

# Конденсационные паяльные установки для бессвинцовой пайки и пайки без пор

## Концепция и технология

**На первый взгляд это выглядит достаточно просто: разогревается жидкость, и в ней производится процесс пайки. Но, как это часто случается, подвох таится в деталях. Как управлять процессом испарения при серийном производстве? Есть ли возможность автоматически следить за градиентом температур? Каков расход рабочей жидкости? Какая пропускная способность должна быть достигнута? Какой тип машин актуален для данного производственного процесса? Можно ли использовать бессвинцовую пайку? В данной статье мы постараемся ответить на все эти вопросы.**

Уве Филор (Uwe Filor)

u.filor@asscon.de

Общие сведения

При погружении электронного модуля в конденсационную печь он покрывается жидкой, так называемой конденсационной пленкой. Благодаря свойствам пленки проводить тепло, оно передается в сторону более холодной части, то есть в направлении электронного модуля. Конденсация на жидкой пленке связана с изменением агрегатного состояния. Процесс происходит до тех пор, пока температура насыщенного пара не станет такой же, как и температура жидкой пленки. Как только это необходимое состояние достигается, можно считать, что электронный модуль запаян.

Как можно реализовать теоретические основы с помощью технических устройств?

Различные градиенты температур при нагреве

Как правило, на практике перед погружением в насыщенный пар электронные узлы всегда подвергались предварительному нагреву. Это ограничивало изменение скорости нагрева и приводило к двухступенчатому его профилям. AssCon разработала и запатентовала процесс, обеспечивающий постоянный нагрев электронного модуля, что позволило варьировать время достижения заданной температуры. В основе процесса лежит линейная зависимость парообразования от подводимого количества теплоты. Посредством подачи энергии можно регулировать количество пара. За счет этого при нагреве электронного узла градиент температуры выбирается произвольно. Высота пара определяется с помощью сенсоров. Если температурный градиент уже однажды задан, то прибор самостоятельно полностью прорабатывает температурный профиль. Процесс оплавления регистрируется с помощью нового вида автоматического определения точки оплавления.

Благодаря этой методике процесс конденсационной пайки обретает до сих пор невиданную гибкость. Этот процесс может быть оптимально отлажен для различных паяльных материалов. Теоретически возможен широкий набор различных программ. На практике же, чтобы покрыть потребности в стандартной продукции, достаточно лишь нескольких профилей, причем нагрев критических компонентов будет приниматься лишь как ориентировочный показатель.

Бессвинцовая пайка

Еще один плюс процесса конденсационной пайки — отсутствие жестких сроков замены свинца. Рассматриваемая паяльная система не зависит от припоя и при правильном выборе соответствующей рабочей жидкости может быть приспособлена к температурам плавления бессвинцовых припоев.

Занимающей довольно много времени установки температурных профилей в этом случае не требуется.



Рис. 1. Установка периодического действия



Рис. 2. Конвейерная установка

В процессе бессвинцовой пайки наивысшая точка плавления достигает 230 °С. Поэтому необходима только замена рабочей жидкости с температурой испарения 200 °С на жидкость с температурой испарения 230 °С. Иных изменений в оборудовании не требуется. Таким образом, применяемая на сегодняшний день конденсационная печь, если это потребует-ся по ситуации, может быть перенастроена на бессвинцовую пайку.

**Конвейерная печь или печь периодического действия**

Производственная программа фирмы ASSCON охватывает системы для конденсационной пайки плат различных размеров. Примерные объемы производства определяются типом машины.

**Изготовление прототипов**

Для специальных испытаний и изготовления опытных образцов предоставляется настольная лабораторная установка (максимальный размер печатной платы — 300×300 мм.) Для плат с большим формфактором может быть применена новая установка “Quicky 450” с интегрированной в нее системой охлаждения.

**Среднесерийное производство**

Установки периодического действия (рис. 1) существуют в трех исполнениях для плат различных размеров (до 500×600 мм). Они состоят из технологической камеры для подачи и забора электронных узлов и окончательной зоны для пайки с паровой камерой. Также они могут быть оснащены автоматизированной подачей, размещенной на передней части установки, для загрузки, разгрузки и других функций — по принципу конвейерных установок.

**Крупносерийное производство**

Конвейерная установка VP 2000 (рис. 2) состоит из трех технологических камер для предварительного нагрева, пайки и охлаждения. Штыревая система подачи, регулируемая по ширине, транспортирует электронные модули для пайки через систему. Установки с двухдо-

рожечным конвейером значительно повышают продуктивность процесса.

Все установки обладают качественной системой охлаждения и возможностью улавливания рабочей жидкости, что позволяет минимизировать потери. Модульный программируемый контроллер (SPS) оснащен сенсорным монитором с разнообразными функциями для управления процессами, контроля и обработки документации. Визуализированные символы наглядно показывают состояние установки.

**Пайка без пор**

В процессе разработок фирме AssCon удалось найти способ пайки без пор. Если применять бессвинцовые паяльные пасты, процесс принимает совершенно иной вид. Из-за более высоких температур заметно увеличивается количество пор в паяных соединениях. Появление пор (рис. 3), например, в выводных контактах процессоров (особенно в шариковых контактах BGA), может вызвать перегрев компонента и выход его из строя.

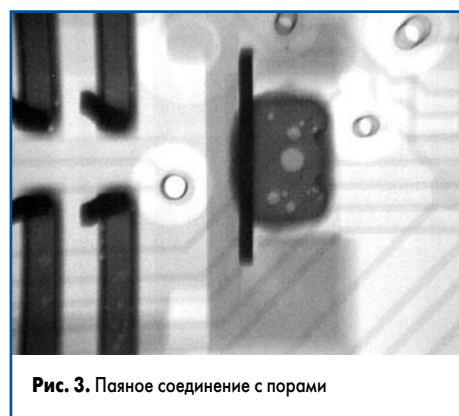


Рис. 3. Паяное соединение с порами

Именно такая постановка задачи привела к разработке вакуумной конденсационной паяльной установки третьего поколения. Главным звеном этого процесса является комбинация установки конденсационной пайки с мягким и абсолютно свободным от окислов нагревом каждого паяного соединения с вакуумной камерой, которая после процесса пайки удаляет поры из еще расплавленного металла.

При температуре выше точки плавления припоя электронный узел поднимается из конденсационной фазы и при заданном температурном режиме моментально подвергается вакуумной обработке. Создание вакуума во всей системе не является необходимым. В составе паяльной печи вакуумный модуль выглядит как раструб вытяжки, в которую после пайки помещается электронный модуль с еще расплавленными паяными соединениями. После герметичного закрытия раструба внутри него создается конечный вакуум в 30 мБар. Этот вакуум выдерживается 10 с. В течение этого времени из еще расплавленных паяных соединений удаляются все поры и поврежденные места (дефекты). В заключение вакуумная камера вентилируется воздухом или азотом и снова открывается. Электронный узел перемещается далее в зону охлаждения. Таким образом, даже в больших паяных соединениях возможна пайка без пор (рис. 4).

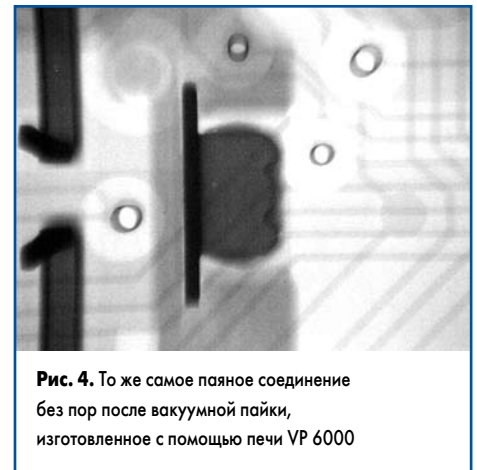


Рис. 4. То же самое паяное соединение без пор после вакуумной пайки, изготовленное с помощью печи VP 6000

Преимущества этого процесса:

- Пайка без пор даже при больших контактных площадках.
- Простая вакуумная техника, только небольшие емкости должны быть эвакуированы.
- Максимальная температура при пайке бессвинцовых материалов составляет 230 °С.
- Конвейерные печи и печи периодического действия с вакуумной техникой уже находятся в эксплуатации.
- При применении вакуумной техники общее время процесса продлевается всего на 15% (приблизительно).

**Паяльная паста и шаблоны**

Как правило, при использовании компонентов с малым шагом применяется паяльная паста — тип порошка 3-го класса. Согласно гауссовскому распределению 85% частиц порошка имеют диаметр 20–35 мкм. Форма шара выбирается для того, чтобы создавалась минимальная окисляющаяся поверхность, кроме того, процесс обработки в данном случае оптимален. При пайке в паровой фазе используются только слабо активированные пасты, так как процесс пайки производится при отсутствии кислорода. Чтобы избежать эффекта «надгробного камня», применяется паста с диапазоном температур плавления (например, при эвтектическом припое) от 179 до 183 °С.

Как правило, применяются шаблоны с толщиной 120–150 мкм, причем размер контактной площадки уменьшается на 15–25% в зависимости от ее геометрии.

#### **Отверждение клея**

В конденсационных печах может быть также отвержден практически любой клей. Единственным ограничением является то, что применять следует только предназначенные для пайки оплавлением компоненты. Полимеры, которые не являются термостабильными при 200 °С, использоваться не должны.

#### **Стоимость производства**

В то время, когда в других системах в больших количествах используется азот, основным физическим принципом конденсационных печей является пайка в бескислородной атмосфере. Поэтому конденсационные печи расходуют очень мало электроэнергии. А что касается расхода рабочей жидкости, то компании AssCon удалось минимизировать и эти затраты. Инертное вещество, коим является рабочая жидкость,

не вступает в физические и химические взаимодействия с другими веществами. Неудивительно, что, например, перфторполиэфир, будучи термостабильным и обладающий превосходной способностью создавать защитную пленку, входит в состав высококачественной косметики.

#### **Перспектива**

В течение 20 лет AssCon производит конденсационные паяльные системы. Компании удалось разработать технологию пайки без пор и реализовать ее во всех типах печей. Эта разработка уникальна.

Конденсационная пайка — технология будущего, востребованная в областях высоких технологий и высоких объемов.

**Примечание.** *Статья основана на материалах конференции «Совершенствование производства радиоэлектронной аппаратуры с использованием бессвинцовых и смешанных технологий пайки», проходившей 27–28 апреля в Санкт-Петербурге в рамках российско-немецкого проекта NEFEAT.*