

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ ЗОРОВОГО АНАЛІЗАТОРА

Вступ. Швидке ускладнення сучасних приладів і необхідність точного відтворення технічних параметрів з метою конкуренції на ринку, призводить до удосконалення електричних схем і створення програмного забезпечення функціонування радіоелектронної апаратури для діагностики захворювань зорового аналізатора. Зменшення її розмірів і маси та підвищення точності і надійності пов'язані з впровадженням у виробництво прогресивних методів розробки, модернізації і складання виробів. Значне підвищення надійності та якості таких робіт отримано в результаті застосування на друкованих платах поверхнево-монтованих виробів нового покоління (ПМВ).

Концепція технології монтажу на поверхню монтажно-комутаційних плат сформувалася в новий науково-технологічний напрям, названий технологією поверхневого монтажу [1, 2]. Перспективність якого ґрунтується на досягненнях в області технології і автоматизації виробництва великих інтегральних схем (ІІС), а також удосконалення існуючих і розробки нових конструкцій монтажно-комутаційних основ з новими елементами та компонентами, що є основою сучасної модернізації електронних приладів. Названа технологія, судячи з наукових і практичних результатів, дає можливість отримати не тільки найвищі електричні параметри і характеристики, але і найвищий рівень автоматизації, навіть при малих об'ємах виробництва.

Постановка задачі. Основними складовими проблеми виробництва є розробка і створення спеціального технологічного устаткування, що реалізує всі операції технологічного процесу, освоєння прийомів установалення компонентів, групових методів нанесення паяльних паст, укладки компонентів на плату, а також режимів пайки і очистки монтажно-комутаційних основ.

Особлива увага при дослідженні, розробці і практичному освоєнні сучасних радіоелектронних систем у виробництві приділяється технологічним операціям групової пайки методами оплавлення, нанесення паяльних паст на контактні площадки з огляду на їх специфіку і складність реалізації. Забезпечення високої якості паяного з'єднання поверхнево-монтажних виробів в умовах автоматизації виробництва пов'язано з моделюванням і оптимізацією режимів проведення технологічних операцій.

Процес нанесення паяльної пасти на відповідні місця контактних площадок комутаційних плат є одним із відповідальних етапів. Нанесення пасти проводиться шляхом притискання її еластичним ракелем через відкриті комірки сітчастого металічного, полімерного або металічно-полімерного трафаретів.

Пасти належать до структурованих неньютонівських тиксотропних речовин, і їх специфічною особливістю є зміна в'язкості під дією руху леза ракеля. Такі параметри, як тиск ракеля, швидкість його руху і кут атаки, щільність його прилягання до трафарету, зазор між трафаретом і друкованою платою, впливають на продуктивність форми, об'єм і чіткість нанесеного шару паяльної пасти, а отже на точність. Варто враховувати, що в процесі нанесення можливі зміни реологічних характеристик пасти внаслідок зміни її структури, випаровування летких компонентів, зміни швидкості розтікання.

Відомі підходи пошуку математичних моделей процесу нанесення пасти ґрунтуються в основному на статистичних методах планування експерименту, де в якості змінних факторів приймаються: швидкість руху ракеля, кут атаки леза ракеля, тиск на трафарет, величина зазору між пастою і трафаретом. На точність і продуктивність операції нанесення впливає велика кількість незалежних і корельованих факторів. Математичні моделі процесу служать основою для якісної розробки ефективних алгоритмів керування обладнання, визначення оптимальних режимів роботи пристроїв.

Сітчастий трафарет моделюється як прямокутна система, жорстко закріплена по контуру зі зусиллям натягу ниток N_x і N_y вздовж осі x на відстані x_1 , від початку координат рухається ракель довжиною L і шириною $l = y_2 - y_1$ зі сталою швидкістю v , на якій діє зусилля \bar{P} під кутом α до осі абсцис і зусилля q_x направлене за рухом ракеля.

Рівняння руху системи трафарет – ракель має вигляд:

$$\begin{aligned}
& D_{11} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2(D_{12} + 2D_{66}) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_{22} \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} - \\
& - N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - N_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} (q_x + \bar{P} \cos \alpha) \delta(x - x_1 - vt) \times \\
& \times [\sigma_0(y - y_1) - \sigma_0(y - y_2)] \frac{\partial w}{\partial x} + \rho h^* \frac{\partial^2 w}{\partial t} = \\
& = \bar{P} \sin \alpha \delta(x - x_1 - vt) [\sigma_0(y - y_1) - \sigma_0(y - y_2)]
\end{aligned} \quad (1)$$

Тут введені наступні позначення: x, y - координати сітчастого трафарету; w - зміщення трафарету в напрямку нормалі під час руху ракеля; $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ - координати ракеля спочатку руху; ρ - густина матеріалу трафарету; h^* - товщина трафарету; $\sigma_0(y - y_1), \delta(x - x_1)$ - одинична функція Хевісайда і дельта-функція Дірака відповідно; a_1, b_1 - розміри комірки трафарету; a, b - геометричні розміри трафарету; a_2, b_2 - відстань між комірками трафарету;

$$\begin{aligned}
D_{11} &= \frac{Eh^*{}^3}{12} \frac{b_2}{b}; & D_{22} &= \frac{Eh^*{}^3}{12} \frac{a_2}{a}; & D_{12} &= \frac{Eh^*{}^3}{12} \frac{a_2 b_2}{ab}; \\
D_{66} &= \frac{Eh^*{}^3}{12} \frac{1 - \nu^2 a_2 b_2 / ab}{ab(a/a_2^3 + b/b_2^3)}.
\end{aligned}$$

Рівняння руху системи трафарет - ракель (1) в рухомій системі координат $\bar{x} = x - vt, \bar{y} = y$ можна записати так:

$$\begin{aligned}
& D_{11} \frac{\partial^4 w}{\partial \bar{x}^4} + 2(D_{12} + 2D_{66}) \frac{\partial^4 w}{\partial \bar{x}^2 \partial \bar{y}^2} + D_{22} \frac{\partial^4 w}{\partial \bar{y}^4} - N_y \frac{\partial^2 w}{\partial \bar{y}^2} - \\
& - (N_x + \rho h^* w^2) \frac{\partial^2 w}{\partial \bar{x}^2} + (q_x + \bar{P} \cos \alpha) \delta(\bar{x} - x_1) [\sigma_0(\bar{y} - y_1) - \\
& - \sigma_0(\bar{y} - y_2)] \frac{\partial w}{\partial \bar{x}} = \bar{P} \sin \alpha \delta(\bar{x} - x_1) [\sigma_0(\bar{y} - y_1) - \sigma_0(\bar{y} - y_2)]
\end{aligned} \quad (2)$$

Розрахунок форми поверхні нанесеної паяльної пасти після операції трафаретного друку зводиться до розрахунку швидкості розтікання пасти залежно від зміни процесу і реологічних властивостей пасти.

Для розрахунку розтікання пасти використовується узагальнене рівняння Бусінеска [3, 4], яке запишемо у вигляді:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = a^* \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(H \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(H \frac{\partial H}{\partial y} \right) \right], \quad (3)$$

де $Z = H(x, y, t)$ - рівняння довільної поверхні пасти після її нанесення через трафарет;

$a^* = \frac{k}{m}$ - коефіцієнт рівня притискання; m - пористість трафарету; k - коефіцієнт, що характеризує зміну притиску пасти через комірки трафарету.

Якщо прийняти усереднену величину $k = (kH)_{cp}$ і врахувати, що початкова поверхня пасти $H_0(x, y)$, то розв'язок рівняння (3) має вигляд:

$$H(x, y, t) = \frac{1}{4\pi a^* t} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left(1 - \frac{r^2}{4a^* t}\right) H_0(x_1, y_1) dx_1 dy_1$$

де

$$r^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 \quad (4)$$

Окремо розглядається випадок, коли паста в початковий момент являє собою

прямокутний паралелепіпед висотою h і $(-r_1 \leq x \leq r_1; -r_2 \leq y \leq r_2)$. Тоді початкове положення поверхні пасти запишеться у вигляді h_0 при $|x| \geq r_1, |y| \geq r_2$ і $h_0(x, y) = h$ при $|x| \leq r_1$.

Тоді розв'язок рівняння (3) набуде вигляду:

$$H(x, y, t) = H_0 + \frac{1}{4\pi a^* t} \int_{-r_1}^{r_1} dx_1 \int_{-r_2}^{r_2} dy_1 \exp\left(-\frac{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}{4a^* t}\right) \quad (5)$$

Отже, для окремої форми контактної площадки у випадку застосування різних за масою компонентів для підвищення точності нанесення паяльної пасти та збільшення надійності з'єднання отримані математичні співвідношення для моделювання процесів і вибору оптимальних режимів їх проведення, підвищення точності виготовлення складних електронних систем.

Висновки Отримана модель процесу дозволяє створити виконавчі органи спеціального технологічного обладнання, виявити та оптимізувати найважливіші параметри процесу і розрахувати характеристики ефективного управління в умовах автоматизованого виробництва.

Установлений взаємозв'язок вхідних і вихідних параметрів процесу та виконані розрахунки дозволяють для різних типорозмірів плат нових виробів підвищити якість нанесення паяльної пасти і провести оптимізацію режимів групової пайки, підвищити надійність електронної техніки.

Література

1. Грачев А., Мельник А., Панов Л. Поверхностный монтаж при конструировании и производстве электронной аппаратуры. – Одесса, ИНТЭПИ, 2003. – 183 с.
2. Джонс П. Повышение плотности печатного монтажа на платах // Электроника. 1991, № 17. – С.51-57.
3. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств. – М.: Высшая школа, 1990. – 432 с.
4. Седов Л.И. Механика сплошной среды. – М.: Наука, 1984. Т. II. – 560 с.

Надійшла до редакції
14.5.2008 р.

УДК 621.391: 621.314

А.В. Толбатов

Сумский государственный университет, Украина

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОТУРБИНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЕЙ НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ GE FANUC

Введение

Одним из способов эффективного использования энергоресурсов и обеспечения надежного энергоснабжения является применение газотурбинных электростанций (ГТЭ) небольшой мощности (до 25 МВт). На Сумском машиностроительном научно-производственном объединении (СМНПО) им. М.В. Фрунзе изготовлена ГТЭ для собственных нужд мощностью 16 МВт. ГТЭ создана на базе газотурбинного двигателя и генератора российского производства. Система управления (СУ) указанной ГТЭ изготовлена на СМНПО с участием фирм Advantek Engineering (Москва) и Advantek International (Нью-Джерси, США).

Основные результаты

СУ ЭГТУ построена на основе ПЛК GE Fanuc сер. 90-70, успешно применяемого для управления газоперекачивающими агрегатами [1] с газотурбинным и электрическим приводом. В базовом конструктиве ПЛК установлены блок питания, центральный процессор, дискретный модуль ввода, дискретный модуль вывода, аналоговый модуль ввода, аналоговый модуль вывода, коммуникационный модуль Modbus Slave, контроллер полевой шины Genius. К полевой шине подключены станции ввода/вывода Field Control.

Модули ввода/вывода, установленные в базовом конструктиве, обеспечивают ввод данных, критичных ко времени их обработки, и управление исполнительными элементами защиты установки. Аналоговый модуль вывода используется для управления клапаном подачи топлива ДУС 6.5 российского производства.

Подсистема ввода/вывода Field Control [2] обеспечивает с достаточным быстродействием ввод технологических параметров и выдачу управляющих сигналов. Применение модулей Field Control позволяет достичь значительного экономического эффекта как вследствие уменьшения стоимости оборудования GE Fanuc, так и в результате упрощения конструкции шкафов СУ и