

**Висновки**

В роботі побудована сучасна автоматизована інформаційно-пошукова системи вибору маніпулятора промислового робота.

Розроблено алгоритм автоматизованої інформаційно-пошукової системи вибору маніпулятора промислового робота.

Розроблена база даних вибору маніпулятора промислового робота, за допомогою якої зменшується час пошуку і визначення головних технічних параметрів. База даних автоматизованої інформаційно-пошукової системи включає чотири таблиці: name\_firm; developer; model; options, кожна з яких зберігає інформацію про маніпулятори. Також в базу даних можна додавати нову і видаляти неактуальну інформацію, проводити пошук за задалегідь спроектованими запитами.

В роботі для пошуку потрібного промислового робота-маніпулятора було вибрано середовище для

програмування – Eclipse, що є одним з кращих рішень з усіх запропонованих програм на сьогоднішній день. Також було використано чотири мови програмування HTML, PHP, JavaScript, MySQL, кожна мова виконує конкретну задачу, тим самим розширює і, в деякій мірі, спрощує виконання поставленої задачі

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Манніг К. Введення в інформаційний пошук [Текст] / К.Манніг. – М.: Вільямс, 2011. – 200 с.
2. Федорова, Г. Н. Информационные системы [Текст] / Г. Н. Федорова – Москва, Академия, 2013. – 208 с.
3. Путькина Л. В. Интеллектуальные информационные системы [Текст] / Л. В. Путькина Т. Г. Пискунова – Москва, СПбГУП, 2008. – 228 с.
4. Фролова К.В. Механика промышленных роботов: Учеб. пособие для вузов: В 3-х кн [Текст] / К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. – М.: Высш.шк., 1998. – 380 с.

УДК 621.791.35/37

**ТЕРМОПРОФІЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ЗБОРОК**

*М.В. Долженко, В.О. Лебідь, Державне підприємство Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування, м. Харків*

*У статті розглянута технологія налагодження процесу пайки по температурно-часовій характеристиці (термопрофіля) з попереднім нагрівом до 190°C та швидкістю нагріву 1-3°C/сек.*

*В статтє рассмотрена технология отладки процесса пайки по температурно-временной характеристике (термопрофиля) с предварительным нагревом до 190°C и скоростью нагрева 1-3°C/сек.*

*The technology of soldering debugging process according to temperature-time characteristic (thermoprofile) with preheating to 190°C and heating rate 1-3°C/sec has been considered in the article.*

**Ключові слова:** температура, час, термопрофіль, пайка, якість.

**Вступ**

Виробництво радіоелектронної апаратури на даний час розвивається високими темпами. Радіоелектронна і обчислювальна техніка міцно увійшли в життя і зайняли своє місце в багатьох сферах діяльності людини в самих різноманітних формах – від найпростіших електричних схем до найскладніших обчислювальних комплексів, що включають у себе тисячі компонентів.

Розвиток радіоелектронних засобів характеризується підвищенням функціональної складності, рівнем інтеграції, швидкодією і тепловиділенням елементної бази. Все це веде до ускладнення конструкцій і підвищення вимог до їх виробництва, ефективності роботи та ін.

Сучасна елементна база радіоелектронних компонентів має на увазі використання різних за своїми характеристиками і принципом дії систем паяння, таких, як: конвекційне групове паяння, паяння в газовому середовищі, паяння ІК-нагріванням.

Однією з найважливіших вимог таких систем є забезпечення правильної зміни температури в часі, щоб уникнути термоударів, забезпечити хорошу активацію флюсу і змочування поверхні припоєм. При цьому технологія налагодження процесу паяння, а саме створення температурної карти (термопрофілю), не завжди містить заходи щодо поліпшення паяння через відсутність необхідних для цього засобів і методик. Найчастіше у виробництві радіоелектронної продукції використовують системи паяння різноманітних виробників, де контроль температури може вимірюватись в той чи інший спосіб. І, на жаль, це не означає, що один і той же термопрофіль, який задається, буде однаково оброблений системами паяння, що, у свою чергу, відображується на якості паяння продукції, яка випускається [1].

**Термопрофілювання**

Типова послідовність операцій в технології поверхневого монтажу включає у себе нанесення паяльної пасти на контактні площадки, установку компонентів, групове паяння методом оплавлення пасти в печі, відмивання плати і нанесення захисних покриттів.

Кожна з перерахованих операцій в тій чи іншій мірі впливає на якість готового виробу, проте, особлива увага приділяється деталям процесу паяння, а саме процесу нагріву.

Термопрофілювання, як один з етапів технологічного процесу монтажу електронних компонентів, являє собою процес формування температурного профілю – температурно-часової характеристики процесу паяння, заснованого на кількісному вимірі складових, тобто температури і часу, та визначенні їх відповідності необхідним допускам [2].

Оплавлення припою проходить у відповідності з наступними етапами: попередній нагрів, що закінчується активацією флюсу; нагрів перед плавленням (плавлення); оплавлення (рідка фаза); охолодження. Кожен з етапів характеризується температурно-часовою залежністю (швидкість зростання або спаду температури від часу), рис. 1.

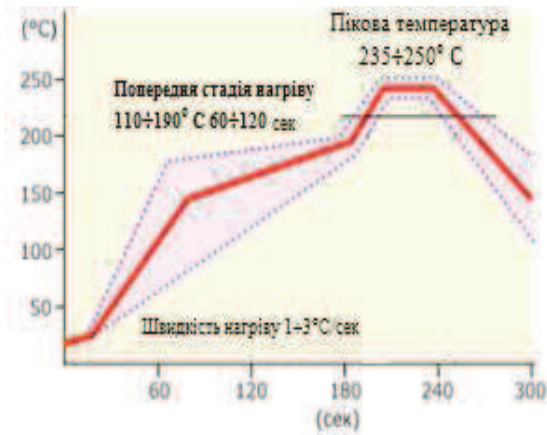


Рис.1. Температурно-часова характеристика

У процесі формування термопрофілю електронної збірки технологом проводиться дослідження температурних режимів паяння елементів, які застосовуються, їх габаритні розміри, аналізується компоновка на платі, а також враховується її конструктив в цілому. Якщо температурний профіль побудований вірно, то результатом оплавлення паяльної пасти буде надійне паяне з'єднання і неушкоджений друкований вузол. Збільшення щільності монтажу, наявність компонентів різної теплоємності на одній і тій же друківаній платі, перехід на безсвинцову технологію – всі ці фактори ускладнюють температурний профіль і зобов'язують точно дотримуватись його параметрів під час паяння. Відхилення від потрібного температурного профілю навіть в кілька градусів може негативно позначитись на утвореному паяному з'єднанні.

### Ручне профілювання

При профілюванні вручну кілька термопар прикріплюється до певних ділянок компонентів на друківаній платі (далі ДП), яка відправляється в піч для паяння, після чого отримані вимірювання записуються реєстратором для складання профілю. Цей пристрій отримує дані і відображає залежність температури від часу, а також надає вибіркві дані, наприклад максимальну температуру, час плавлення та ін. Перевагою цього методу є жорстке кріплення термопар до вимірюваних ділянок.

Таким чином, визначення тимчасової залежності температури компонентів засноване на вимірах методом прямого контакту. Однак, у цього методу є цілий ряд недоліків та обмежень: кріплення термопар впливає на точність показань, що зчитуються; при використанні високотемпературного припою або епоксидної смоли для кріплення спаяний кінець термопар вимірює не

температуру поверхні друківаної плати або компонента, а температуру невеликої ділянки покриття спаю. Використання алюмінієвої клейкої стрічки для кріплення термопар значно підвищує точність вимірювань завдяки тому, що ця стрічка лише в мінімальному ступені впливає на них. Щоб отримати дані, що характеризують конкретний виріб, необхідно використовувати лише одну друківану плату з усієї партії. Однак, в результаті повторних вимірів, коли плата кілька разів піддається впливу високих температур печі, її вага зменшується через вигорання матеріалу і цей зразок вже не можна вважати репрезентативним. При повторному кріпленні термопар, пов'язаному з підйомом (відривом) термопар від поверхні друківаної плати або компонента, отримані результати не репрезентативні. Добре відомо, що ці результати кожного разу дещо відрізняються від попередніх. І у цьому випадку алюмінієва смужка дозволяє уникнути розбіжностей. Можливо, найбільшим недоліком вимірювання термопрофілю вручну є вибірквий характер цього методу «наосліп». Іншими словами, реєструючий пристрій може не помітити змін у тепловому процесі.

Профілювання вручну може перешкоджати виконанню виробничого процесу. Це трудомісткий і мінливий метод, який потребує участі оператора [3].

### Автоматичне термопрофілювання

Як і більшість автоматів, система автоматичного профілювання працює відповідно до встановленої програми. Для програмування системи спеціаліст виконує одноразове ручне профілювання. В результаті генеруються два набори окремих потоків даних: профіль друківаної плати, який вимірюється за допомогою термопар, що кріпляться до певних ділянок ДП; профіль внутрішньо камерного середовища на шляху проходження друківаної плати, а також швидкість переміщення і положення ДП при виконанні програми. Процес нагрівання і охолодження об'єкта залежить від декількох термодинамічних змінних. Вимірювши їх, можна точно розрахувати тепловий профіль об'єкта.

У разі, коли плата в печі переміщується, її профіль визначається наступними змінними: різницею температур між ДП і оточуючим повітрям; тривалістю тих впливів, які випробує на собі плата; масою і термодинамічними параметрами ДП.

За допомогою 30 датчиків температури, встановлених вздовж шляху проходження друківаної плати, автоматична система безперервно вимірює параметри навколишнього середовища, які впливають на ДП в процесі паяння. Положення друківаної плати і той час, протягом якого вона піддається впливу навколишнього середовища, вимірюються датчиком положення плати і датчиком швидкості конвеєра (додатково встановлених в піч). Нарешті, автоматизована система вивчає термічні параметри виробу ДП, відстежуючи процес її нагрівання і охолодження при виконанні програми.

Таким чином, будується модель, яка точно розраховує майбутній профіль на основі змінних даних,

що отримуються безперервно. Кінцеві дані профілю по кожній друкованій платі безперервно записуються. Ці вимірювання виконуються без участі людини і не впливають на процес виробництва.

Безперервний характер використання цього методу дозволяє уникнути виконання теплового процесу на осліп. Вимірюється профіль кожної окремої друкованої плати. Профіль визначається також відповідно до технологічного вікна, щоб упевнитись у дотриманні вимог специфікації. Дані зберігаються на випадок повторного використання, що забезпечує однаковість вимірювань процесу.

Автоматичне профілювання дозволяє здійснювати ефективно введення даних у карту статистичного контролю. Ця карта використовується для інформування відповідальних фахівців про негативні тенденції або про вихід теплового процесу з-під контролю. В результаті з'являється можливість відрегулювати технічний процес або параметри печі ще до появи дефектів. Скорочується вартість виробництва за рахунок простою обладнання, зменшення браку продукції, виключення необхідності доопрацювання і ручної праці.

Метод автоматичного термопрофілювання можна використовувати для пошуку несправностей пов'язаних з виходом із ладу придатних компонентів. І хоч більшість інженерів вважає, що тільки 5-10 % всіх дефектів пов'язані з паянням оплавленням і хвилею, їх часто доводиться усувати помилки, почавши з аналізу профілю. Так відбувається тому, що піч або автомат для паяння хвилею, по суті, являють собою «чорний ящик» на тлі відносно хорошого доступу до даних від всіх інших установок і процесів технологічної лінії. Для отримання (зняття) незапланованого профілю оператору може знадобитися до 30 хвилин, а іноді і більше, що призводить до вимушеного простою устаткування. Якщо отриманий профіль вказує, що проблема не пов'язана з термічним процесом, тоді дорогий час вимушеного простою використовується для пошуку причин проблем на лінії. В той же час система автоматичного профілювання миттєво повідомляє оператору про відповідність процесу заданим параметрам [3].

#### **Точність методу автоматичного термопрофілювання**

Виникає закономірне питання - наскільки точно виконується автоматичне вимірювання профілів друкованих плат у порівнянні з профілюванням шляхом фізичного контакту між платами і термопарами. Точність автоматизованого методу недостатньо велика, але вище, ніж у ручного методу в силу наявності головних недоліків останнього. Крім того, автоматичний метод дозволяє легко визначити погрішність вимірювань. При автоматизованому вимірюванні профілю враховується кожна плата, яка покидає обладнання для паяння. У процесі ручного зняття профілю термопари

приєднуються до плати і надходять два потоки даних для одної друкованої плати: дані, виміряні автоматизованим методом, і дані профілю, отримані вручну. Оператор може проводити цю процедуру регулярно відповідно до встановленого графіка для перевірки і визначення відхилення.

Вже достатньо велика кількість виробників усього світу мають наміри використовувати метод автоматичного профілювання. Більшість цих підприємств оснащені сучасними системами управління процесами і контролю за виробництвом, що сприяє реалізації даного методу з більшою точністю [3].

Часто виникає і питання про доцільність контролю за тим, як працюють сучасні печі для паяння оплавленням і автомати для паяння хвилею. Однак, в ряді випадків печі можуть постраждати від варіацій технологічного процесу, які ними не контролюються. Наприклад, в результаті нестабільної роботи витяжної системи підприємства. Саме тому слід розуміти, що система автоматичного виміру профілю дозволяє лише частково автоматизувати виробництво, отримати відтворювані результати, підвищити якість виробів і скоротити витрати виробництва. Але й цього чимало.

#### **Висновки**

Технології електронної зборки постійно вдосконалюються, щоб відповідати новим баченням якості виробів і вимогам щодо зменшення їх вартості.

Можливо, однією з останніх операцій, які ще виконуються вручну на технологічних лініях, залишилося термопрофілювання. Багато десятиліть вимір термопрофілю вручну на підприємствах по електронній збірці вважався найкращим методом визначення оптимальних параметрів печі для паяння оплавленням і устаткування для паяння хвилею, а також упевнитися в тому, що тепловий процес відповідає заданим параметрам. Однак сучасна елементна база, методи пайки, багатосерійність електронних виробів та вимоги до якості виготовленої продукції роблять необхідним автоматизувати дану операцію.

Відстеження термопрофілю дає наступні переваги: збільшення продуктивності; зменшення виробничого браку; підвищення ефективності витрат матеріалу; зниження ризику і запобігання псуванню продукції, відповідність вимогам технічної документації, якою керуються під час процесу виробництва.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Рогачев А. Средства построения термопрофиля пайки печатных плат компании ESD/ А. Рогачев // Технологии в электронной промышленности, 2008. - Вып. 6. - С. 42 - 45.
2. Неразрушающий контроль и диагностика №4, 2014 с. 28-37
3. Термопрофилрование [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://mobila2008.ru/mob/termoprofilirovanie.html>