



# Hotflow 2 – серия печей оплавления для бессвинцовой пайки

**В соответствии с решением Европейского союза, с 1 июля 2006 года вся поставляемая на европейский рынок электроника (за исключением изделий для военной и медицинской техники) должна производиться по бессвинцовой технологии.**

**Александр Соловьев**

lines@ostec-smt.ru

Самой затратной статьёй при переходе на бессвинцовые припои является оборудование для пайки. На первый взгляд при производстве печатных узлов по бессвинцовой технологии следует просто повысить температуру в зоне пайки. Но это приведет к негативным последствиям, которые скажутся на качестве и надежности выпускаемых электронных изделий.

Нужны новые параметры температурных профилей: повышение максимальной температуры, уменьшение скорости изменения температуры, увеличение времен предварительного нагрева, оплавления и охлаждения. Поэтому требуется новое или модифицированное технологическое оборудование для пайки с большим количеством зон нагрева и охлаждения, удовлетворяющее всем требованиям, которые появляются в связи с изменением параметров температурных профилей.

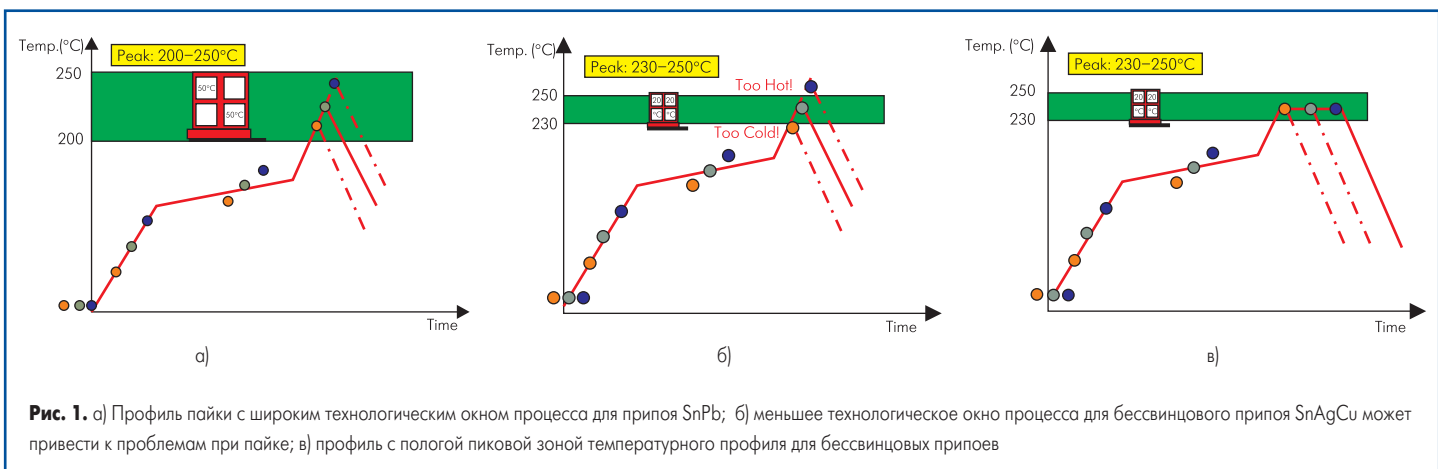
Параметры рекомендуемых температурных профилей оплавления для бессвинцовых припоев определены стандартом IPC JEDEC J STD 020C.

Температура, необходимая для образования интерметаллического соединения при использовании бессвинцовых припоев, увеличивается до 230–240 °C.

По существу, это означает общее повышение температуры в печи конвекционного оплавления на 30–40 °C по сравнению со стандартной технологией с использованием свинцовосодержащих припоев. Принимая во внимание, что для большинства поверхностно монтируемых компонентов максимально допустимые температуры при нагреве находятся в пределах от 250 до 260 °C, печи оплавления будут иметь очень узкое технологическое окно процесса и будут работать очень близко к предельным для компонентов и печатных плат температурам. Требуется максимально высокая точность поддержания температуры по площади каждой зоны нагрева и охлаждения.

## Ненаправленная и направленная принудительная конвекция

Простым вариантом модулей нагрева являются модули ненаправленной конвекции. Горячий воздух от нагревателя поступает в рабочую область печи через металлическую плиту с отверстиями. Отработанный, более холодный воздух удаляется из рабочей зоны через щели по бокам модуля.



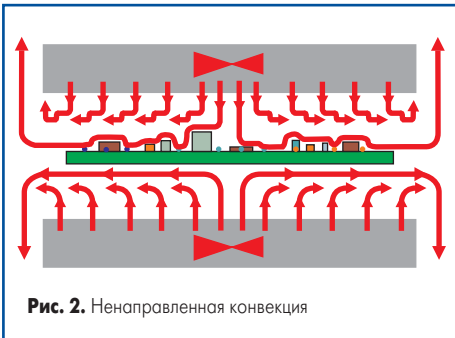


Рис. 2. Ненаправленная конвекция

Данная технология применяется в печах для производства несложных печатных узлов. Недостатки такого варианта наглядно показаны на рис. 2.

Горячий воздух, поступающий из отверстий модуля нагрева на плату, отдает ей тепло и «охлажденный» распространяется по ее поверхности. Причем охлажденный воздух в свою очередь снижает температуру воздушных потоков из соседних отверстий. Это приводит к разной степени нагрева различных частей печатного узла, что может послужить причиной непропаев или перегрева компонентов.

Также, независимо от того, работает ли печь на частичную или полную загрузку, воспроизводимость температурного профиля всегда имеет приоритетное значение.

Если отладка температурного профиля производится на одной плате в печи, то при запуске серийного производства можно столкнуться с проблемами появления непропаев, так как количества тепла, требуемого для качественной пайки одной платы, может не хватить для пайки нескольких плат, которые следуют одна за другой с небольшим промежутком. Если же отладить процесс для пайки нескольких плат, следующих одна за другой, то попытка пайки одного печатного узла часто приводит к обугливанию компонентов или платы.

Решить данную проблему помогла технология направленной, или контролируемой принудительной, конвекции (4). Принцип, разработанный компанией ERSA, смог устранить многие проблемы, связанные с пайкой оплавлением сложных электронных модулей.

Главной особенностью конвекционных модулей, названных Multijet, являются уникальные сопла, показанные на рис. 3.



Рис. 3. Конвекционные модули Multijet

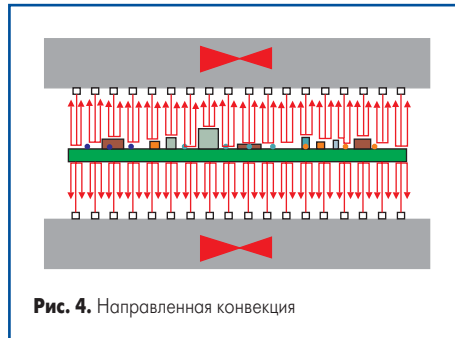


Рис. 4. Направленная конвекция

Воздух от нагревателей поступает не через отверстия, а через трубочки, которые создают более направленный поток воздуха. Удаление отработанного более холодного воздуха из рабочей зоны происходит не по краям модуля, а через отверстия вокруг каждого сопла. Таким способом удается исключить распространение более холодных потоков по поверхности печатного узла и тем самым избежать разности температур в различных точках печатной платы. В этом случае поперечные потоки сведены к минимуму.



Рис. 5. Рабочая зона печи серии Hotflow 2 с конвекционными модулями Multijet

Печь конвекционного оплавления, оснащенная системой Multijet, с минимальным разбросом температур по площади рабочей зоны, обеспечит необходимую для бессвинцового производства пологую пиковую зону температурного профиля и работу внутри требуемого для бессвинцовой пайки узкого технологического окна процесса.

Таким образом, система Multijet обеспечивает:

- постоянный, однородный поток воздуха;
- равномерный нагрев;
- минимальный разброс температур по ширине рабочей зоны;
- отличные результаты пайки независимо от того, работает ли печь на частичную или полную загрузку.

#### Серия конвейерных печей конвекционного оплавления Hotflow 2

Немецкая компания ERSA предлагает серию печей оплавления для среднесерийных, крупносерийных и массовых производств. Печи отличаются длиной рабочей зоны, а также количеством зон нагрева и охлаждения.

#### Особенности печей оплавления серии Hotflow 2

Конвекционные модули Multijet, формирующие постоянный, равномерный и однородный поток воздуха, не единственное преимущество печей серии Hotflow 2.

Для стабильного процесса производства электронных модулей не менее важен и надежный конвейер, предназначенный для перемещения печатных узлов. Поскольку при



Рис. 6. Конвейерная печь конвекционного оплавления Hotflow 2/12

Количество зон нагрева	6
Количество зон охлаждения	2
Длина рабочей зоны, мм	2450
Длина зон нагрева, мм	1650
Длина зон охлаждения, мм	800
Скорость конвейера, м/мин	0,2–2



Рис. 7. Конвейерная печь конвекционного оплавления Hotflow 2/14

Количество зон нагрева	7
Количество зон охлаждения	2
Длина рабочей зоны, мм	3440
Длина зон нагрева, мм	2570
Длина зон охлаждения, мм	870
Скорость конвейера, м/мин	0,2–2



Рис. 8. Конвейерная печь конвекционного оплавления Hotflow 2/20

Количество зон нагрева	10
Количество зон охлаждения	3
Длина рабочей зоны, мм	4840
Длина зон нагрева, мм	3620
Длина зон охлаждения, мм	1220
Скорость конвейера, м/мин	0,2–2



**Рис. 8.** Конвейерная печь конвекционного оплавления Hotflow 2/20

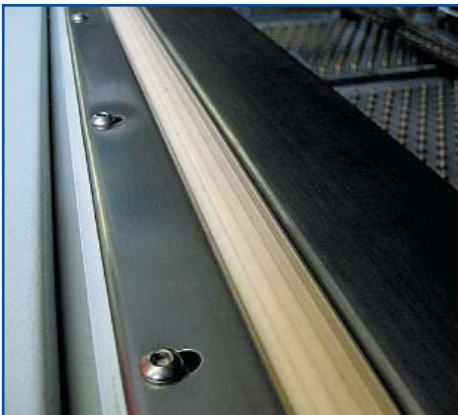
Количество зон нагрева	12
Количество зон охлаждения	4
Длина рабочей зоны, мм	6010
Длина зон нагрева, мм	4380
Длина зон охлаждения, мм	1630
Скорость конвейера, м/мин	0,2–2

использовании бессвинцовых припоев температура пайки выше, чем при пайке свинцовосодержащими припоями, то необходимо убедиться в способности конвейерной системы противостоять деформации под влиянием высоких температур. Благодаря многосекционной системе крепления конвейера в печах Hotflow 2, его деформация полностью исключена.



**Рис. 10.** Конвейерная система печей серии Hotflow 2

Все материалы, применяемые при производстве несущих конструкций и других элементов печей Hotflow 2, полностью совместимы с бессвинцовыми технологиями. Данный факт имеет очень большое значение, поскольку в бессвинцовых паяльных пастах используются более агрес-



**Рис. 11.** Все детали пригодны для бессвинцовой пайки



**Рис. 12.** Система очистки атмосферы в зоне предварительного нагрева

сивные флюсы, способные привести к повреждению элементов печи. Поэтому важно, используется ли в печах менее стойкая оцинкованная сталь, или высококачественная нержавеющая сталь, которая противостоит вредному воздействию, как в печах ERSA.

Превосходная тепловая изоляция печей серии Hotflow 2 позволяет предотвратить эмиссию тепла в окружающую среду, что приводит к более стабильному процессу и делает данные печи более экономичными.

Чистоту атмосферы и рабочей зоны печи обеспечивает многоступенчатая система улавливания конденсата. Система состоит из модуля предварительной фильтрации, фильтра для улавливания частиц и теплообменника для удаления конденсата. В итоге — существенное уменьшение затрат на отмычку печатных узлов, а также минимизация вероятности отказов оборудования и снижение эксплуатационных расходов, связанных с очисткой рабочей области печи.



**Рис. 13.** Моментальный доступ к верхним нагревательным и охлаждающим модулям

Еще одной уникальной особенностью печей Hotflow 2 является возможность оснащения комплектом для быстрого ремонта и обслуживания ASP.

При крупносерийном и массовом производстве электронных модулей очень важно свести к минимуму время простоев, связанных с проведением технического обслуживания. Комплект ASP обеспечивает легкий доступ и быструю замену всех компонентов печи благодаря выдвижным нагревателям, вентиляторам и модулям Multijet, а также другим возможностям.

Кроме того, все печи оплавления серии Hotflow 2 могут быть оснащены оборудованием для пайки в азоте — это позволяет добиться максимально качественных результатов при производстве электронных модулей, что особенно важно при переходе на бессвинцовые технологии. Увеличение температуры пайки приводит к более сильному окислению припоя и, соответственно, ухудшению качества паяных соединений. Пайка в азоте помогает уменьшить окисление припоя и добиться отличных результатов.



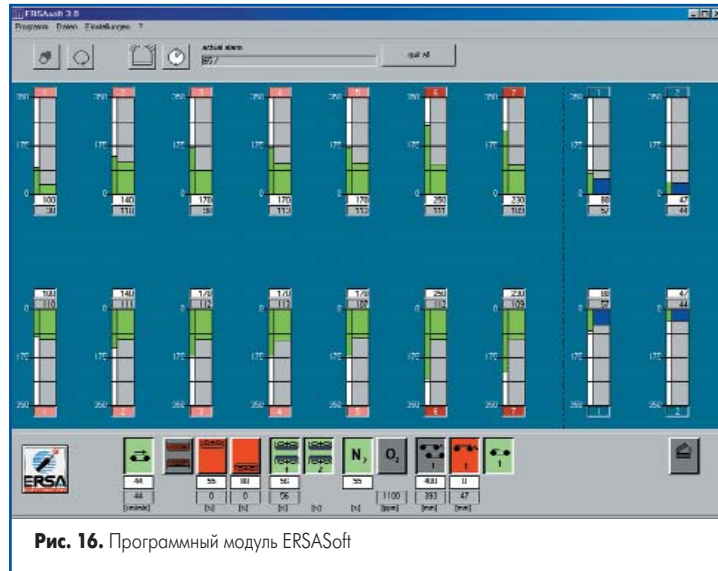
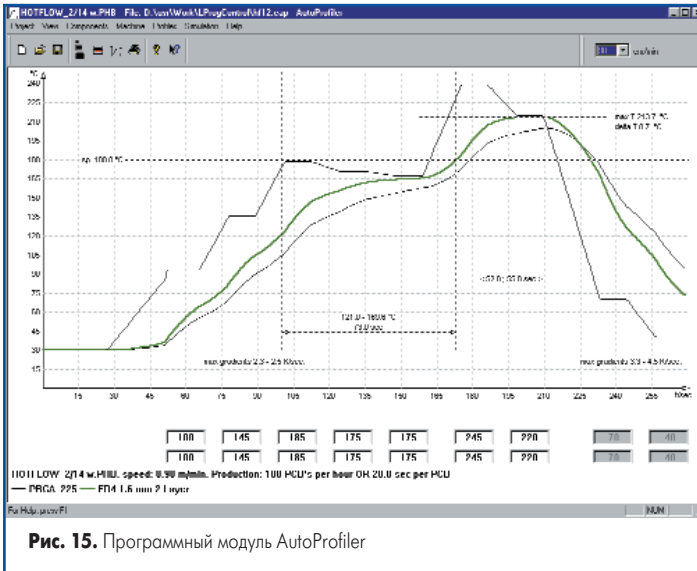
**Рис. 14.** Выдвижные нижние нагреватели, вентиляторы и модули Multijet

### Программное обеспечение

Для печей оплавления серии Hotflow 2 компания ERSA создала многофункциональный программный пакет EPOS 1, объединяющий несколько программных продуктов, которые охватывают все аспекты производственного процесса пайки.

#### AutoProfiler

Программный модуль AutoProfiler позволяет снизить время, требуемое для создания нового профиля пайки. Анализируя входные данные о конструкции печатного узла, материалах печатной платы и компонентах, AutoProfiler предлагает нужный вариант профиля пайки. Принимая во внимание, что при переходе на бессвинцовую пайку профили для всех печатных узлов должны быть изменены, снижение времени на создание профилей пайки приведет к существенной экономии.



**Рис. 17.** Устройство измерения температурных профилей Sensor Shuttle

### ERSASoft

Программное обеспечение ERSASoft контролирует, проверяет и отображает программы пайки, данные системы, следит, чтобы все параметры оставались в пределах своих полей допусков, и показывает позицию различных печатных плат в печи. Это гарантирует максимальный контроль над процессом.

### ESP

Программный модуль ESP (ERSA Shuttle Program) предназначен для работы с восьмиканальным устройством измерения температурного профиля Sensor Shuttle. Данное устройство позволяет определять ре-

альные значения температур на поверхности печатного узла для окончательной настройки оборудования. Для измерения температуры на поверхности печатного узла к нему прикрепляется 8 термопар Ni/CrNi. Далее печатный узел и устройство измерения запускаются в печь оплавления, где происходит измерение температурного профиля. Температуры в любой момент времени, максимальные температуры, перепады температур и другая информация графически отображается на дисплее благодаря программному обеспечению ESP. Диапазон измерения температуры составляет 2–400 °С.