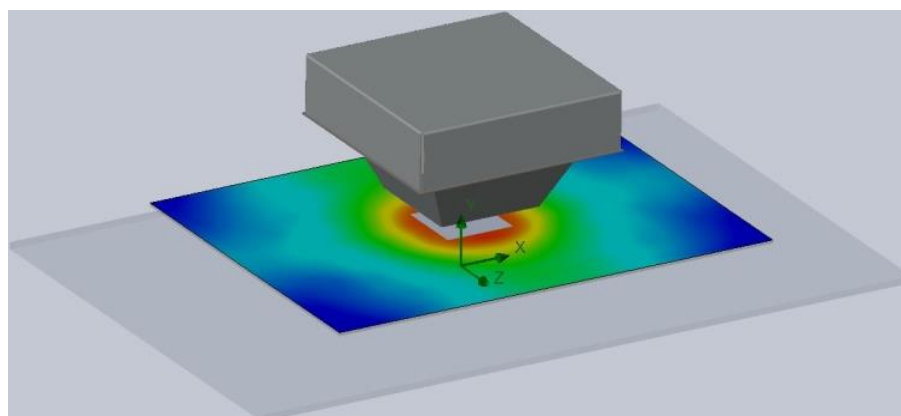


ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ИНФРАКРАСНАЯ  
ПАЯЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ИК-650 ПРО

3D концентраторы ИК лучей  
Информационный Бюллетень



Настоящим документом Компания ООО НТФ «Техно-Альянс Электроникс» имеет честь информировать многочисленных пользователей инфракрасной паяльной станции ИК-650 ПРО, а также потенциальных обладателей ИК-650 ПРО о существенном улучшении эксплуатационных характеристик паяльной станции.

Нами разработан **новый способ фокусирования ИК лучей в зоне пайки BGA**. Важным является то, что в результате улучшен техпроцесс пайки BGA, а также повышено удобство работы с паяльной станцией. Улучшены следующие эксплуатационные характеристики паяльной станции ИК-650 ПРО:

- Улучшена равномерность теплового поля в зоне пайки BGA.
- Уменьшен размер теплового пятна в зоне пайки BGA.
- Увеличена эффективность верхнего нагревателя без увеличения мощности нагревателя.
- Увеличено рабочее расстояние между корпусом верхнего нагревателя и печатной платой.
- Улучшен обзор зоны пайки BGA, также стало удобнее устанавливать контрольный термодатчик на печатную плату.

Улучшение технологии пайки BGA достигается за счет простой замены диафрагмы верхнего нагревателя **на новый 3D-концентратор ИК лучей**. В настоящее время **получено решение о выдаче патента** на новый способ нагрева при пайке BGA и конструкцию для его осуществления.

## ЧТО ОСТАЕТСЯ В ПРОШЛОМ?

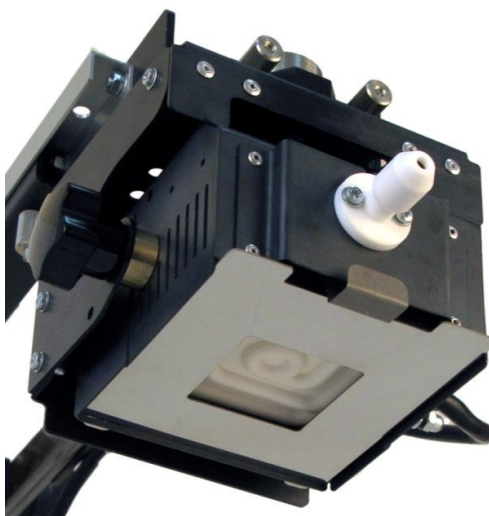


Рис.1

Изначально верхний нагреватель паяльной станции ИК-650 ПРО (рис.1) комплектуется плоскими диафрагмами, которые перекрывают часть теплового потока поступающего на печатную плату от ИК излучателя в зону пайки BGA. Этот принцип ИК-650 ПРО унаследовала от прототипов, в которых применялись регулируемые шторки на верхнем нагревателе.



Рис.2

В ИК-650 ПРО изначально шторки были заменены на сменные диафрагмы (рис.2) с квадратным отверстием посередине, которое мы называем «Окно излучения». Отказ от шторок

был сделан в пользу увеличения надежности изделия и снижения вероятности неправильной регулировки окна.

До сих пор очевидным считается, что чем меньше размер паяемого чипа, тем больше следует перекрывать тепловой ИК поток с помощью шторок или диафрагм на верхнем нагревателе. Таким образом, в настоящий момент практически на всех системах для инфракрасной пайки BGA используется типовая модель нагрева (рис. 3): вся плата подогрывается с помощью нижнего нагревателя, а сверху, с помощью верхнего нагревателя оснащенного диафрагмой или шторками, локально нагревается только зона расположения BGA.

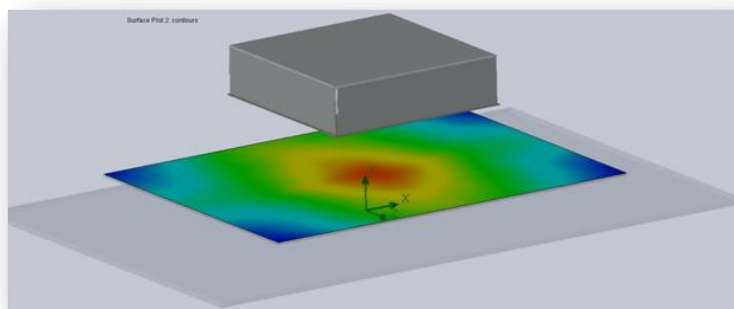


Рис. 3 Типовая модель нагрева платы при пайке BGA

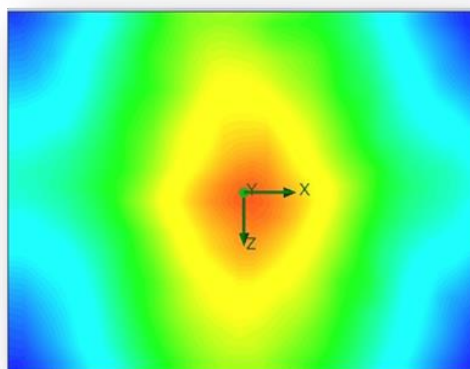


Рис. 4 Форма теплового поля, формируемая на печатной плате при типовой модели нагрева

Однако в процессе отладки ПО «Термопро-Центр», при переходе к серийному производству станции ИК-650 и получения технической информации от пользователей стали выявляться некоторые недостатки типовой модели нагрева.

- Относительная неравномерность зоны нагрева, связанная с конструктивными особенностями, как печатных плат, так и отдельных экземпляров ИК нагревателей.
- Слишком большое тепловое пятно, создаваемое верхним нагревателем на печатной плате.
- Большой нагрев центра чипа BGA по сравнению с его периферией.
- Необходимость существенного увеличения рабочей температуры ИК нагревателя при уменьшении окна излучения или увеличении расстояния между платой и ИК нагревателем.
- Энергетическая неэффективность типовой модели нагрева (по расчетам, подтвержденным нашими экспериментами, при пайке на плате выделяется всего 15-20 Вт поступивших от верхнего нагревателя).

Таким образом, форма теплового поля (рис. 4), формируемая на печатной плате при типовой модели нагрева была нами признана удовлетворительной (для пайки BGA на стандартные печатные платы ноутбуков и т.п.), но подлежащей дальнейшему улучшению.

## К ЧЕМУ ХОТИМ СТРЕМИТЬСЯ?

В идеале для качественной пайки BGA в зоне ее установки необходимо создать равномерное тепловое поле (зону нагрева) на площади примерно 40 x 40 мм с перепадом не более 5 градусов, и как можно больший градиент падения температуры за пределами зоны нагрева. Кроме того, нам необходимо получить возможность увеличить расстояние от верхнего излучателя (нагревателя) до платы с 30 до 50 мм, с целью «сгладить» тепловую неоднородность излучателя, а также улучшить визуальный обзор зоны пайки.

Для решения этой задачи в ООО НТФ «Техно-Альянс Электроникс» было принято решение провести исследования и эксперименты, а также произвести разработку новой конструкции верхнего ИК нагревателя. Для этого было необходимо:

1. Создать математические модели нагрева корпуса BGA установленного на печатную плату с учетом различных вариантов конструктивно возможных верхних нагревателей и учетом конвективных потоков и теплообмена в воздушной среде и на поверхности печатной платы. (Модель нижнего нагревателя строилась на основе положительно себя зарекомендовавшего термостола НП 34-24 ПРО с очень хорошей равномерностью температуры поверхности.)
2. Сравнить данные о процессе нагрева BGA полученные с помощью моделей с данными при реальном нагреве BGA. Цель сравнения – получение доверия к разработанным компьютерным моделям.
3. Провести компьютерные эксперименты на построенных моделях с целью изучения влияния различных конструктивных факторов верхнего нагревателя на формируемое температурное поле.
4. Получить картину теплового распределения на построенных моделях, а также попутные результаты. На основе полученной информации выбрать оптимальную конструкцию верхнего нагревателя, совместимую с имеющимися в эксплуатации станциями ИК-650 ПРО, чтобы получить возможность их модернизации.
5. Изготовить тестовую партию элементов новой конструкции верхнего нагревателя и распространить её среди членов международной ассоциации сервисных центров АСЦ, для проведения испытаний при реальной пайке BGA.

## ЧТО В РЕЗУЛЬТАТЕ?

После построения компьютерных моделей и получения картины теплового распределения были также проведены эксперименты на физических моделях с контролем картины теплового распределения с помощью тепловизора Fluke Ti32. Сравнение результатов компьютерного моделирования и реальных экспериментов позволило сделать вывод о достаточно высокой достоверности компьютерных моделей.

Были смоделированы различные варианты конструктивного исполнения верхнего нагревателя. При их сравнении в первую очередь рассматривалась конфигурация создаваемого на печатной плате теплового поля.

На основе полученных результатов исследований были сделаны следующие выводы:

1. Компьютерная модель печатной платы не в полной мере учитывает внутреннее распределение и размеры медных дорожек по слоям конкретной печатной платы (нами использовалась усредненная модель). Также модель не учитывает влияния на распределение температурного поля крупных (теплоемких) компонентов установленных на печатную плату. Поэтому при решении задачи пайки BGA на реальную плату следует учитывать эти особенности.
2. Картина теплового поля на печатной плате зависит не только от конфигурации верхнего нагревателя, но и во многом от свойств самой печатной платы. Например: при квадратной форме

отверстия в диафрагмах, тепловое поле на печатной плате, тем не менее, имеет форму близкую к окружности (при условии, что чип BGA расположен в центре большой квадратной платы) с максимальной температурой в точке, расположенной под центром нагревателя (см. рис. 6). Если плата прямоугольная, то имеется тенденция деформации «круглого» теплового поля сторону ближайшего края платы (тепловое поле становится эллиптическим). Этот эффект следует учитывать при пайке чипов BGA, расположенных близко к краю печатной платы (см. рис. 7).

3. Применение при пайке BGA плоских диафрагм с размером окна менее 40 x 40 мм не желательно, так как изменение размера окна почти не уменьшает тепловое пятно на печатной плате. При этом происходит существенное снижение теплового потока, поступающего на плату от верхнего нагревателя, которое придется компенсировать увеличением температуры нижнего или верхнего нагревателя, что не всегда полезно. В результате, технологически проще использовать диафрагму большего размера, прикрыв вокруг чипа BGA отражающей фольгой термочувствительные элементы, нуждающиеся в защите и попадающие в зону облучения.

4. Даже самый равномерный верхний нагреватель не может создать на печатной плате равномерного теплового поля хотя бы размером 40 x 40 мм без дополнительных, достаточно сложных в производстве, конструктивных элементов или технологических ухищрений. Это обусловлено природой распространения тепла в печатной плате.

В результате проведенных исследований и многочисленных экспериментов с вариантами конструкций верхнего нагревателя, было принято решение признать оптимальной конструкцию верхнего нагревателя, дополненную объемным отражающим элементом из тонкого листового материала (см. рис. 5). К достоинствам такого объемного отражающего элемента по сравнению с плоскими диафрагмами относятся:

- Более равномерное тепловое поле, создаваемое верхним нагревателем в зоне пайки BGA.
- Уменьшение размера теплового пятна в зоне пайки BGA.
- Увеличение эффективности верхнего нагревателя без увеличения его мощности.
- Увеличение рабочего расстояния между корпусом верхнего нагревателя и печатной платой и как следствие улучшение обзора зоны пайки и улучшение условий доступа к BGA.

Позитивные улучшения условий пайки BGA достигнуты за счет концентрации ИК лучей «собираемых» отражающими элементами конструкции верхнего нагревателя со всей площади излучателя и «направляемых» точно в зону пайки BGA. Улучшение равномерности нагрева достигнуто за счет оптического рассеивания ИК лучей.

## 3D – всегда лучше, чем 2D!

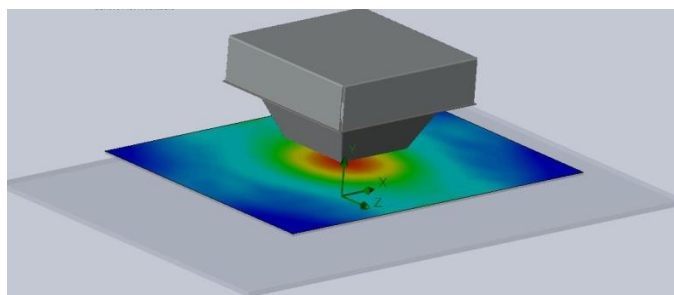


Рис. 5 Новая модель нагрева платы с применением 3D-концентратора ИК лучей

Улучшения при пайке BGA с помощью верхнего нагревателя, дополненного объемным отражающим элементом - 3D-концентратором ИК лучей, видны невооруженным взглядом.

Сравните картины теплового поля на рисунке 6 с рисунком 4 и все сомнения о достоинствах 3D-концентратора ИК лучей отпадут сами собой. Тепловое пятно на печатной плате теперь сконцентрировано точно в зоне установки BGA.

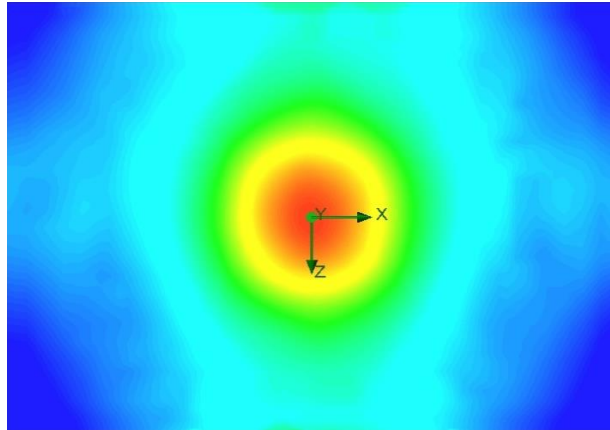


Рис. 6 Форма теплового поля, формируемая 3D-концентратором ИК лучей

Учитывайте положение BGA на печатной плате. Если корпус BGA установлен близко к краю печатной платы, то тепловое поле имеет тенденцию деформироваться в сторону ближайшей кромки печатной платы (см. рис. 7).

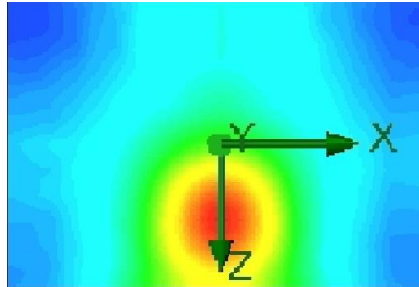


Рис. 7 деформация теплового поля в сторону ближайшей кромки

Для достижения максимальной равномерности нагрева поверхности BGA не обязательно использовать сложные отражатели для верхнего нагревателя. Расчеты показали, что гораздо проще уложить или приклеить на чип BGA прямоугольник из алюминиевой фольги с размером стороны равной примерно  $\frac{1}{2}$  от стороны BGA.

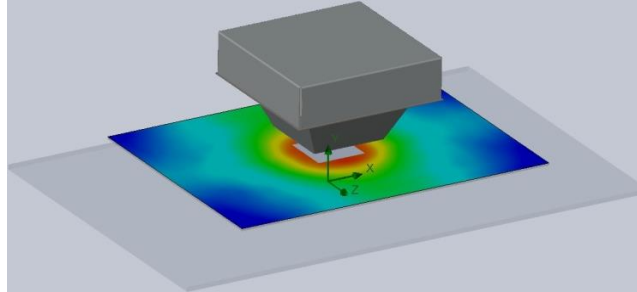


Рис. 8 Новая модель нагрева платы с частичным прикрытием корпуса BGA алюминиевой фольгой

Способ пайки BGA с частичным прикрытием фольгой давно и правильно используется всеми опытными мастерами при работе на станции ИК-650 ПРО. Теперь этот метод подтвержден расчетами на тепловой модели печатной платы.

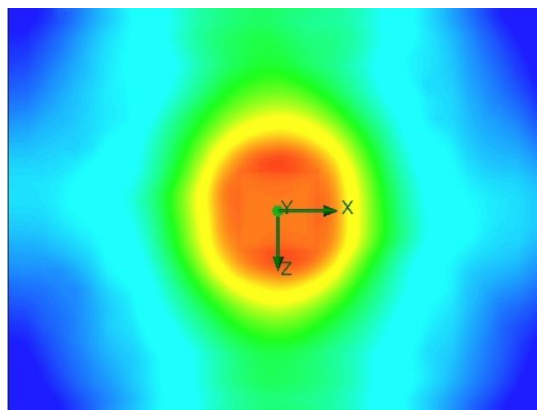


Рис. 9 Форма теплового поля, формируемая 3D-концентратором ИК лучей с частичным прикрытием корпуса BGA алюминиевой фольгой

Сравнение формы тепловых полей при использовании плоских диафрагмы и 3D концентратора ИКлучей

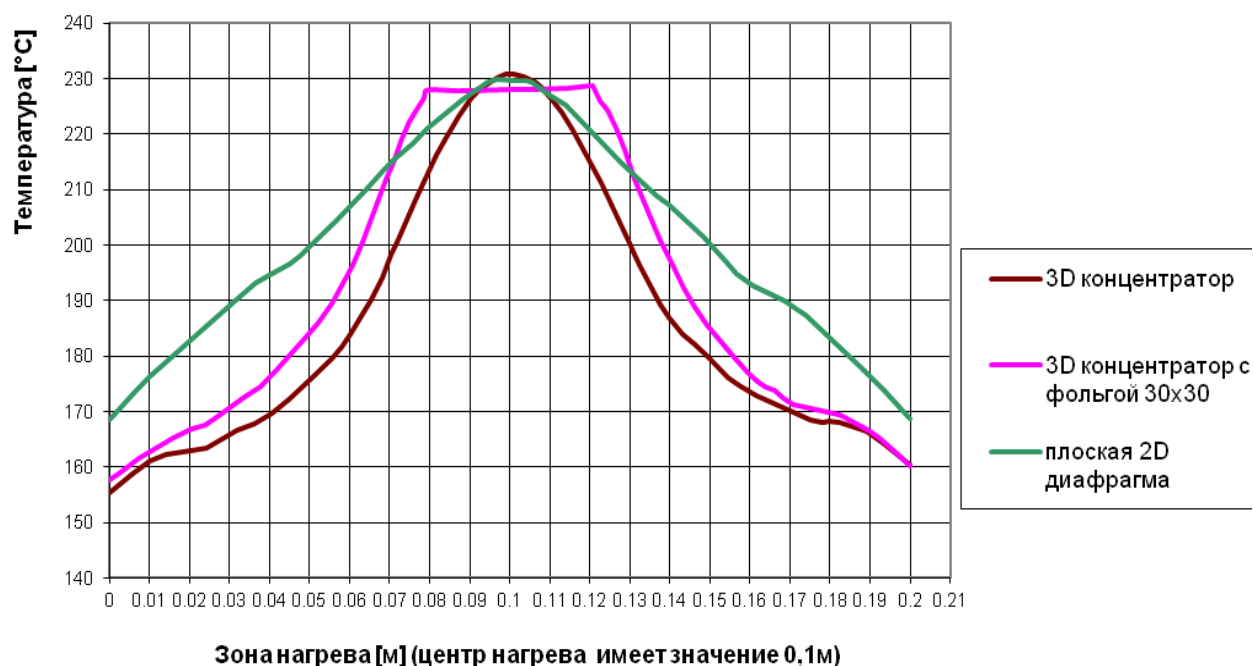


Рис.10 сравнение формы тепловых полей

На рис. 10 для сравнения представлены сечения тепловых полей печатной платы, полученные при нагреве с помощью плоской диафрагмы и 3D концентратора ИК лучей. Из графика видно, что частичное прикрытие алюминиевой фольгой BGA обеспечивает практически идеальное тепловое поле на площади 40 x 40 мм. (цена деления графика по горизонтальной шкале составляет 10мм).

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ 3D КОНЦЕНТРАТОРОВ

В комплект поставки входят три 3D концентратора с окнами 40 x 40мм, 50 x 50мм, 60 x 60мм. Применять 3D концентраторы ИК-лучей теперь очень просто, собственно в этом и была главная задача.

- 3D концентратор устанавливается вместо стандартной плоской диафрагмы на верхний нагреватель.
- Перед пайкой нагреватель опускается так, чтобы между верхней плоскостью BGA и нижней кромкой 3D концентратора установить расстояние 9 – 10мм.
- Термопрофили пайки (процессы) можно использовать без изменений, но нужно выбирать диафрагму большего размера, например: плоская диафрагма 40 x 40 меняется на 3D 50 x50.
- На чип BGA перед пайкой рекомендуется уложить или приклеить прямоугольный кусочек алюминиевой фольги с размером стороны равной примерно ½ от стороны BGA.
- Для улучшения коэффициента отражения ИК лучей от стенок концентратора можно самостоятельно приклеить на внутреннюю поверхность тонкую алюминиевую фольгу.



## БЛАГОДАРНОСТИ

Компания ООО НТФ «Техно-Альянс Электроникс» ТЕРМОПРО выражает свою благодарность всем коллегам по ассоциации сервисных центров АСЦ, которые потратили свое время на проведение экспериментов и тестирование различных вариантов 3D концентраторов.

За деятельное участие и дельные советы в процессе разработки и доводки нашего нового продукта мы хотим персонально поблагодарить:

**Максима Скридоненко г. Одесса**

**Виолина Алексея г. Москва**

**Вячеслава Кузьмина г. Москва**

ТЕРМОПРО выражает особую благодарность **Кудряшову Александру Николаевичу г.Тула** за первоначально поданную идею по модернизации верхнего нагревателя.



**Торговая марка «ТЕРМОПРО»**

СИСТЕМЫ ПАЙКИ BGA  
ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ  
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕРМОПРОФИЛЕЙ  
ДОЗИРОВАНИЕ ЖИДКОСТЕЙ

**Разработано и сделано в РОССИИ**

<http://www.termopro.ru>

ООО НТФ "Техно-Альянс Электроникс"

+7 (495) 231-37-21

+7 (499) 782-95-26

+7 (985) 335-52-49

E-mail: [ta@termopro.ru](mailto:ta@termopro.ru)

<http://www.termopro.ru>

SKYPE: termopro1998

115516 г. Москва, ул. Промышленная 11