

Инновационные технологии пайки: парофазная пайка

Александр Серёгин, Максим Антонов (Московская обл.)

В статье рассмотрен новый тип печей оплавления дозированного припоя – парофазные печи. Проанализированы их преимущества перед конвекционными способами оплавления.

Одной из основных проблем при сборке и монтаже изделий, наряду с нанесением паяльной пасты, является правильный подбор термопрофиля оплавления. Насыщенность современных электронных модулей компонентами различных габаритов, массы, теплоёмкости, типокорпусов, свинцовые и бессвинцовые покрытия выводов, а также различные типы припойных паст предъявляют особые требования к печам оплавления.

Основная проблема печей оплавления – это температурный градиент в зоне нагрева. На ранних однокамерных моделях он достигал 30...40°C. Инженеры компаний, производящих печи оплавления, использовали невероятные ухищрения, чтобы обеспечить более или менее подходящий разброс температуры. Они увеличивали размеры печей до 6...7 м, делали сотни сопел подачи и отвода горячего воздуха (технология MULTI-JET), до полутора десятков зон нагрева и охлаждения, пытались совместить два способа нагрева – конвекционный и инфракрасный – и закачивали в печь инертные газы. Всё это позволило несколько улучшить ситуацию. Фотография современной конвекционной печи представлена на рисунке 1.

Но в итоге потребители столкнулись с другими проблемами. Во-первых, купить это оборудование – половина беды. Надо доставить и внести неразборную печь в производственное помещение: укрепить полы, сделать проёмы для вноса, вызвать специализирован-

ную технику для разгрузочных работ. Во-вторых, печь надо обслуживать, промывать, подбирать термопрофиль в зависимости от изделия (для этого также требуется специализированное оборудование). В-третьих, длительное время выхода печи на рабочий режим и громадные расходы на электроэнергию (мощность некоторых печей достигает 70 кВт). Да и стоимость таких печей приближается к астрономическим цифрам.

Парофазные печи лишены многих перечисленных выше проблем. Их энергопотребление, как и габариты, на порядок меньше. Благодаря действию обычных законов физики, во время пайки в среде пара можно добиться условий абсолютной стабильности процесса. Отсутствует необходимость в подборе термопрофиля. Поэтому в Европе парофазная пайка становится всё более популярной технологией.

В парофазной пайке, известной также как конденсационная пайка, для нагрева печатных плат используется тепловая энергия, получаемая при переходе теплопередающей среды из газообразного состояния в жидкое. Конденсат скапливается на поверхности платы до тех пор, пока температура печатной платы не сравняется с температурой пара. Из-за высокой плотности пара и образования плёнки жидкости на поверхности платы в результате конденсации, весь процесс нагрева происходит в инертной среде, лишённой кислорода. Количество передаваемого тепла прямо пропорционально количеству подаваемой тепловой энергии.

Перечислим преимущества парофазной пайки:

- процесс нагрева не зависит от формы, цвета, массы и распределения массы изделия;
- пайка происходит без доступа кислорода и без использования инертного газа;

- пиковая температура пайки зафиксирована;
- возможно настроить градиент температуры во время нагрева;
- в паяном соединении снижается количество пустот;
- разница температур компонентов во время пайки минимальная;
- перегрев или расслаивание печатной платы (ПП) невозможны, как и повреждения компонентов, поскольку температура ПП никогда не превысит температуру кипящей жидкости;
- отсутствуют проблемы при работе с многоуровневыми компонентами;
- на процесс пайки не влияет геометрия ПП и плотность монтажа;
- низкий расход электроэнергии благодаря высокой эффективности теплопередачи (мощность печи редко превышает 4 кВт);
- настройка рабочих параметров по сути сводится к вводу градиента температуры.

Рассмотрим технологический процесс пайки в парофазной печи более подробно. Схематически принцип работы парофазной печи представлен на рисунке 2, внешний вид – на рисунке 3.

В полностью герметичной камере находится жидкость-«медиум» (переносчик) при температуре 240°C, представляющая собой кипящий фторуглеродный полимер. Эта жидкость химически инертна и безопасна с точки зрения охраны труда и окружающей среды. За счёт нагрева жидкости создаётся пар. В этот пар помещается ПП с нанесённой паяльной пастой и установленными компонентами. Пары конденсируются на ПП, отдавая скрытую теплоту парообразования и тем самым нагревая плату. Когда температура ПП достигает температуры жидкости, процесс конденсации прекращается и нагрев заканчивается. В результате нанесённая паяльная паста оплавляется, формируя галтель припоя. Затем ПП извлекается и передаётся дальше по технологическому циклу. В результате полного замкнутого цикла – от нагрева жидкости до конденсации – её расход



Рис. 1. Конвекционная печь фирмы Ersa
Длина 6,4 м, вес около 3 т, количество рабочих зон 13, потребляемая мощность 63 кВт

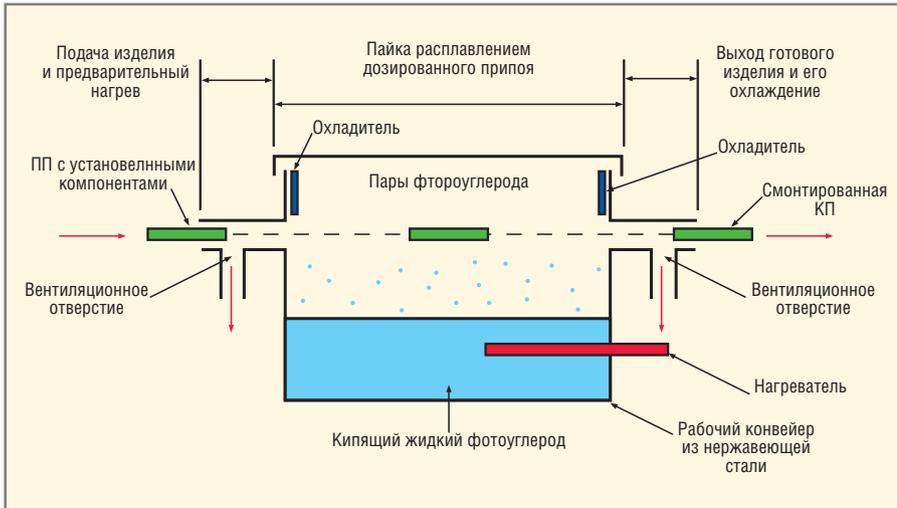


Рис. 2. Принцип работы парофазной печи

обычно не превышает 1...2 г за рабочий цикл.

В современных парофазных печах имеется вакуумный модуль, который включается сразу после оплавления припоя; за счёт этого значительно снижается образование пустот в паяных соединениях ещё до момента затвердевания. Особенно это актуально при бессвинцовых технологиях, т.к. припой, не содержащий свинец, обла-

дают гораздо меньшим смачиванием, что приводит к образованию и скоплению микропустот в паяном соединении.

В заключение следует упомянуть о недостатках парофазных печей:

- зависимость от зарубежного производителя жидкости-«медиа»;
- из-за особенностей технологического процесса сложно обеспечить высокую производительность печи.



Рис. 3. Внешний вид парофазной печи

ЛИТЕРАТУРА

1. Нинг-Ченг Ли. Технология пайки оплавлением, поиск и устранение дефектов: Поверхностный монтаж, BGA, CSP и Flip-Chip технологии. Технологии, 2006.
2. Кравченко К.В. Технология поверхностного монтажа.
3. Серёгин А.В., Антонов М.А. Возможности смешанной технологии монтажа компонентов. Современная электроника. 2010. № 3.

