

Профессиональная паяльная станция для BGA-компонентов

Одними из наиболее сложных компонентов с точки зрения обеспечения качественной пайки по праву считаются компоненты BGA и многовыводные микросхемы с выводами в форме «крыла чайки». Большая площадь корпуса, несколько сотен выводов с малым шагом, серьезные различия в ТКР материалов корпуса BGA-компонентов и печатной платы, невозможность визуального контроля многих соединений BGA-корпуса с платой — все это предъявляет чрезвычайно высокие требования к процессу установки компонента и его пайки.

Евгений Шулика

ta@fermopro.ru

Алексей Курносенко

akurnosenko@elinform.ru

Слишком сильный или, наоборот, неполный или неравномерный прогрев корпуса компонента и печатной платы, несоблюдение времени пайки и охлаждения готового паяного соединения неизбежно приведут к появлению таких характерных дефектов, как, например, расползание шариковых выводов, холодная пайка, отсутствие смачивания контактных площадок, появление трещин и разрывов в паяном соединении, соединения в виде «песочных часов» и т. д.

Ситуация еще больше усугубляется, если у печатной платы с BGA-компонентом большие габариты, что характерно для целого ряда современных изделий электроники — от ноутбуков до телекоммуникационного оборудования. Подобные платы требуют особенно равномерного нагрева, одновременно исключая термические деформации и перегрев.

Очевидно, что качество пайки таких компонентов можно обеспечить только в рамках контролируемого процесса предварительного нагрева, пайки и охлаждения при точной отработке заданного термопрофиля.

Как правило, считается, что для реализации данной задачи необходимо дорогостоящее, сложное зарубежное оборудование, а также оператор высокой квалификации. С обоими утверждениями можно поспо-

рить, если обратить внимание на продукцию российской компании НТФ «Техно-Альянс Электроникс», которая уже 15 лет занимается разработкой и производством оборудования для поверхностного монтажа под маркой ТЕРМОПРО. Для решения этой задачи ТЕРМОПРО предлагает профессиональный центр пайки и ремонта сборок на печатных платах с BGA-компонентами — ИК-650 ПРО (рис. 1).

Центр использует проверенную технологию длинноволнового ИК-нагрева. Пайка осуществляется с соблюдением термопрофиля в режиме обратной связи по температуре платы с высокой повторяемостью результата. ИК-650 ПРО одинаково хорошо пригоден для работы как по традиционной, так и по бесвинцовой технологии. Развитые функциональные возможности позволяют применять инфракрасную паяльную станцию ИК-650 ПРО для единичного или мелкосерийного многономенклатурного производства, а также для сервисного подразделения. В частности, помимо работы с BGA- и другими многовыводными компонентами, ремонтно-паяльный центр успешно справляется с задачей групповой пайки по термопрофилю более простых компонентов поверхностного монтажа без использования печи оплавления. С помощью ИК-650 ПРО возможна реализация операции по реболлингу BGA.

Выделим ключевые преимущества профессиональной инфракрасной паяльной станции ИК-650 ПРО из множества решений на рынке паяльного оборудования:

- Модульность — станция ИК-650 состоит из блоков. Уже в базовом комплекте станция решает большинство задач пайки, а по мере роста потребностей заказчика комплектация станции может быть расширена.
- Гибкость — модернизация станции достигается простой заменой термостола, терморегулятора, диафрагмы, добавлением воздушного охладителя, вакуумного пинцета, видеокамеры и других приспособлений, при этом обеспечивается полная совместимость компонентов аппаратной и программной части.
- Пайка больших плат — станция особенно хорошо подходит для работы с широкоформатными платами, обеспечивая равномерность нагрева и свободный доступ к любому компоненту, размещенному на плате.

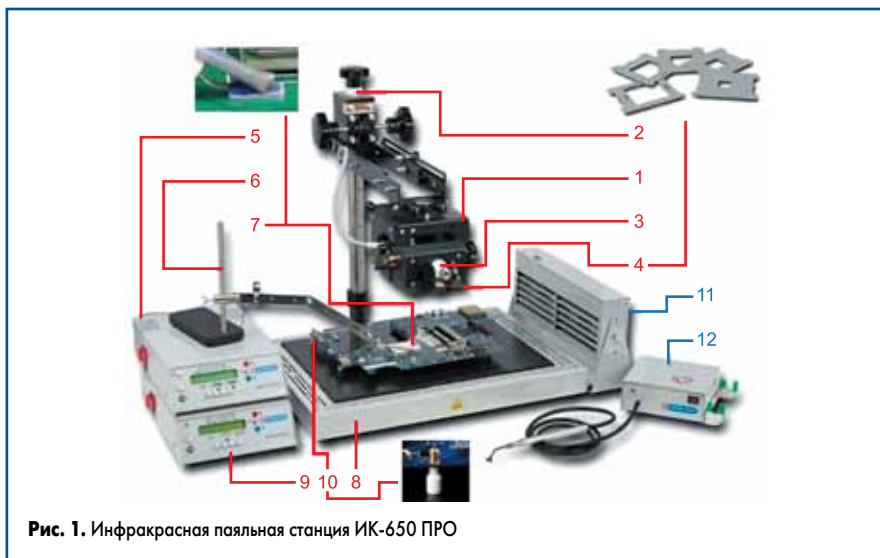


Рис. 1. Инфракрасная паяльная станция ИК-650 ПРО



Рис. 2. Контактная панель

- Универсальность — ориентация на пайку/демонтаж практически любого компонента BGA, в том числе на демонтаж BGA с подзаливкой компаундом как по периметру, так и под корпус. Кроме того, ИК-650 ПРО успешно работает с контактными панелями для микросхем, в том числе оснащенных массивными и теплоемкими механизмами фиксации для процессоров, при этом не делая никаких исключений для пластиковых панелей и панелей со штыревыми выводами (рис. 2).
- Точная отработка термопрофиля — обратная связь с помощью термодатчика, установленного на печатной плате, обеспечивает автоматическую отработку термопрофиля с коррекцией температуры нагревателей «на лету».
- Собственное программное обеспечение — реализует многофункциональное компьютерное управление центром в автоматическом или ручном режимах.
- Надежность и функциональность — решения, примененные в конструкции станции, реализуют принцип разумной достаточности. Заказчик получает возможность выполнить практически любую пайку, не переплачивая за массивный дизайн, иностранный бренд и избыточный функционал. Станция эргономична и удобна в эксплуатации как для опытного, так и для начинающего специалиста.
- Простота и легкость обслуживания — все процедуры технического регламента заказчик может выполнить самостоятельно за несколько минут.
- Сертификация — все модули станции сертифицированы в качестве паяльного оборудования согласно ГОСТам РФ.
- Бесплатная гарантия — на все оборудование предоставляется трехлетняя гарантия производителя, а также обеспечивается послегарантийное техническое обслуживание на весь срок службы оборудования.

В результате заказчик получает профессиональный ремонтно-паяльный центр с отличным соотношением цена/качество, который быстро окупит вложенные средства.

Рассмотрим состав паяльной станции ИК-650 ПРО и особенности исполнения ее основных модулей.

Главный элемент станции — верхний нагреватель (рис. 1, поз. 1). Он размещен на подвижном телескопическом штативе с четырьмя степенями свободы и снабжен поворотным лазерным указателем позиции центра BGA-компонента. Такая

конструкция позволяет удобно устанавливать большие печатные платы в рабочей зоне, обеспечивая доступ нагревателя к любому посадочному месту компонента на плате.

Отметим, что верхний нагреватель работает в длинноволновом ИК-диапазоне (длина волны 2–10 мкм). В результате при пайке отсутствуют эффекты затенения, а компоненты и плата прогреваются равномерно, поскольку при такой длине волны разнородные материалы отличаются малой отражающей способностью.

Ограничение области нагрева платы достигается простой сменой диафрагм с различными размерами окон (рис. 1, поз. 4). Помимо плоских диафрагм предлагается собственная разработка ТЕРМОПРО, на которую заявлен патент, — 3D-концентратор ИК-лучей. За счет специально рассчитанной фокусировки ИК-лучей применение 3D-концентратора дает пользователю три существенных преимущества при пайке BGA:

- улучшение равномерности теплового поля обеспечивает одновременное оплавление всех шариковых выводов;
- уменьшение размера теплового пятна снижает температуру на соседних с BGA компонентах (рис. 3);

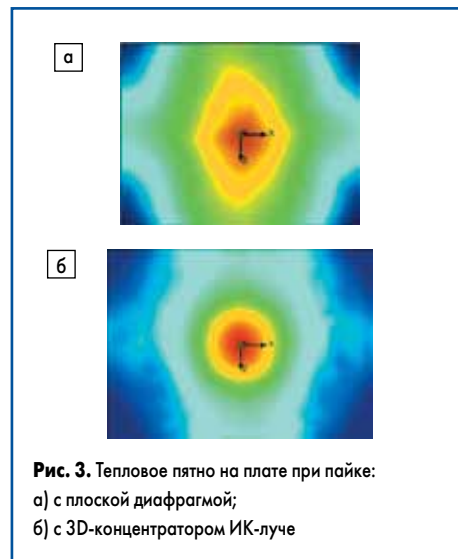


Рис. 3. Тепловое пятно на плате при пайке: а) с плоской диафрагмой; б) с 3D-концентратором ИК-луче

- увеличение расстояния между верхним нагревателем и платой улучшает обзор и удобство доступа к зоне пайки BGA.

Не менее важным узлом ИК-станции является блок нижнего подогрева печатных плат. Предварительный нагрев платы по термопрофилю осуществляется с помощью термостолов различных размеров (рис. 4). Для



Рис. 4. Термостолы серии НП

оснащения ИК-650 ПРО предоставляется широкая линейка взаимозаменяемых термостолов ТЕРМОПРО серии НП с различными габаритами зоны нагрева. Все термостолы могут поставляться и работать автономно, расширяя технологические возможности производства.

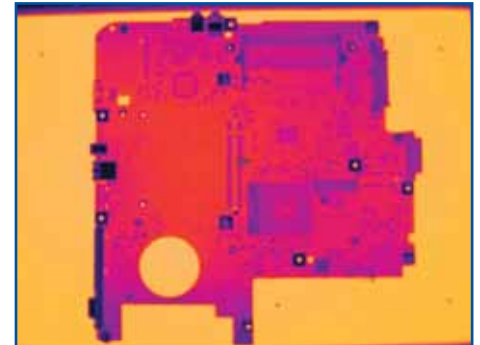


Рис. 5. Плата под объективом тепловизора

Особо можно выделить широкоформатный термостол НП 34-24 ПРО с размером нагревательной поверхности 340×240 мм (рис. 1, поз. 8). Такой размер с запасом перекрывает площадь компьютерной платы формата ATX. Равномерность распределения температуры по всей поверхности нагревателя термостола составляет не более ±4 °С (при +200 °С), что исключает температурную деформацию печатных плат при разогреве (рис. 5).

На алюминиевую поверхность термостола нанесено специальное термостойкое покрытие, позволяющее оптимизировать спектр ИК-излучения в диапазоне длин волн 2–10 мкм, при этом эффективность и равномерность нагрева платы возрастают. Дополнительный вклад в равномерный нагрев вносит естественная конвекция от поверхности нагревателя к плате, которую ничто не затрудняет, ведь стекло в конструкции термостола отсутствует. Поверхность нагревателя разделена на две независимые зоны, при работе с небольшими платами можно включать лишь одну зону для экономии энергии.

Высокий запас нижнего нагревателя по мощности позволяет быстро разогреть плату до температуры +150...180 °С. После этого верхний нагреватель повышает температуру в зоне пайки BGA на 50...65 °С. В этом случае разница температур на плате будет небольшой, что уменьшает внутренние напряжения полученного паяного соединения, увеличивая его надежность, и не приводит к деформациям платы.

Высококачественная внутренняя теплоизоляция термостола предотвращает распространение тепла к стенкам корпуса, что увеличивает КПД и обеспечивает безопасность работы с прибором.

Печатная плата устанавливается непосредственно на нагревательную поверхность термостола с зазором. Для этого предназначены быстросъемные фторопластовые стойки — установка платы на таких стойках исключает коробление, поскольку линейное расширение платы при нагреве ничто не сдерживает. ИК-650 ПРО поставляется с двумя видами

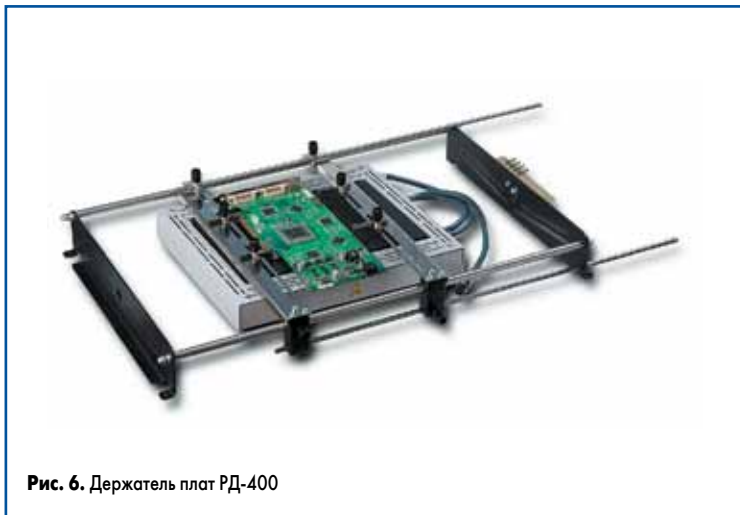

Рис. 6. Держатель плат РД-400

Рис. 7. Трехканальный измеритель температуры

стоек: для установки в отверстия от 2 мм и для зажима за края платы (рис. 1, поз. 10). Как дополнительное приспособление можно заказать рамочный держатель плат РД-400 (рис. 6).

Динамическое управление нагревом и точное измерение температуры платы обеспечивается быстродействующими цифровыми терморегуляторами с энергонезависимой памятью температур и возможностью подключения к ПК (рис. 1, поз. 5, 9).

Температуры нагревателей и печатной платы контролируются высокотехнологичными термодатчиками на основе платиновых пленочных чувствительных элементов (рис. 1, поз. 7). Такие датчики взаимозаменяемы, не требуют калибровки и выдают более точные показания по сравнению с пирометрическими датчиками, на точность измерения которых оказывает влияние отраженное от платы ИК излучение верхнего нагревателя. Для контроля температуры платы в базовом комплекте ИК-650 ПРО предусмотрен один или два термодатчика. Для опционального увеличения числа точек контроля температуры к ИК-650 ПРО можно подключить сертифицированное трехканальное средство измерения военного назначения ТЕРМОСКОП ТА-570 М (рис. 7).

После пайки безопасное и контролируемое охлаждение платы реализуется при помощи управляемого воздушного охладителя (рис. 1, поз. 11). Он обеспечивает автоматическую поддержку заданной термопрофилем скорости охлаждения, способствуя правильной кристаллизации припоя, что не всегда встречается в дорогой продукции зарубежного производства.

Еще две интересные опции — USB-видеомикроскоп и вакуумный пинцет. Система может работать практически с любой DirectShow-совместимой видеочкамерой. С помощью микроскопа осуществляется визуальный контроль пайки по термопрофилю и автоматическая либо ручная видеозапись процесса пайки/демонтажа в файл, а также выполняются снимки с увеличением. Вакуумный пинцет (рис. 1, поз. 12) с присосками разного размера позволяет удобно устанавливать или демонтировать BGA после отпайки.

Программное обеспечение

Управляющее программное обеспечение (ПО) «Термопро-Центр» (рис. 8) реализует следующие режимы пайки по термопрофилю:

- Пайка по термопрофилю с регистрацией температурных данных от термодатчиков — это удобно, когда профиль уже отлажен и выполняется серийная пайка однотипных плат.
- Пайка с обратной связью и автоматической коррекцией температуры нагревателей в реальном времени для точной отработки заданного термопрофиля. В результате гарантируется повторяемость воспроизведения термопрофиля при пайке различных плат по одному термопрофилю без необходимости дополнительных настроек.
- Групповая пайка SMD-компонентов на паяльную пасту при установке печатной платы на термостол ИК-650 ПРО. Пайка может осуществляться как в режиме обратной связи, так и по заранее отлаженному термопрофилю.

При разработке техпроцесса пайки пользователь должен задать только термопрофиль для платы средствами встроенного редактора (рис. 8, поз. 1), а ПО автоматически рассчитывает и создает профили для нижнего (рис. 8,

поз. 2) и верхнего (рис. 8, поз. 4) нагревателя. При пайке ПО автоматически корректирует эти термопрофили, в результате получаются реальные термопрофили нижнего (рис. 8, поз. 3) и верхнего (рис. 8, поз. 5) подогрева соответственно. В зависимости от задачи пользователь может корректировать баланс тепловой мощности между верхним и нижним нагревателем по своему усмотрению.

ПО дополнительно реализует ряд полезных функций, в числе которых, например, «Автопауза» — если скорость разогрева нагревателей недостаточна для реализации заданного термопрофиля, то процесс кратковременно приостанавливается, предоставляя плате дополнительное время для разогрева. Если же начальная температура платы превышает температуру стартовой точки термопрофиля, поможет функция «Горячий старт» — в результате процесс пайки начнется с точки профиля, соответствующей текущей температуре платы, что помогает сэкономить время. При необходимости приостановить термопрофиль в стабилизированном состоянии, в частности, для удаления разогретого размягченного герметика, можно воспользоваться функцией ручной паузы, а затем продолжить процесс.

ПО «Термопро-Центр» предоставляет пользователю гибкие возможности по просмотру,


Рис. 8. Окно программного приложения ТЕРМОПРО-ЦЕНТР

созданию, редактированию, отладке и хранению неограниченного количества термопрофилей техпроцессов в библиотеке.

В распоряжение пользователя предоставляется и развитый инструментарий для анализа результатов пайки по термопрофилю, в числе которых наложение нескольких результатов пайки друг на друга для сравнения; инструмент «Рулетка», динамически показывающий всю информацию о любой точке графика — температуру, время, смещение от предыдущей точки, а также скорость нагрева. Для просмотра фрагмента предуд-смотрено масштабирование, сдвиг по экрану и другие функции.

В характерных точках процесса можно расставить температурные и временные метки для сигнализации либо управления вспомогательными приборами. С помощью меток, например, ведется управление записью видеофрагмента или указываются точки, разрешающие включение/выключение воздушного охладителя для формирования зоны охлаждения.

Алгоритмы ПО реализуют инструментарий, исключая перегрев платы в результате воздействия человеческого фактора. Так, техпроцесс прервется, если будет обнаружено, что оператор забыл установить термодатчик на плату. Предусмотрена настройка оповещения о выходе температуры платы из заданного поля допуска термопрофиля.

Документация и поддержка

С профессиональной инфракрасной паяльной станцией ИК-650 ПРО поставляется полный комплект документации, предназначенный для ее практического применения, — в нем имеется не только руководство по эксплуатации, но и множество полезных рекомендаций, включая подробное описание подготовительных операций техпроцесса пайки/демонтажа. Также предлагаются рекомендации и советы по проведению операций пайки и отпайки, работе с залитыми герметиком компонентами, особенностям охлаждения.

Компания-производитель уделяет большое внимание поддержке заказчиков. Здесь следует обратить внимание на одну из самых длительных в отрасли — трехлетнюю! — гарантию на оборудование, причем во время гарантийного ремонта ТЕРМОПРО предоставляет

подменное оборудование. Специалисты компании помогут подобрать комплект оборудования под конкретную задачу клиента и проведут бесплатное обучение на собственной производственной базе. Для потенциальных российских заказчиков, желающих перед приобретением оценить преимущества профессионального ремонтно-паяльного центра ИК-650 ПРО на своем предприятии, предлагается бесплатный 2-недельный тест-драйв оборудования.

На сайте ТЕРМОПРО можно найти подробную информацию, технические документы и видеоролики по применению ремонтного центра.

Вся паяльная станция ИК-650 ПРО — ее механика, электроника и программное обеспечение — полностью разработана и выпускается в России на собственном производстве НТФ «ТехноАльянс Электроникс». ИК-650 ПРО изготавливается из высококачественных комплектующих отечественного и зарубежного производства, перед отправкой заказчику каждая станция проходит ряд тщательных контрольных операций и индивидуальную калибровку в соответствии с ТУ.

Оборудование постоянно модернизируется — в частности, в настоящее время ведется разработка очередного модуля для ИК-станции видеоустановщика для точного позиционирования BGA относительно посадочного места на плате.

Профессиональные ремонтно-паяльные центры ИК-650 ПРО успешно работают по всей России — достаточно сказать, что как минимум по несколько станций ИК-650 ПРО работают во всех 75 крупных городах России с населением более 250 000 человек, а в городах-миллионниках количество действующих станций исчисляется десятками. Налажены поставки ремонтно-паяльных центров и в рамках Таможенного союза.

Если, приобретая оборудование, вы придерживаетесь принципа «качество и функционал за разумные деньги», если вы хотите быстро окупить вложенные средства и вместе с тем иметь возможность дальнейшей модернизации оборудования, если вы хотите получать техническую поддержку от производителя, то профессиональная инфракрасная паяльная станция для BGA ИК-650 ПРО должна оказаться одним из первых вариантов, рассматриваемых для выбора.