-2.2 °С/с.

Стадія стабілізації триває близько 70 с, температура в цей проміжок часу зростає з 150 до (179-181 °С), швидкість підвищення температури при стабілізації рівна 0.41-0.44 °С.

Стадія оплавлення не повинна перебільшувати 90с часу. У нашому випадку температура з 179-181 °С за 30 секунд зростає до максимальної 205-225 °С і фіксує цю температура на 30 с, після чого ще 30 секунд охолоджується до температури 179-181 °С. Швидкість підвищення/зниження температури у зоні плавлення становить 0.9-1.5 °С/с.

На стадії охолодження температуру потрібно максимально рівномірно знизити за сталої швидкості. Швидкість охолодження в такому випадку повинна бути в межах 1.6-1.7 °С/с.

## Висновки

Аналіз процесу створення надійного паяного сполучення електронних компонентів з металевою основою друкованої плати показує, що форма температурного профілю залишається сталою для будь-яких випадків використання технології поверхневого монтажу. Проте очевидним залишається той факт, що профіль пайки розробляється з урахуванням аналізу механізмів виникнення дефектів оптимізації ефективності пайки та фізичних та хімічних властивостей припоїв та флюсів, що використовуються в процесі. Тому в конкретному випадку діапазон температур та швидкостей зміни температури на різних стадіях будуть різнитись.

Дослідження існуючих профілів пайки показують, що максимальна температура, яку необхідно забезпечити для створення надійного паяного сполучення при використанні різних типів припоїв не перевищує 245 °С. Повільне наростання температури на стадії попереднього нагрівання не повинна перевищувати 1.2 °С/с. Швидкість охолодження при тих самих умовах необхідно забезпечити в межах 1.6-1.7 °С/с.

Всі описані вище параметри можна забезпечити з використанням побутової електричної пічки, яка здатна забезпечити температуру до 290 °С. А для забезпечення необхідної швидкості зміни температури в невеликому об'ємі необхідно розробити мікропроцесорний пристрій керування процесом напаявання SMD-компонентів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Медведев. А.М. Сборка и монтаж электронных устройств : книга. Москва : Техносфера, 2007. – 256 с.
2. Нинг-Ченг Ли. Технология пайки оплавлением, поиск и устранение дефектов: поверхностный монтаж, BGA, CSP и flip chip технологии. — М. : ИД «Технологии», 2006 г., 392 с.

*Реzenov Валентин Сергійович* — студент групи ІАКІТ-186, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rezenovxxx@gmail.com

*Овчинников Костянтин Вячеславович* — к.т.н, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

*Rezenov Valentyn S.* — Department of Intellectual Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : rezenovxxx@gmail.com

*Ovchynnykov Kostiantyn V.* — Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Automation and Intellectual Information Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia