

Первая цифровая система для ремонта и пайки ТЕРМОПРО-500, разработанная в России

На страницах журналов «Компоненты и технологии» и «Технологии в электронной промышленности» многократно, по мере совершенствования, описывалось оборудование системы «ТЕРМОПРО» для пайки и подогрева печатных плат. Компания НТФ «Техно-Альянс Электроникс» благодарит всех, кто за последние шесть лет выбрал оборудование этой марки. Все эти годы мы старались повысить надежность и функциональность своих изделий и наконец подошли к очередному рубежу. Сегодня мы хотим ознакомить читателей журнала с новой компьютеризированной системой «ТЕРМОПРО-500» для ремонта и пайки печатных плат по технологии поверхностного монтажа.

Евгений Шулика

Ta@termopro.ru

Назначение особенности системы «ТЕРМОПРО-500»

Технологическая установка «ТЕРМОПРО-500» предназначена для осуществления различных операций пайки и ремонта печатных плат по технологии поверхностного монтажа.

Система «ТЕРМОПРО-500» может выпускаться в различной комплектации и в полном составе позволяет выполнять следующие технологические операции:

- закрепление печатных плат в рамочном держателе;

- нанесение паяльной пасты или флюса с помощью встроенного дозатора ПП-34Ц [2];
- установка SMD-компонентов на печатную плату ручным вакуумным пинцетом;
- равномерный контролируемый подогрев печатной платы до необходимой температуры [3];
- односторонняя групповая пайка SMD-компонентов на печатную плату с выполнением заданного термопрофиля [1];
- охлаждение печатной платы при помощи регулируемого воздушного потока;
- ручная пайка/отпайка мелких SMD-компонентов с помощью микрофена;
- пайка/отпайка по термопрофилю SMD-микросхем с помощью верхнего конвекционного нагревателя «ПРОФен»;
- контроль температурных режимов пайки/отпайки в числовом и графическом виде с помощью встроенного измерителя температуры «Термоскоп ТА-570»;
- управление температурными процессами и контроль температурных режимов с помощью встроенного компьютера и программы «ТЕРМОПРО-ЦЕНТР».

Система «ТЕРМОПРО-500» (рис. 1) построена по модульному принципу. Это значит, что при заказе пользователь может выбрать систему в необходимой конфигурации. Система «ТЕРМОПРО-500» компактна, блоки управления и контроля, включая одноплатный промышленный компьютер, расположены в едином корпусе под рабочим столиком. Все рабочие блоки, инструменты и приспособления съемные, что очень удобно, так как рабочее место не загромождается ненужными в данный момент предметами.

При разработке системы была поставлена задача обеспечить максимальную зону перемещения верхнего конвекционного нагревателя над печатной платой, причем механическая конструкция не должна



Рис. 1. Установка «ТЕРМОПРО-500»



Рис. 2. Положения телескопической штанги

быть чрезмерно дорогой и сложной в изготовлении. В результате узел перемещения конвекционного нагревателя в горизонтальной плоскости выполнен в виде телескопической штанги на направляющих качения, работающей в полярных координатах (рис. 2). Этот узел перемещается в вертикальном направлении по жесткой стальной стойке штатива, закрепленной в корпусе.

Состав системы «ТЕРМОПРО-500»

В состав технологической установки входят следующие блоки:

- Блок управления с рабочим столиком, в котором размещены:
 - одноплатный промышленный компьютер с системой «Disk on Chip» и предустановленной программой «ТЕРМОПРОЦЕНТР» (клавиатура и мышь в комплекте);
 - FDD 1,44 Мбайт;
 - дозатор с цифровым управлением типа ПП-34ц/В300 (устанавливается по заказу);
 - цифровой трехканальный регулятор температуры ТП 2.5-10 системы «Термопро»;
 - цифровой трехканальный измеритель температуры «Термоскоп ТА-570М» в комплекте с термодатчиками;
 - блок питания и регулятор оборотов вентиляторов охлаждения (устанавливается по заказу).

- Монитор VGA (поставляется по заказу).
- Прибор нижнего подогрева НП24-17про или НП17-12про, который устанавливается на рабочий столик.
- Верхний конвекционный нагреватель «ПРОФЕН» на штативе в комплекте с универсальной матричной паяльной насадкой с вакуумным захватом.
- Вакуумный пинцет.
- Микрофен МФ-100 (поставляется по заказу).
- Рамочный держатель РД-400, адаптированный к системе (настоятельно рекомендуется, поставляется по заказу).
- Блок вентиляторов охлаждения (рекомендуется, поставляется по заказу).

Некоторые встроенные блоки системы выпускаются в виде самостоятельных серийных изделий. Например, цифровой трехканальный измеритель температуры «Термоскоп ТА-570М» является родоначальником всего семейства «ТЕРМОПРО». Этот прибор в 2007 году прошел испытания для целей утверждения типа средств измерения военного назначения. В настоящее время Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии проводится оформление сертификата на измеритель температуры «Термоскоп ТА-570М» об утверждении типа СИ ВН.

Встроенный трехканальный регулятор температуры ТП 2.5-10 разработан специально для системы «ТЕРМОПРО-500». По принципу действия и техническим характеристикам (таблица) он идентичен серийным регуляторам температуры типа ТП 2-10АБ (ТП 1-10кд-про) [3]. К особенностям регулятора ТП 2.5-10 относятся:

- канала регулировки температуры и скорости потока воздуха конвекционного нагревателя (канал «ПРОФЕН») с возможностью выполнения термопрофиля;
- канала нижнего подогрева для регулирования температуры прибора подогрева плат НП 24-17про (или НП 17-12про) с возможностью выполнения термопрофиля;
- канала для регулирования температуры микрофена МФ-100.

Таблица. Основные технические характеристики системы

Напряжение питания, В/ максимальная потребляемая мощность, Вт	~220 (50 Гц)/ 3000
Питание встроенного дозатора (источник сжатого воздуха без масла), атм	3-8
Максимальная температура прибора подогрева, °С	300
Максимальная температура верхнего конвекционного нагревателя, °С	500
Максимальная ширина печатной платы, закрепляемой в держателе РД-400, мм	400
Зона перемещения верхнего конвекционного нагревателя по горизонтали	X=700 мм, Y=320 мм
Габаритные размеры блока управления со штативом (Ш×Г×В), мм	510×500×470

Канал нижнего подогрева является независимым, то есть температура прибора нижнего подогрева может поддерживаться вне зависимости от состояния других каналов. Каналы микрофена и «ПРОФЕНА» взаимозависимы, они могут работать только поочередно.

Пайка печатных плат с выполнением термопрофиля

В [1] подробно описывалась технология групповой пайки компонентов на печатную плату с помощью системы «ТЕРМОПРО», поэтому кратко отметим, что настольная технологическая установка «ТЕРМОПРО-500» также позволяет осуществлять групповую пайку по термопрофилю SMD-компонентов на печатные платы. Главным отличием от стандартных методов является то, что пайка осуществляется контактным способом. При этом печатная плата кладется на рабочую поверхность прибора подогрева печатных плат, а равномерный прогрев платы осуществляется снизу, что позволяет донести тепловую энергию непосредственно в зону контакта выводов компонентов с печатной платой. Автоматическое управление процессом пайки с выполнением заданного термопрофиля осуществляет программа «ТЕРМОПРО ЦЕНТР» (рис. 3). Температурные режимы обеспечиваются как для традиционных паяльных паст, так и для бессвинцовых.

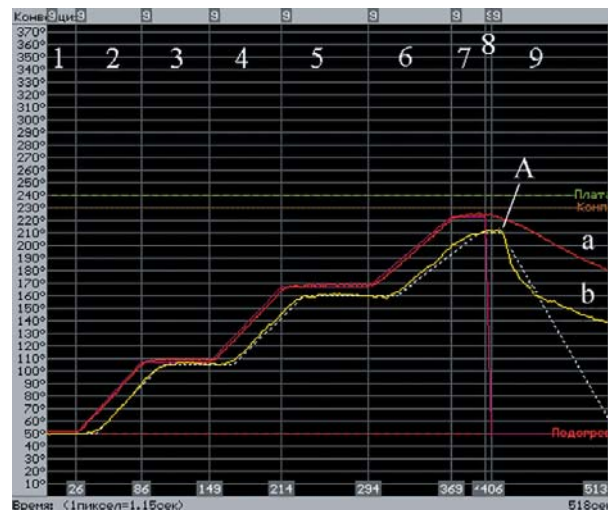


Рис. 3. Термопрофиль для пайки печатных плат

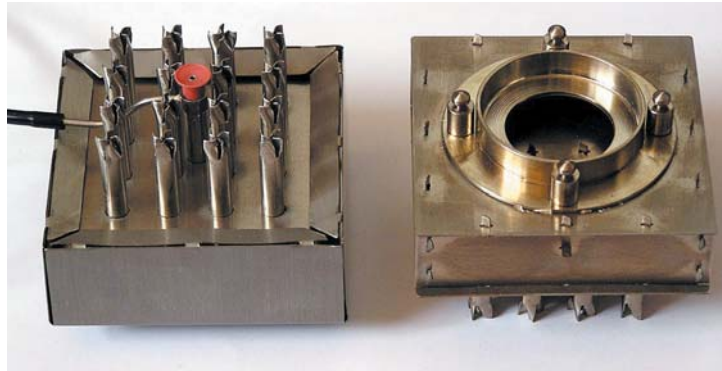


Рис. 4. Матричная конвекционная насадка

Проведение ремонтных операций

О необходимости предварительного равномерного подогрева печатных плат при ремонте до температуры 100–120 °С неоднократно говорилось на страницах журнала. Напомним, что правильный подогрев существенно уменьшает температурные перепады на поверхности платы и на компонентах при их отпайке или пайке. Как следствие, уменьшается риск коробления печатных плат и образования микротрещин в керамических компонентах.

На установке «ТЕРМОПРО-500» замена микросхем с мелким шагом и микросхем в корпусе BGA при ремонте печатной платы производится в несколько этапов:

- демонтаж микросхемы с печатной платы методом конвекционного нагрева ограниченной области;
- подготовка контактных площадок под установку новой микросхемы;
- нанесение паяльной пасты или припоя на контактные площадки;
- позиционирование новой микросхемы на печатную плату;
- локальная конвекционная пайка новой микросхемы по термопрофилю.

Все операции осуществляются при помощи верхнего конвекционного нагревателя, оснащенного матричной конвекционной насадкой.

На рис. 4 представлена универсальная матричная конвекционная насадка, оснащенная подпружиненным вакуумным захватом. Конструкция насадки обеспечивает равномерное температурное поле на области печатной платы размерами 40×40 мм при пайке микросхем по термопрофилю, а также при демонтаже микросхем. Обдув горячим воздухом осуществляется с расстояния 5–10 мм, поэтому область пайки доступна для обзора. В отличие от закрытых насадок нет проблем и с установкой термодатчика в нужной точке.

Одна насадка для всех типоразмеров и видов микросхем — это, конечно, экономичное решение. Но обычно если в чем-то выигрываешь, то в чем-то другом проигрываешь. При использовании матричной насадки необходимо предохранять от обдува горячим воздухом область вокруг демонтируемой микросхемы. Для этого следует самостоятельно изготовить теплозащитный экран из алюминиевой фольги под каждый вид микросхемы.

Экран необходимо закрепить на плате с помощью термостойкой клейкой ленты. Так как матричная конвекционная насадка имеет относительно большие габариты, то при наличии рядом с зоной пайки высоких компонентов оператор может испытывать определенные неудобства. Поэтому в настоящее время рассматривается вопрос комплектования установки типа различных типоразмеров.

Демонтаж микросхем осуществляется в следующем порядке:

- вокруг микросхемы устанавливается теплозащитный экран;
- печатная плата закрепляется в рамочном держателе;
- прибор подогрева заранее разогревается до необходимой температуры;
- в программе «ТЕРМОПРО ЦЕНТР» загружается термопрофиль для отпайки;
- плата устанавливается над рабочей поверхностью прибора подогрева;
- присоска матричной насадки позиционируется примерно над центром отпаиваемой микросхемы, и включается вакуум;
- с помощью механизма вертикального перемещения насадка опускается вниз до касания присоской поверхности микросхемы;
- для взвода пружины вакуумного захвата с помощью механизма вертикального перемещения насадка приподнимается вверх (примерно на 3 мм);
- запускается автоматическое выполнение термопрофиля, в момент расплавления припоя микросхема будет автоматически поднята над платой пружиной вакуумного захвата (рис. 5). После пайки микросхемы продолжается выполнение зоны охлаждения термопрофиля;
- в завершение процесса с помощью механизма вертикального перемещения поднимают насадка, отключают вакуум, снимают пинцетом отпаянную микросхему с присоски;
- плату охлаждают с помощью вентиляторов.

Перед пайкой новой микросхемы следует подготовить посадочное место и контактные площадки под пайку. Для этого, не выключая прибора подогрева, следует с помощью плеточки и паяльника удалить остатки припоя с контактных площадок. После охлаждения платы необходимо удалить с контактных площадок остатки флюса и обезжирить поверхность.

На практике применяют несколько способов пайки поверхностно монтируемых микросхем:

- нанесение на контактные площадки паяльной пасты с помощью дозатора и конвекционная пайка микросхемы;
- предварительное облуживание контактных площадок с помощью паяльного жала типа «мини-волна», флюсование площадок и конвекционная пайка микросхемы. В этом случае пайка микросхемы осуществляется за счет плавления припоя, нанесенного на контактные площадки;
- установка микросхемы на посадочное место, припайка угловых выводов, флюсование и пайка остальных выводов паяльным жалом типа «мини-волна».

Микросхемы с шагом выводов более 0,8 мм устанавливают на плату с помощью ручного вакуумного манипулятора. Проверку установки осуществляют визуально с помощью контрольной оптики. Для установки микросхем с мелким шагом и микросхем типа BGA рекомендуется использовать специальные системы для видеосовмещения выводов микросхемы с контактными площадками.

Локальная конвекционная пайка микросхемы с выполнением термопрофиля осуществляется в следующем порядке:

- установить микросхему на контактные площадки;
- в программе «ТЕРМОПРО-ЦЕНТР» загрузить термопрофиль для пайки матричной насадкой, а прибор подогрева заранее вывести на рабочую температуру;
- вокруг микросхемы установить теплозащитный экран;
- присоска для пайки не требуется, поэтому рекомендуется отсоединить ее от вакуумного захвата;
- закрепить печатную плату на рамочном держателе над рабочей поверхностью прибора подогрева с зазором;
- для отладки температурного режима закрепить термодатчик на печатной плате рядом с микросхемой так, чтобы он обдувался (в дальнейшем при пайке однотипных плат термодатчик не требуется);



Рис. 5. Демонтированная микросхема на присоске BGA:

- 1 — присоска вакуумного захвата;
- 2 — отпаянная микросхема;
- 3 — теплозащитный экран;
- 4 — конвекционная трубка матричной насадки;
- 5 — кожух насадки

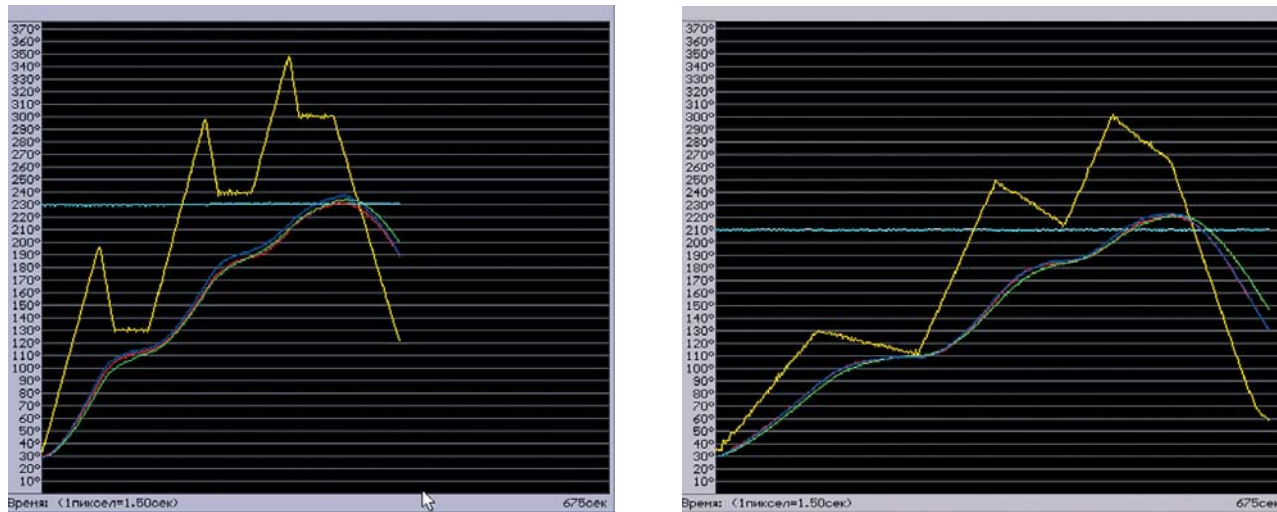


Рис. 6. Варианты термопрофиля локальной пайки микросхемы

- подвести матричную насадку так, чтобы ее центр примерно совпадал с центром микросхемы;
- с помощью механизма вертикального перемещения плавно опустить насадку вниз так, чтобы зазор между концами конвекционных трубок насадки и поверхностью микросхемы составлял 5–7 мм;
- запустить процесс автоматической пайки по термопрофилю (рис. 6). В момент расплавления припоя микросхема может осесть. Температурные режимы термо-

профиля обеспечиваются как для традиционных паяльных паст, так и для бессвинцовых;

- после завершения термопрофиля плату охлаждают с помощью блока вентиляторов.
- В настоящее время изготовлена опытная партия установок «ТЕРМОПРО-500». Проводятся испытания и отладка технологических режимов, в ближайшее время планируется начать мелкосерийное производство изделий по заказам клиентов.

Литература

1. Шулика Е. Технология «ТЕРМОПРО» для пайки SMD-компонентов по термопрофилю // Технологии в электронной промышленности. 2005. № 2.
2. Шулика Е. Технологии дозирования // Технологии в электронной промышленности. 2005. № 3.
3. Шулика Е. Цифровые системы подогрева и пайки печатных плат // Технологии в электронной промышленности. 2006. № 6.