



выбор инструмента для монтажа и демонтажа

паяльные жала и насадки ERSA

термоинструмент для демонтажа

микроволна: рекордный КПД ручной пайки

качество пайки

выбор инструмента

МОНТАЖ

Типы компонентов	Паяльный инструмент	входит в комплект поставки станций	дополнительно подключается к	Примечания
Монтаж компонентов на поверхность				
Микросхемы в корпусах SOP и QFP, в т.ч. с малым шагом, дискретные chip-компоненты	Паяльник MicroTool	Digital2000A-Micro, SMT60AC	IR550Aplus, Digital2000A	Тонкие жала серии 212, включая три типоразмера "микроволны"
Микросхемы в большинстве типов корпусов, панельки и дискретные SMD компоненты (кроме ультраминиатюрных и наиболее массивных)	Паяльник TechTool	IR550Aplus Digital2000A-Tech	Digital2000A	Универсальные жала серии 612 для скоростной пайки; два типоразмера "микроволны"
Микросхемы с любым шагом, в т.ч. в матричных корпусах PBGA,CBGA, CSP, FlipChip и SMD компоненты, в т.ч. со сложной геометрией	Инфракрасная установка	IR550Aplus	нет	Опция: микрометрический видеоустановщик и система видеомониторинга PL550A
Монтаж компонентов в отверстия				
Микросхемы в корпусе DIP, разъемы и дискретные компоненты любого размера и мощности	Паяльник PowerTool	Digital2000A-Power, Analog80A	IR550Aplus, Digital2000A	Недорогие паяльные жала серий 832/842
	Паяльник RT80	RDS80	нет	

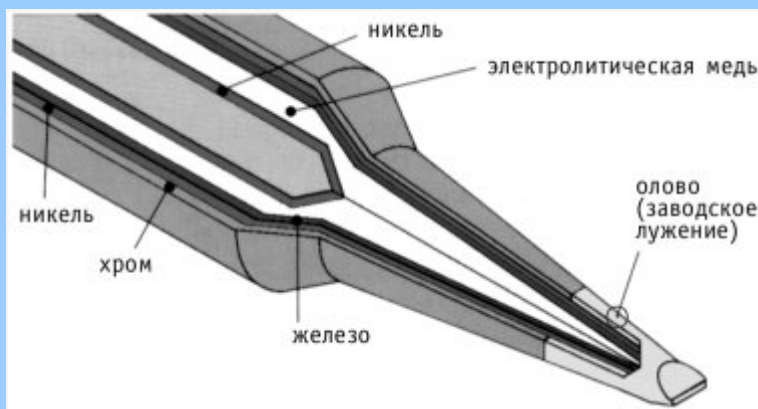
Микросхемы в корпусе DIP и любые дискретные компоненты кроме самых массивных	Паяльник TechTool	IR550Aplus, Digital2000A-Tech	Digital2000A	Скорость пайки и термостабильность; жала серии 612
	Паяльник ErgoTool	Analog60A	нет	Недорогие паяльные жала серий 832/842
Микросхемы в корпусе PGA, объекты в зоне нагрева, в том числе со сложной геометрией	Инфракрасная установка	IR550Aplus	нет	Встроенный модуль Digital2000A для контактной пайки паяльниками

ДЕМОНТАЖ

Типы компонентов	Инструмент демонтажа	входит в комплект поставки станций	дополнительно подключается к	Примечания
Демонтаж компонентов с поверхности				
Микросхемы SOIC, PLCC, QFP и дискретные компоненты, начиная от размера chip 0201	Термопинцет ChipTool	Digital2000A-ChipTool, SMT60AC	IR550Aplus, Digital2000A	Парные насадки серии 422
Микросхемы с любым шагом, в т.ч. в матричных корпусах PBGA,CBGA, CSP, FlipChip и SMD компоненты, в т.ч. со сложной геометрией и из термостойкой пластмассы (панельки, разъемы)	Инфракрасная установка	IR550Aplus	нет	Встроенный модуль Digital2000A для демонтажа термопинцетом
Демонтаж компонентов из отверстий				
Микросхемы DIP, разъемы, любые штыревые элементы, в том числе массивные на многослойных печатных платах	Вакуумный термоотсос CU100A	Digital2000A-XTool	IR550Aplus, Digital2000A	Наконечники серии 722
Микросхемы в корпусах DIP8..16	Паяльник PowerTool	Digital2000A-Power, Analog80A	IR550Aplus, Digital2000A	Насадки серии 832
	Паяльник RT80	RDS80	нет	
Микросхемы в корпусе PGA, любые объекты в зоне нагрева, в т.ч. со сложной геометрией	Инфракрасная установка	IR550Aplus	нет	Встроенный модуль Digital2000A для демонтажа вакуумным термоотсосом

паяльные жала и насадки ERSA

для точной, быстрой, надежной пайки

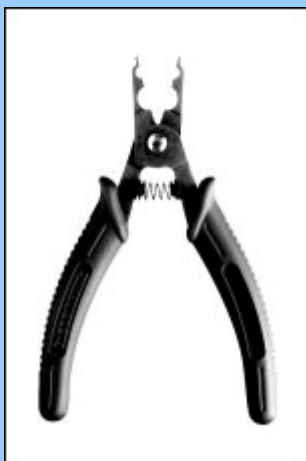


Паяльные жала фирмы ERSA известны высоким качеством и доступными ценами. Особая многослойная структура жал (5-7 слоев) повышает их долговечность и теплопроводность, а размещение керамического нагревателя с термосенсором внутри полого жала в непосредственной близости от точки пайки является условием высочайшей термостабилизации.

Серия жал / насадок	к инструменту	идущему в комплекте поставки станций	в комплекте паяльника 220В
Паяльные жала			
012	Паяльник MiniTip	MS250S	-
032	-	-	Паяльник ERSA-30S, набор Workbox-40
042	Паяльник Minor 6B	-	-
082	-	-	Паяльник ERSA-80
152	-	-	Паяльник ERSA-150
162	Паяльник MultiTip-15	-	Паяльник MultiTip-15
172	Паяльник MultiTip-25	MS250, MS250S	Паяльник MultiTip-25, набор Workbox-25
212	Паяльник MicroTool	Digital2000A-Micro, SMT60AC, SMTUnit60A	-
		Паяльник СТА20	Rework80
302	-	-	Паяльник ERSA-300
552	-	-	Паяльник ERSA-550
612	Паяльник TechTool	Digital2000A-Tech, IR500A, MicroCon60A	-
832, 842	Паяльник PowerTool	Digital2000A-Power, Analog80A	Паяльники MultiPro, MultiSprint, Multi-TC
	Паяльник ErgoTool	Analog60A	
	Паяльник RT-80	RDS-80	
	Паяльник BasicTool-60	Analog60	
	Паяльник BasicTool-80	Rework80-SET	

Насадки для выпаивания (к термопинцету - парные, к паяльнику - одиночные)

422	Термопинцеты ChipTool, Pincette-40	Digital2000A-ChipTool, SMT60AC Digital2000A-Pincette, SMTUnit60A	-
		Термопинцет TC40	Rework80
832	Паяльник PowerTool	Digital2000A-Power, Analog80A	Паяльники MultiPro, MultiSprint, Multi-TC
	Паяльник ErgoTool	Analog60A	
	Паяльник RT-80	RDS-80	
	Паяльник BasicTool-60	Analog60	
	Паяльник BasicTool-80	Rework80-SET	
Воздушные сопла к термофену			
802	Термофен HSP80	Rework80	-
Наконечники к вакуумному термоотсосу			
722	Термоотсос CU100A	Digital2000A-XTool	-
662	Термоотсос CT80	Rework80-SET	-



Для замены горячих жал серий 212, 832, 842 и насадок серий 832, 422 рекомендуем щипцы ERSA с полукруглыми гранями. Плоская оконечная рабочая часть этих же щипцов служит для установки пружинной тяги к жалам и насадкам серий 832/842.

Перед работой не забудьте увлажнить водой чистящую губку, находящуюся в подставке-держателе паяльного инструмента, и перед каждой пайкой мягко очищайте жало от шлаков.

По окончании работы оставьте на жале каплю припоя: это предохранит его от окисления и еще более увеличит срок службы. Помните: высокотехнологичные паяльные жала не требуют (и не допускают) какой-либо заточки или формовки!

термоинструмент для демонтажа

Борьба за качество производства электронной техники приносит ощутимые плоды, но электронный мир пока не идеален, и сервисным центрам по-прежнему хватает работы. С ростом сложности ремонтных работ на передний план выходят задачи обеспечения КАЧЕСТВА РЕМОНТА. И это закономерно, ибо ремонтные технологии в своем развитии неотступно следуют за технологиями производства, определяемыми, в свою очередь, эволюцией элементной базы электроники. Нехитрый ремонтный арсенал из паяльника 220В и самодельного оловоотсоса благополучно отошел к начинающим радиолюбителям, в то время как современные мастерские оснащаются профессиональным термоинструментом для пайки и демонтажа. Предлагаемый ниже обзор имеет практический уклон: описание технологических приемов демонтажа снабжено ссылками на конкретный инструмент фирмы ERSA - одного из мировых лидеров в области ремонтных технологий. Акцент на продукцию ERSA обусловлен не только коммерческими соображениями (лучшими показателями в координатах цена/производительность), но 100% антистатическим исполнением, а также традиционным "долгожительством" технических решений 80-летней немецкой фирмы.

Использование термоинструмента в ремонтной операции начинается с демонтажа неисправного элемента и заканчивается индивидуальной пайкой исправного элемента на восстановленные контактные площадки или в отверстия. Первая задача – это аккуратное и быстрое выпаивание элемента без повреждения печатных проводников платы, являющихся наиболее критичными к перегреву. Важным условием успеха является сочетание "низкой"

температуры инструмента с высокой теплопередачей (что, кстати, несвойственно для воздуха как среды теплопередачи). При правильном демонтаже в подавляющем большинстве случаев остается невредимой и демонтируемая микросхема, что особенно приятно в случаях, когда не оправдывается предположение о том, что именно она являлась виновником неисправности устройства. Для демонтажа элементов с поверхности платы и из отверстий используются различные термоинструменты. Вместе они составляют полный комплект для демонтажа любых элементов, причем без какого-либо использования горячего воздуха, имевшего широкое распространение в ранних разработках ремонтных систем.

1. Контактный демонтаж элементов с поверхности

Для демонтажа малоразмерных поверхностно-монтированных элементов, начиная с типоразмера 0201, а также микросхем в корпусах SOIC, QFP и PLCC удобно использовать **термопинцет** со сменными профильными насадками. Четыре основных типа насадок – плоские, угловые и эллипсовидные и игольчатые – применяются соответственно для демонтажа корпусов с двухрядным расположением выводов, четырехсторонним расположением выводов, цилиндрических компонентов MELF и chip-компонентов. Термопинцет ERSA ChipTool (в более ранней версии - Pincette40) содержит два идентичных керамических нагревателя с сопротивлением, зависящим от температуры (технология RESISTRONIC), так что мощность его находится в диапазоне от 2х20Вт при 350°C до 2х30Вт при 280°C. Миниатюрные нагревательные элементы располагаются внутри полых цилиндрических опор сменных профильных насадок, а область нагрева вплотную прилегает к основанию рабочих граней насадок. Поэтому теплопередача осуществляется эффективно, несмотря на относительно небольшую мощность инструмента. Кстати, физически ощутимым достоинством небольшой мощности инструмента является его всегда прохладная рукоятка. В модели ChipTool интегрированы фиксаторы углового положения и дистанции разведения демонтажных насадок для работы с компонентами от размера 0201 на платах с плотной компоновкой.

Перед операцией демонтажа на рабочие грани парных насадок термопинцета наносят значительное количество припоя, а выводы демонтируемой микросхемы флюсуют. Отлично зарекомендовал себя жидкий "ремонтный" флюс IF8001, и еще лучше - безотмывочный крем-флюс FMKANC,



не растекающийся за пределы рабочей области до момента его активации разогретым инструментом. Для демонтажа многовыводных QFP корпусов с малым шагом рекомендуется предварительно "залить" выводы микросхемы на плате избыточным количеством припоя для замыкания их между собой и, таким образом, улучшения теплопроводности с целью более равномерного прогрева при последующем выпайивании; излишки припоя потом удалить с платы несложно. В самых сложных случаях для многослойных плат, когда с выводами микросхемы соединены печатные проводники с различной теплоотводящей массой, рабочую область платы можно предварительно прогреть до температуры порядка 100°C с помощью инфракрасного излучателя или антистатической плитки ERSA IRHP-200: это сократит продолжительность активной фазы выпайивания и уменьшит вероятность повреждения "трудных" проводников.

Насадки термопинцета, разогретые до температуры около 320°C, аккуратно и плотно прислоняют ко всем линейкам выводов микросхемы для одновременного оплавления припоя. Эта фаза демонтажа микросхемы с применением термопинцета занимает не более 2-3 секунд, а дискретных элементов - менее секунды. Если за эти секунды не удастся завершить демонтаж, то надо сделать передышку, чтобы избежать температурного перегрева микросхемы и контактных площадок платы.

Чем более массивна насадка, тем большая мощность требуется для поддержания необходимой температуры на ее рабочих гранях. К аналоговым станциям прилагается таблица соответствия шкалы температур типам насадок, а в цифровых станциях вводятся поправки. При этом надо иметь в виду, что конкретный тип насадок, установленных на термопинцет, не может быть идентифицирован паяльной станцией автоматически.

В случаях, когда сил поверхностного натяжения расплавленного припоя оказывается недостаточно для удержания "тяжелой" микросхемы на насадках, помощь в транспортировке окажет вакуумный манипулятор Vampire. Доступ "вампира" к



верхней плоскости микросхемы совершенно не затруднен благодаря открытой конструкции насадок термопинцета ERSA. Вывод: лучше всегда иметь Vampire под рукой.

Стабилизация температуры термопинцета осуществляется электронным блоком управления. Наиболее экономичным решением ERSA является аналоговая двухканальная полностью антистатическая станция SMT60AC с микропаяльником MicroTool и термопинцетом ChipTool. Цифровая (микропроцессорная) альтернатива - это одноканальная полностью антистатическая станция ERSA Digital2000A, электронный блок которой может работать с пятью инструментами контактного типа, включая термопинцет ChipTool (как и Pincette40).



Применение игольчатых насадок с рабочей областью диаметром 0,2 мм позволяет использовать термопинцет для демонтажа даже мельчайших чип-компонентов типоразмера 0201, если дополнительно оснастить Pincette40 фиксирующими шайбами. Благодаря им (артикул 43400, фото справа) симметричное угловое положение насадок не нарушается при неконтролируемых физических воздействиях. Аналогичные фиксаторы являются штатной принадлежностью нового термопинцета ERSA ChipTool. При необходимости частой смены видов демонтажных насадок удобнее не снимать каждый раз фиксирующие шайбы с насадок, а иметь комплект шайб (артикул 45600, фото внизу), зафиксированных на каждом виде насадок.



К сожалению, достоинствам термопинцета есть предел: для удаления корпусов с числом выводов более двухсот мощность термопинцета уже недостаточна, и прогрев протяженных рабочих граней насадок не столь равномерен. Радикальным решением для перехода на следующий уровень сложности работ является инфракрасная установка IR500A (IR400A), совершенно не требующая каких-либо насадок и имеющая максимальный размер рабочей области 55x55мм. Речь об IR500A пойдет в третьем разделе данного обзора. Впрочем, универсальность применений инфракрасной установки не является плюсом для демонтажа распространенных микросхем DIP с двухрядным расположением выводов. Штыревые линейки удобно выпаивать из отверстий печатной платы с помощью вакуумного термоососа. Рассмотрим его подробнее.

2. Контактный демонтаж элементов из отверстий

Вакуумный отсос как инструмент удаления компонентов из отверстий знаком профессионалам и любителям паяльно-ремонтного жанра в широком спектре реализаций. Простейший поршневой отсос претерпел эволюцию через сетевой паяльник с пристыкованной пружинной помпой или резиновой грушей до наиболее совершенных устройств ценой в тысячу долларов. Столь впечатляющая разница цен обусловлена степенью технического совершенства инструмента. Остановимся на четырех важнейших параметрах **вакуумного термоотсоса**.

(а) Слишком высокая температура наконечника или слишком продолжительное время контакта наконечника с платой влечет отслоение контактных площадок, повреждение переходных отверстий и тонких печатных проводников.

Напротив, недостаточная температура наконечника черевата неполным оплавлением и удалением припоя, а значит высокой вероятностью обрыва печатного проводника при извлечении компонента из отверстия. В многослойных платах работу усложняет также интенсивный отток тепла от точки нагрева. Идеальный инструмент должен обеспечивать минимально достаточную температуру (например, 320°C) для полного оплавления контакта, причем быстро. Отношение массы наконечника термоотсоса к массе выпаиваемого объекта, рассеивающего тепло, определяет скорость остывания наконечника при касании объекта и, соответственно, длительность операции выпаивания.

(b) Процедура выпаивания микросхемы DIP с помощью вакуумного термоотсоса является многошаговой: она складывается из последовательности однотипных операций над каждым из выводов. В процессе вакуумной очистки вывода наконечник термоотсоса остывает как из-за механического контакта с выводом и платой, так и в результате всасывания воздуха через канал. Если восстановление температуры наконечника осуществляется недостаточно быстро, это снижает производительность демонтажа и не гарантирует устойчивой повторяемости результатов. Желание ускорить процедуру путем установки избыточной температуры инструмента имеет последствия, уже перечисленные выше. Поэтому требованием к профессиональному вакуумному термоотсосу является высокая стабилизация температуры.

(c) Ключевым фактором эффективности при очистке отверстия от расплавленного припоя является уровень вакуумного разрежения, но не столько в насосном агрегате, сколько в наконечнике термоотсоса поблизости от точки выпаивания. В большинстве систем, в том числе имеющих мощные вакуумные насосы, клапан расположен поблизости от насоса, а не в оконечном инструменте. Поэтому при открытии клапана воздух сначала всасывается из метрового шланга-воздуховода (тем самым уменьшая вакуум и ослабляя тягу), и только после этого - из наконечника и объекта выпаивания. Между тем, расплавленный припой должен полностью, за считанные миллисекунды пролететь через наконечник, чтобы не остыть и не застрять по пути следования: ведь неполная очистка вывода и отверстия от припоя повлечет обрыв проводника при удалении микросхемы.

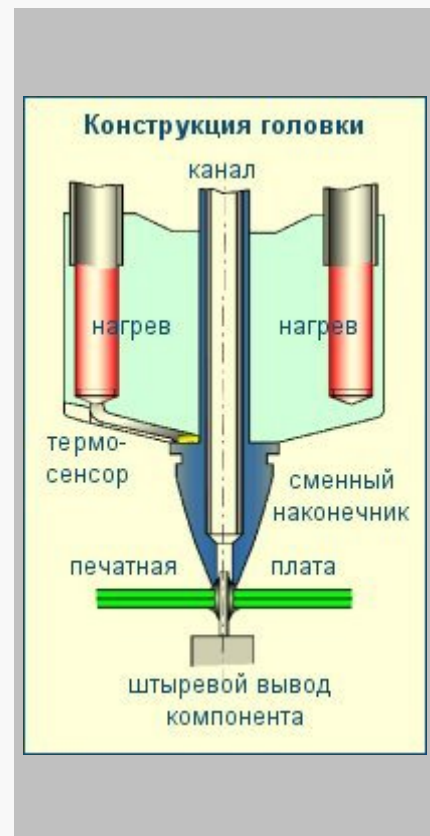
(d) В вакуумных термоотсосах старого образца утомительной процедурой является удаление брызг припоя из стеклянной колбы-накопителя и чистка канала в наконечнике термоотсоса. Возможность легко и быстро выполнять подобные работы должна быть заложена в конструкции инструмента наряду с эргономичностью и антистатическим исполнением.

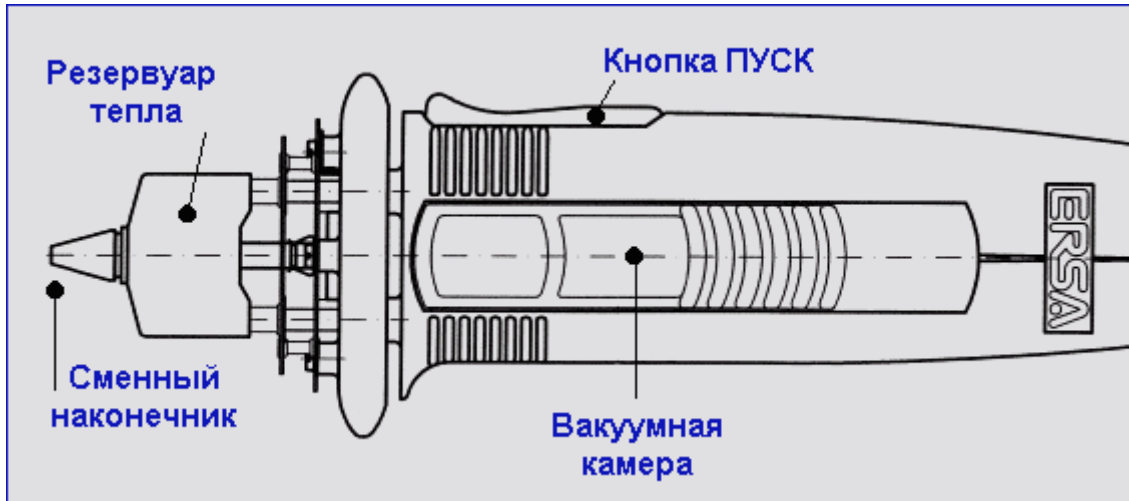
Читатель может самостоятельно проанализировать, в какой мере различные вакуумные термоотсосы соответствуют приведенным критериям качества. В инструменте ERSA X-Tool необходимые качества обеспечиваются следующими техническими решениями.

(a) Два керамических нагревателя суммарной мощностью 120Вт в рабочем режиме (260Вт при включении) разогревают состыкованный со сменным наконечником массивный "резервуар тепла" (35г гальванической меди), позволяющий эффективно компенсировать остывание наконечника при касании объекта выпаивания. Справедливости ради надо заметить, что единственным неприятным следствием столь массивного резервуара тепла является некоторый нагрев нижней части рукоятки термоотсоса, но в угоду качеству прогрева многослойных плат приходится с этим мириться.

(b) Термосенсор, расположенный предельно близко к точке выпаивания (на стыке со сменным наконечником), оперативно регистрирует снижение температуры, а электронный блок управления, обладающий большим запасом мощности, обеспечивает быструю "подкачку" тепла через малоинерционные керамические нагреватели типа SENSOTRONIC.

(c) Вакуумная камера расположена в рукоятке инструмента на расстоянии менее 100 мм от точки выпаивания (см. чертеж ниже), поэтому при открытии клапана расплавленный припой всасывается с большой скоростью благодаря мощной тяге - 500 мБар всего за 55 мс. Сегодня это лучший результат на мировом рынке!





(d) Картридж-накопитель припоя извлекается за три секунды; еще пять секунд требуется для установки сменного картриджа. Борьба со стеклянной колбой с помощью металлической кисточки - в прошлом! Чтобы минимизировать вероятность засорения канала, внутренний диаметр его увеличен, и только на расстоянии 3мм от края наконечника диаметр уменьшается до рабочего значения 0,8...1,8 мм, соответствующего типу наконечника. Если засорение короткой части канала все же произошло, очистка производится быстро и безопасно с помощью пружинного механизма.

Пневматическая схема вакуумного термоотсоса X-Tool подключается к компрессору CU100A (220В, 800 мБар, 4,5л/мин, 55 дБ, 1,25кг), а управление нагревом осуществляется от универсального блока станции [Digital2000A](#) или от аналогичных встроенных модулей в станциях [IR550A](#), [IR500A](#).



Внутренний диаметр наконечника термоотсоса подбирают по диаметру отверстия, внешний – так, чтобы для наилучшей теплопередачи он накрывал металлизированный контур печатного проводника вокруг отверстия. Для выпаивания каждого штыревого вывода микросхемы или разъема наконечник нагретого термоотсоса "надевают" на вывод с обратной стороны платы. В процессе прогрева соединения наконечник "покачивают" возвратно-поступательно в горизонтальной плоскости, пока не оплавится припой в отверстии (о чем можно судить по легкости качания вывода), после чего нажимают на кнопку "вакуум". Если операция выполнена безупречно, то сквозные отверстия печатной платы и выводы микросхемы имеют практически первозданный вид, и готовы для дальнейшего использования.



Наиболее экономичным решением для демонтажа микросхем DIP с числом выводов от 8 до 20 является использование специальных насадок на мощный паяльник - например, полностью антистатический PowerTool в составе станций

Digital2000A и Analog80A, или паяльник RT80 в составе станции RDS80, имеющий полную гальваническую развязку и заземление.

Конструкция имеет соответствующее число углублений для выступающих из платы выводов. Горячую насадку паяльника накладывают на выводы до оплавления припоя и извлечения микросхемы с обратной стороны печатной платы. Понятно, что отверстия печатной платы и выводы микросхемы после такой операции и подлежат очистке, и что для многослойных печатных плат результат прогнозировать сложно.



3. Инфракрасный демонтаж элементов с поверхности и из отверстий

Инфракрасная установка ERSA IR550A plus предназначена для операций демонтажа и локальной пайки элементов с линейными размерами от 10мм до 60мм, монтируемых как на поверхность, так и в отверстия, в том числе по бессвинцовой технологии. Среди них матричные микросхемы в корпусах BGA и PGA, крупноразмерные QFP с любым шагом выводов, разнообразные пластиковые панельки и разъемы, а также экранирующие и сложнопрофильные массивные элементы. Размеры прямоугольной зоны нагрева определяются органами регулировки окна верхнего ИК-излучателя, однако сколь угодно сложную геометрию зоны нагрева можно очертить самостоятельно с помощью отражающей ленты (фольги), которой накрывают прилегающие области печатной платы, не подлежащие оплавлению.



Процедура инфракрасного выпаивания микросхем (в том числе всех типов BGA) несложна. Сначала оператор устанавливает плату с демонтируемым элементом в рабочую зону. После достаточного прогрева платы нижним ИК-излучателем (до 100..120°C примерно за минуту) оператор активизирует инфракрасную "пушку" - верхний ИК-излучатель и закрепляет присоску с вакуумным подсосом на верхней плоскости корпуса BGA. Органами регулировки температуры обеспечивается типовая скорость нарастания 2-5°C в секунду. Как только произойдет оплавление выводов, микросхема будет автоматически поднята над платой на вакуумной присоске, и оператору останется опустить горячую микросхему на антистатическую площадку: процесс завершен. Так выпаивают корпуса самых разных типов, включая BGA, PGA и QFP. Однако при выпаивании корпусов QFP в сложных случаях на многослойной плате выводы микросхемы нуждаются в неодинаковом прогреве из-за неодинаковой массы контактирующих с ними элементов. Для достаточного оплавления всех выводов при выпаивании рекомендуется продленный режим предварительного прогрева платы снизу и ручное управление вакуумной присоской: включение насоса и контактирование присоски с корпусом QFP лучше осуществлять не в начале процесса нагрева, а сразу после того, как оплавление выводов уже произошло и отмечено визуально. Таким образом предельно минимизируется опасность повреждения контактных площадок и выводов корпуса при демонтаже. При выпаивании разного рода разъемов инфракрасный разогрев зоны следует производить до степени оплавления контактов (но не выше, чтобы не допустить расплавления пластмассы) и немедленно извлечь разъем из печатной платы, пользуясь пинцетом. Точно так же используют пинцет при выпаивании радиаторов, потенциометров, высокочастотных экранов и других сложнопрофильных элементов, которые невозможно извлечь с помощью вакуумной присоски станции или ручного "вампира" Vampire.

4. Очистка контактных площадок для монтажа

После удаления поверхностно-монтажной микросхемы с печатной платы осуществляется очистка контактных площадок от капель припоя. Эта операция выполняется очень просто и дешево с помощью впитывающей медной оплетки WICK NC, пропитанной безотмывочным флюсом. Три варианта ширины оплетки являются преимуществом для различных ситуаций: в узких местах наиболее удобна лента шириной 1,5мм; для очистки больших площадок (например, под BGA) более пригодна лента шириной 2,7мм, а для остальных случаев - универсальная 2,2мм. Для нагрева оплетки используются клиновидные или плоские (ZD) жала универсальных паяльников ERSA - TechTool, PowerTool и т.п.



Итак, площадки (или отверстия) очищены и абсолютно не повреждены; можно приступать к пайке нового элемента на место удаленного.

микроволна: рекордный КПД ручной пайки

С большинством паяльно-ремонтных работ блестяще справляется инструмент контактного типа - простой и недорогой по сравнению с конвекционными или инфракрасными станциями. При условии, что контактная паяльная станция обеспечивает высокую термостабильность (как это и имеет место в профессиональных моделях ERSA), наиболее эффективным применением паяльника является техника групповой пайки жалом "микроволна". Чтобы ощутить масштабы экономии ресурсов и увеличения производительности труда, достаточно примера: применение "микроволны" для пайки корпуса PQFP208 с шагом 0,5мм ускоряет выполнение работ в **20** раз по сравнению с отдельной пайкой выводов, при этом затраты на высококачественный припой уменьшаются в **10** раз, а расход паяльных жал снижается в **4** раза - и все это при высокой стабильности результатов. Чем не блестящий образец использования технически простых, надежных и экономичных решений! Видеосюжет, поясняющий технику пайки "микроволной", имеется CD-ROM в формате MPEG. Ниже процедуру пайки "микроволной" рассмотрим на выборочных кадрах.

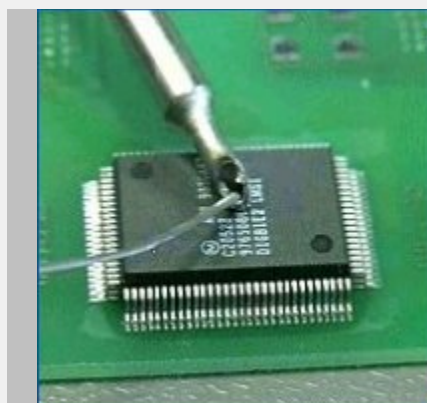
С помощью антистатического манипулятора (например, Vampire) микросхему устанавливают на предварительно очищенные и залуженные контактные площадки. Для фиксации микросхемы можно припаять игольчатым жалом два диагонально противоположных ее вывода. Затем всю линейку выводов микросхемы покрывают жидким флюсом (к примеру, IF8001 в аппликаторе BonPen) или крем-флюсом (FMKANC-32 или Radiel), не требующим отмывки. Крем-флюс подороже, но удобнее в том плане, что совершенно не стекает с выводов микросхемы до момента его активации в ходе пайки.



Паяльные жала "микроволна" различаются формой рабочей части и способом крепления на паяльнике. Нагрев жала ERSA производится в непосредственной близости от рабочей точки малоинерционным керамическим элементом, вводимым в полость жала, а контроль температуры определяется технологией (SENSOTRONIC или RESISTRONIC). Изюминкой любого жала "микроволна" является углубление в рабочей части, обеспечивающее необходимую силу поверхностного натяжения для находящейся в ней капли припоя. В ходе пайки каждый вывод микросхемы заберет из этой капли ровно столько припоя, сколько потребуется для его полного смачивания с образованием идеальных галтелей.



Процедура такова. Углубление на конце жала "микроволна" заполняют припоем с еле заметной горкой. Можно использовать любой добротный оловянно-свинцовый и серебросодержащий припой. Приятно то, что диаметр проволоки может быть большим (например, 1мм), а значит и цена - минимальной при прочих равных условиях. Во всех случаях нет необходимости в дорастоящей мелкозернистой паяльной пасте, обязательной при пайке горячим воздухом, и соответствующем инструментарию - термофене, дозаторе или устройстве трафаретной печати для нанесения паяльной пасты на плату.



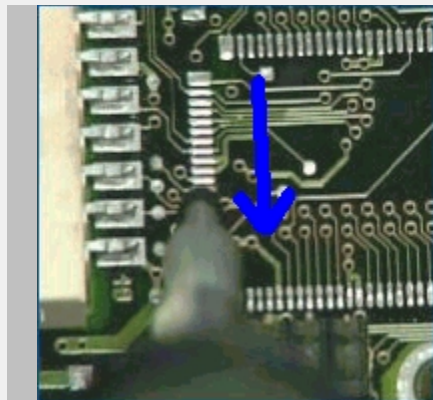
Неспешно (так, чтобы на каждый вывод линейки приходилось около секунды) и без нажима перемещают жало "микроволна" перпендикулярно выводам микросхемы от начала линейки до конца. Оптимальная температура пайки при использовании различных видов припоя и модификаций жал "микроволна" лежит в диапазоне от 250°C (с ультрамалоинерционными жалами ERSA серии 612) до 300°C (с тонкими жалами ERSA серии 212). Чем меньше шаг выводов микросхемы, тем меньший диаметр жала удобен для работы. Например, шагу 0,6мм хорошо соответствует жало 212MS (на фото).



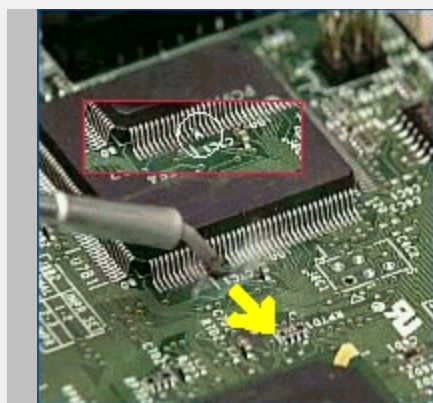
Паяльные жала "микроволна" ERSA входят и в состав самой экономичной серии 832. Примечательны жала "микроволна" ножевидной конструкции с продольным пазом для припоя: это 612MD и 832AD (последнее - на фото в центре): они разработаны специально для пайки "микроволной" корпусов типа PLCC. Рабочую грань ножевидного жала с углублением, умеренно наполненным припоем, перемещают аналогично, без сильного прижима к боковой грани PLCC, продольно по линейке выводов.



Паяльные жала конструкции "микроволна" с большим диаметром очень удобно использовать для равномерного облуживания контактных площадок на плате - например, после демонтажа микросхемы при подготовке контактных площадок под пайку новой микросхемы. Равномерность облуживания достигается за счет того, что в углубление жала "микроволна" втягиваются те излишки припоя, которые не удерживаются на контактной площадке силами поверхностного натяжения.



Наконец, еще одно применение тонких жал типа "микроволна" - это удаление капельных перемычек между выводами микросхемы или тонкими проводниками на плате. К предварительно флюсованному месту перемычки прислоняют жало "микроволна" (с очищенным углублением) и, коротким движением от корпуса вдоль вывода, снимают каплю припоя, втягиваемую в углубление рабочей части жала силами поверхностного натяжения.



Цена паяльной станции ERSA Digital2000A вместе с жалом "микроволна" составляет около 300 евро, что не так уж дорого для инструмента высшей категории. Удастся ли сэкономить еще больше, сокоптив жало "микроволна" с нагревательным элементом обычного паяльника? По большому счету, это вопрос уже не "микроволны", а концепции: что такое качество пайки, и возможно ли обеспечить высокое качество "обычным" паяльником? Если проблема качества не является для вас абстрактной, стоит внимательно отнестись к мнению ученых и практиков.

Качество пайки

в исполнении ERSA GmbH

Общественное мнение о качестве продукции того или иного производителя формируется постепенно. А если инструмент вам понадобился уже сегодня - как правильно сориентироваться на многоголосом рынке? Ведь каждый продавец хвалит именно свой товар, и порой даже сам убежден в его превосходстве над другими... Выход один: если вы не склонны перекладывать бремя принятия решений на чужие плечи, то вам придется сформировать свой взгляд на вещи, опираясь на *собственный* опыт и/или здравый смысл. Следующий ниже материал апеллирует как к первому, так и (в основном) ко второму.

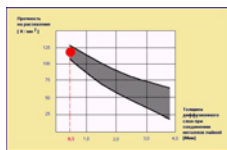
Что означает привычное словосочетание "качественный инструмент"? В перечне его потребительских свойств есть ярко выраженная доминанта: высококачественный паяльный инструмент - это тот, который обеспечивает высокое качество пайки, не так ли? Значит, разговор надо начинать именно с качества пайки.

Определяющая характеристика *качества паяного соединения* - это его **долговременная прочность**. Компьютерный контроль параметров в автоматических паяльных машинах гарантирует соблюдение технологических норм и, как следствие, обеспечивает качество результата. Возможно ли обеспечить сравнимое качество при **ручной** пайке?

Вопрос не праздный для тех, чьи изделия должны выдерживать проверку на надежность в сложных условиях эксплуатации. Задача быстрой, качественной и недорогой ручной пайки усложняется в условиях массового перехода к

технологии поверхностного монтажа (SMT): ведь эффективная площадь соприкосновения объектов при SMT в сотни раз меньше, чем при пайке компонентов в отверстия!

Для выполнения большинства видов паяльных работ (в том числе с монтажом на поверхность, за исключением новейших корпусов) по-прежнему может использоваться паяльник. Однако это уже не "обычный" паяльник, а инструмент в составе *паяльной станции*. Основа паяльной станции - электронный блок стабилизации температуры инструмента. Два фактора: **стабильность температуры** и достаточная (но не избыточная) **продолжительность пайки** играют при прочих равных условиях ключевую роль в обеспечении качества паяного соединения. При ручной пайке продолжительность операции находится во власти радиомонтажника, а обеспечение стабильности температуры возлагается на инструмент. Согласно утверждениям ученых, формирование идеального паяного соединения осуществляется в течение двух секунд при температуре 220°C. Реально в конвекционных печах температура на фазе оплавления поддерживается в диапазоне 225°C..235°C, в инфракрасных печах - 225°C..250°C, а в машинах пайки волной - 240°C..250°C. При ручной пайке миниатюрных электронных узлов температуру инструмента стремятся держать в диапазоне 235°C..295°C, а время пайки каждого соединения в последнем случае сокращают приблизительно до одной секунды. К сожалению, температура "обычного" паяльника существенно изменяется при выполнении серии паяек: сначала (и после пауз) она находится далеко за верхним пределом оптимальной рабочей зоны (например, 375°C..400°C), а после нескольких операций за короткий промежуток времени опускается ниже оптимальной рабочей зоны. Длительность пайки постепенно увеличивается, а температура может снизиться вплоть до области *холодной пайки*. Холодная пайка имеет место при температурах выше 183°C, но ниже 220°C - когда припой уже расплавился, но диффузия металлов на достаточную глубину еще не произошла. Прочность такого соединения низка. С другой стороны, завышенная температура пайки или избыточное время нахождения припоя в жидком состоянии тоже влияют на прочность, уменьшая эластичность соединения. Исследования свидетельствуют (см. график), что максимальная прочность паяного соединения достигается при глубине диффузионного слоя 0,5 микрона. При меньшей глубине пайка является "холодной", при большей - ухудшаются характеристики эластичности, тогда как именно это свойство позволяет компенсировать напряжения, возникающие в паяном соединении из-за разницы температурных коэффициентов расширения материалов, из которых изготовлены печатная плата, проводники и контактные площадки, корпус и выводы электронных компонентов.

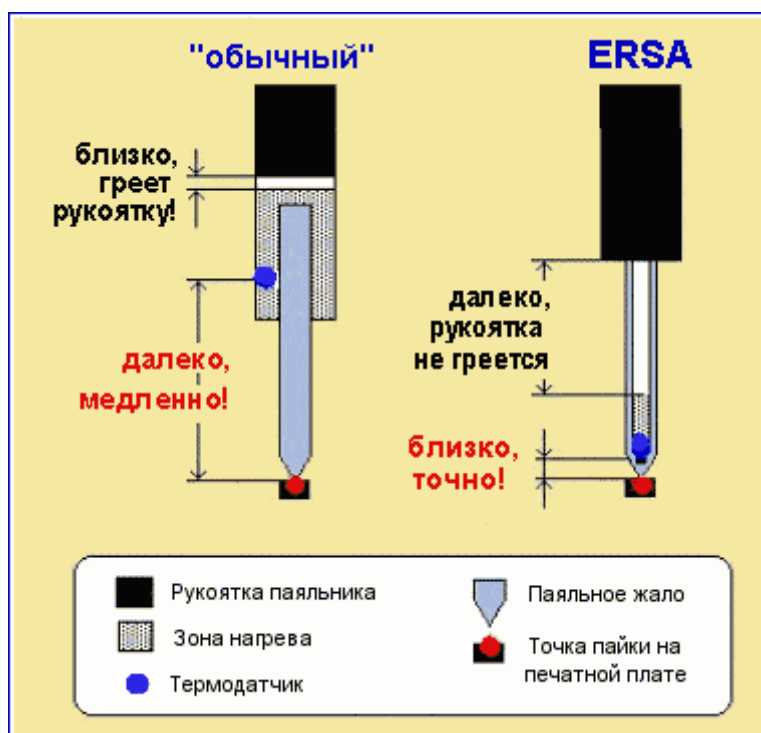


Подытожим: при использовании обычного паяльника лишь небольшое число паяных соединений в каждой серии выполняется при оптимальной температуре, а значит прочность большинства соединений будет невысока. Данный *факт* определяется свойством инструмента, а не уровнем мастерства радиомонтажника/ремонтника. Об этом стоит напомнить тем, кто выполняет ответственные работы "обычным" паяльником (а также их заказчикам...)

Как и многое в этом мире, паяльные станции различаются по техническим возможностям, ценам и иным потребительским характеристикам; причем, цены не всегда строго пропорциональны качеству инструмента... Профессиональная паяльная станция обладает следующими свойствами:

- эффективное управление температурой жала (контроль фактической температуры в области пайки с помощью того или иного вида термодатчика в контуре автоматической системы регулирования);
- достаточный запас мощности для быстрой подкачки тепла в точку пайки и стабилизации температуры при пайке массивных соединений, когда потребление тепла особенно велико;
- воспроизводимость результатов пайки независимо от степени износа жала или при его замене;
- полностью антистатическое исполнение не только паяльника, но также электронного блока управления и всех соединительных шнуров;
- удобство эксплуатации, эргономичный дизайн;
- безотказность при непрерывной работе паяльной станции в течение длительного срока;
- долговечные паяльные жала для пайки разнообразных типов компонентов;
- в наиболее совершенных станциях - возможность подключения к компьютеру для управления, регистрации или документирования параметров технологического процесса в соответствии с требованиями стандарта качества ISO9000.

Теперь об устройстве профессиональных паяльников с контролем температуры (см. рисунок).



Хронологически первый и поныне используемый подход заключается в размещении монолитного паяльного жала внутри медного сердечника с нихромовым (NiCr) проволочным нагревателем. Контроль температуры осуществляется помощью сенсора, расположенного довольно далеко от фактической точки пайки, и потому данная схема обладает значительной инерционностью. В целях оперативной (в небольших пределах) термокомпенсации как паяльное жало, так и прилегающая к нему часть конструкции паяльника выполнены из меди очень массивными. Они представляют собой локальный "резервуар тепла", оперативно расходующийся при снижении температуры, пока нагреватель не успел разогреться до необходимой степени в ответ на показания датчика о снижении температуры. При отсутствии зазоров в крепеже паяльное жало имеет максимальную площадь теплового контакта с нагревателем, что считается основным достоинством данного подхода наряду с рекордной ударопрочностью паяльника (необходимость которой, впрочем, важнее для молотка).

Альтернативный подход ERSA, основанный на прогрессивных технологиях, заключается в использовании полых жал и трубчатых керамических нагревательных элементов, электрическое сопротивление которых увеличивается с ростом температуры (PTC = Positive Temperature Coefficient). Свойство PTC керамических нагревателей ERSA используется двояко. Во-первых, форсированная передача мощности на стадии нагрева приводит инструмент в рабочее состояние гораздо быстрее, чем при использовании нихромовых нагревателей (см. графики ниже). Во-вторых, становится возможной пайка массивных соединений и многослойных плат на *невысоких* температурах, что является условием обеспечения прочности.

Поддержание стабильной температуры в точке пайки (в идеале - независимо от массы и теплопроводности объекта) предполагает ее контроль как можно ближе к *фактической* точке пайки, и быструю "подкачку" тепла при малейшем охлаждении жала в ходе пайки. Как реализованы эти условия в инструменте с керамическим нагревателем ERSA? В технологии ERSA SENSOTRONIC термодатчик в составе нагревателя вводится в полость паяльного жала: наиболее глубоко - в жалах серии 612 для паяльника TechTool, в меньшей степени - в жалах серии 832/842 для паяльника PowerTool, а также в вакуумном термоотсосе X-Tool. Область нагрева локализована на конечном отрезке керамического нагревателя. В результате жало разогревается не по всей длине равномерно, а эффективно в рабочей области. Термодатчик расположен вблизи фактической точки пайки на расстоянии единиц миллиметров (ближе всего в жалах серии 612 - см. на фото). Это обеспечивает максимальную **оперативность и точность** измерения температуры.



Микропроцессорный вычислитель в электронном блоке цифровой паяльной станции осуществляет регулирование температуры с учетом параметров подключаемых к нему инструментов различной мощности, а также динамики потребления тепла, зависящей от массы и теплопроводности объектов пайки. Другая, более экономичная, но менее прецизионная технология - ERSA RESISTRONIC, - основана на определении температуры как функции переменного электрического сопротивления керамического нагревателя. Данная технология применена в паяльниках MicroTool,

ErgoTool, BasicTool, а также в термопинцетах Pincette40 и ChipTool. Удачный баланс точности измерения и регулировки температуры имеет место в популярных аналоговых станциях ERSA.

Быстрая термокомпенсация обеспечивается двумя факторами. Во-первых, керамические нагревательные элементы способны форсированно передавать гораздо большую мощность, чем нихромовые. Во вторых, для ускорения теплопередачи в оконечной части новейших жал ERSA наряду с гальванической медью используется серебро. Локальная теплопередача и отсутствие массивных элементов в конструкции паяльника избавляют его от побочного нагрева, и тепловая энергия передается в точку пайки почти без потерь. При работе монтажника не покидает ощущение комфорта: паяльник ERSA необычайно легкий, рукоятка не греется (поскольку расстояние до области нагрева максимально – сравните на рисунке выше).

Интересно отметить, что по пути использования керамических нагревателей идут не только европейцы ERSA, но и японцы, чью продукцию в том числе используют тайваньские производители дешевых паяльных станций. Однако, несложный электротехнический эксперимент показывает отсутствие температурной зависимости сопротивления керамических нагревателей, используемых в распространенных тайваньских станциях. Вывод: керамика - керамике рознь... Уместен вопрос: не слишком ли дорогой ценой обходится замена обычного паяльника на паяльную станцию в погоне за "невидимой" прочностью? Ответ зависит от того, насколько технологически сложные и дорогостоящие изделия вы производите (ремонтируете), и как важна при этом производительность труда. Здесь самое время посетить страничку "микроволна" и сделать заключение о том, что приобретение паяльной станции ERSA может быть **выгодным** для предприятия решением.

Еще одна важная координата - это паяльные жала, насадки, наконечники. Долговечность и разнообразие их форм отражают уровень Hi-Tech "металлургической составляющей качества", и именно их цена (!) в конечном итоге определит общую сумму затрат при интенсивной эксплуатации паяльной станции в течение многих лет. Наконец, о контроле (в данном контексте - о визуальной оценке) качества пайки. Диапазон методов весьма широк: от наблюдения невооруженным глазом до использования самых совершенных технических средств ERSASCOPE. Заключение о качестве пайки компонентов на поверхность производят по точности их размещения и виду галтелей припоя после охлаждения: они должны быть симметричными, гладкими, блестящими, вогнутыми; верхние грани контактных областей chip-компонентов должны хорошо просматриваться. У навесных компонентов галтели остывшего припоя должны быть гладкими, блестящими, вогнутыми, а контуры объектов хорошо просматриваться - то есть припоя не должно быть слишком мало или слишком много. Признаком добротного монтажа в отверстия является угол растекания припоя в галтели: до 25 градусов при машинной пайке и до 50 градусов при ручной (иными словами, высота галтели над печатной платой должна быть приблизительно равна радиусу отверстия). Помните, что низкая надежность паяного соединения может быть следствием как недостатка тепла (холодная пайка), так и избытка тепла (превышение температуры и/или времени формирования паяного соединения). В этом и состоит главный, хотя и не единственный секрет качества пайки.