

IR/PL650 — третье поколение ремонтных центров фирмы ERSA

В производстве электронных устройств все чаще используются микросхемы, выполненные в корпусах BGA (Ball Grid Array). Выводы этих микросхем имеют форму шариков и расположены под корпусом, что позволяет увеличить плотность монтажа на печатной плате. При работе с ними возникает необходимость решения таких задач, как совмещение выводов микросхемы с контактными площадками на плате, выпаивание микросхемы (усложнено в связи с труднодоступностью выводов), равномерное запаивание всех контактов, контроль качества пайки. Очевидно, что для удобства пайки и демонтажа микросхем BGA необходимо оборудование, максимально оптимизирующее процесс работы. Кроме того, в связи с постепенным переходом на бессвинцовые припои не последнее место занимают вопросы соблюдения технологии качественной пайки материалами без свинцовой составляющей. В данной статье мы попробуем разобраться в том, какие требования предъявляют современные стандарты к установке BGA-компонентов и к пайке бессвинцовым припоем с помощью паяльно-ремонтной станции IR/PL650 фирмы ERSA.

Василий Афанасьев

sto@ostec-smf.ru

Система ERSA IR/PL650 — это новинка от фирмы ERSA, предназначенная для ремонта ПУ. Данное устройство представляет собой третье поколение систем инфракрасной пайки, в котором применены три новых технологических решения: система нагрева DynamicIR, система контроля температуры с обратной связью MTCL и система бесконтактного измерения температуры IntelligentIRS. Используя накопленный опыт эксплуатации более чем 5000 установок инфракрасной пайки по всему миру, специалисты компании создали систему ERSA именно для работы со сложными компонентами и печатными платами большого размера (460×560 мм) по бессвинцовой технологии. Простота применения, малое время цикла ремонта — широко известные преимущества систем инфракрасной пайки ERSA, удовлетворяющие самых взыскательных клиентов.

Процесс бессвинцовой пайки на ремонтных операциях

При бессвинцовой пайке температура процесса оказывается выше на 30–40 °C по сравнению с традиционной пайкой с применением свинецсодержащих припоев. Поэтому максимально допустимая рабочая тем-

пература для большинства компонентов поверхностного монтажа (SMD) находится в диапазоне от 250 до 260 °C, а печи конвекционной пайки и ремонтные центры работают в узком рабочем диапазоне, в опасной близости от предельных значений для компонентов и печатных плат. Данный факт обуславливает значительное повышение требований к системе нагрева при ремонте. Для качественного выполнения ремонтных операций должно быть обеспечено равномерное распределение тепла по поверхности печатного узла.

Неравномерное распределение тепла по поверхности компонентов осложняет выполнение процесса ремонта по бессвинцовой технологии. Пайка припоем без содержания свинца (LF — lead-free) является более сложной, вследствие повышенной температуры пайки.

Процесс ремонта паяных соединений для бессвинцовой пайки зависит от следующих факторов:

- максимально допустимая температура компонента не должна превышать 260 °C при скорости нагрева 2–4 °C/c; градиент охлаждения: 4–8 °C/c;
- минимальное значение разности температур и возможность работы внутри заданного диапазона;
- характеристики флюса; условия смачивания; поведение компонента и печатной платы во время смачивания;
- температура отслаивания (Tg) и искривление печатной платы.

Равномерное распределение тепла по поверхности компонента предоставляет возможность работы внутри заданного диапазона температур по бессвинцовой технологии.

Сравнение технологий нагрева инфракрасным излучением и метода принудительной конвекции (горячий воздух)

Технология ремонта требует обеспечения наилучшего температурного контроля, малой разности температур и наибольшего коэффициента передачи тепла.



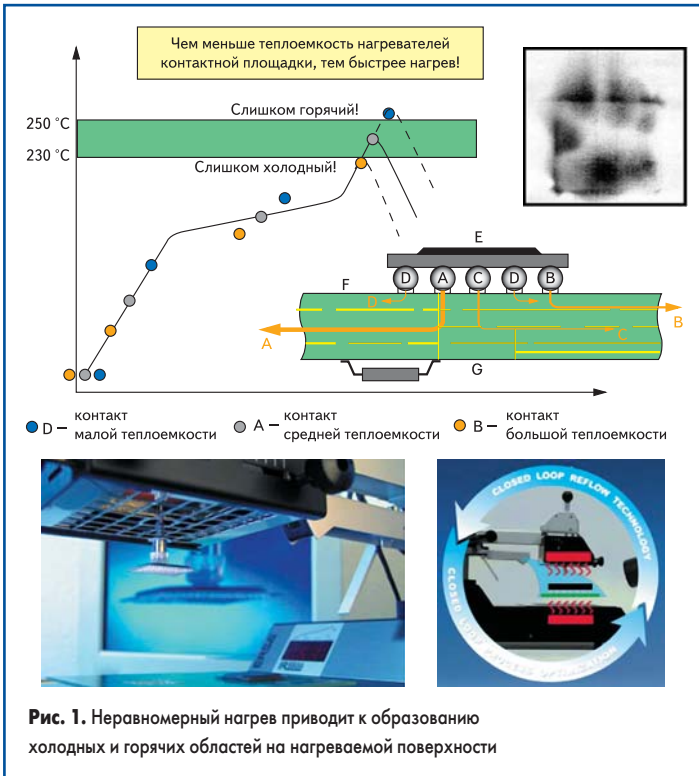


Рис. 1. Неравномерный нагрев приводит к образованию холодных и горячих областей на нагреваемой поверхности

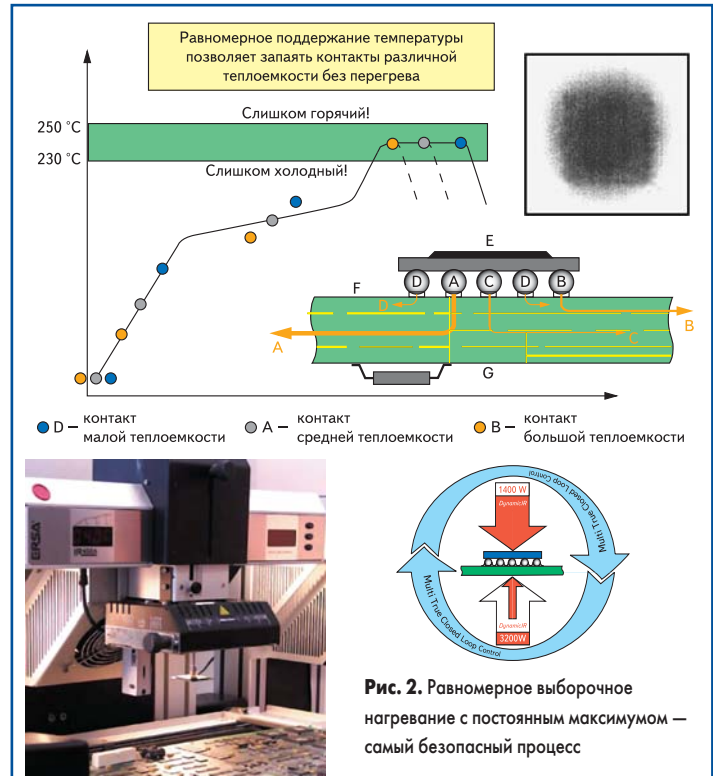


Рис. 2. Равномерное выборочное нагревание с постоянным максимумом — самый безопасный процесс

Этого можно достичь при помощи технологии инфракрасного нагрева (ИК): усовершенствованное управление уровнем нагрева, которое гарантирует равномерное распределение тепла по поверхности компонента, в сочетании с более низкой температурой пайки. Конвекционное оплавление соплом малого диаметра не может обеспечить равномерный нагрев компонента, в то время как поток воздуха из сопла большего диаметра будет «задевать» рядом стоящие компоненты.

Поскольку принудительная конвекция в открытом сопле с горячим воздухом является процессом более сложным для управления и полностью отличается от нагрева в конвекционной печи, инженеры ERSA решили применить инфракрасное излучение средней длины волны в качестве рабочей среды для передачи тепла в процессе пайки и ремонта. Приведенные на рис. 1 и 2 результаты тестов распределения тепла показывают отличие температур для корпусов BGA при применении различных методов нагрева.

Система нагрева с обратной связью и точным поддержанием температуры Multiple True Closed Loop (MTCL) и нагрев инфракрасным излучением с контролем температуры DynamicIR гарантируют равномерное распределение тепла, минимальную разность температур по всему корпусу BGA, оптимальный градиент охлаждения и минимальное общее время выполнения цикла.

Революционная технология ERSA, MTCL система нагрева с обратной связью (рис. 3) и точным поддержанием температуры и DynamicIR используют фактическую температуру компонента для запуска процесса нагрева. Бесконтактный датчик IntelligentIRS обеспечивает точное измерение температуры во время процесса пайки. Четыре дополнительных датчика AssuTC — новое поколение термопар К-типа, они предотвращают нежелательный перегрев

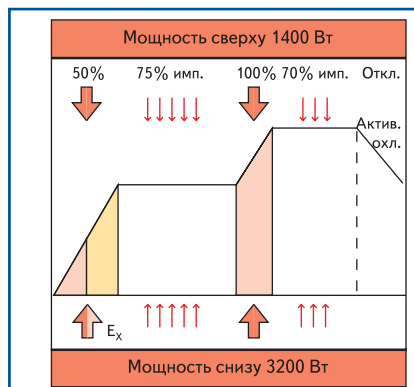


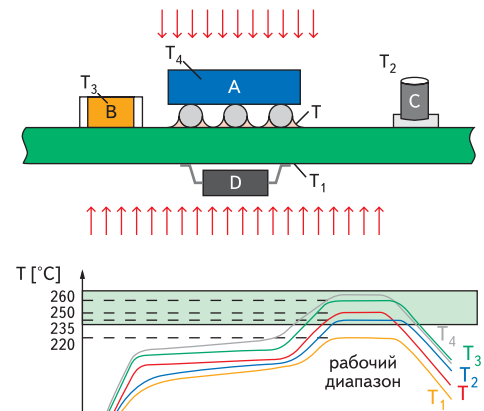
Рис. 3. Управление нагревом с обратной связью

компонентов. Технология нагрева DynamicIR обеспечивает процесс пайки с точным поддержанием температуры. Мощность верхнего нагревателя составляет 1600 Вт с возможностью включения нескольких зон по поверхности для различных размеров компонентов. Мощность нижнего нагревателя — 4600 Вт, в нем также предусмотрена возможность включать различные зоны нагревателя для разных размеров печатных узлов.

Принцип работы системы DynamicIR

Поддержание определенной температуры платы и компонента — основная задача во время процесса пайки. ERSA решает проблему ремонта сложных печатных узлов абсолютно новым способом, который применяется в системе IR650 (рис. 4).

Технология DynamicIR обеспечивает полностью автоматическое управление инфракрасными нагревательными элементами верхней части (1400 Вт/60×120 мм) и нижней части (3200 Вт/350×450 мм) в зависимости от фактической температуры компонента и изменения его температуры по ходу процесса. Общая



мощность системы пайки распределяется между 4 переключаемыми нагревательными зонами в верхней части и 5 зонами в нижней. В зависимости от размера платы, ее теплоемкости и размеров компонента технология DynamicIR гарантирует, что требуемая тепловая энергия будет передана в нужное место, чтобы компонент и плата точно следовали заданному температурному профилю. В результате это позволяет минимизировать разность температур поверхностей компонентов и значительно снизить деформацию печатной платы.

Принцип работы системы поддержания температуры с обратной связью (MTCL)

Точное поддержание температуры платы и компонента — главное преимущество систем инфракрасной пайки ERSA. Поддержание температуры с обратной связью (MTCL) означает, что фактическая температура компонента считывается бесконтактным инфракрасным датчиком (IRS), который является основным контролирующим узлом системы нагрева. Новая система IntelligentIRS позволяет про-

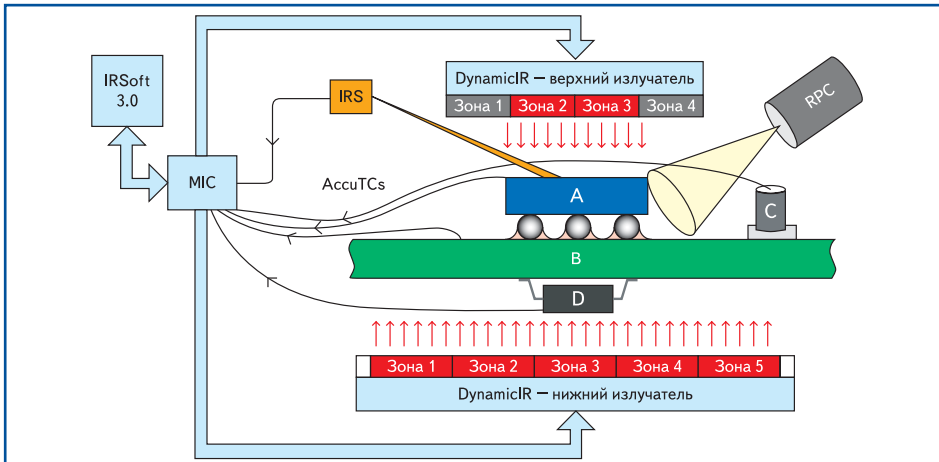


Рис. 4. Процесс точного поддержания температуры с обратной связью.

Принципиальная схема функционирования IR650A

A — компонент; B — печатная плата; C — компонент на верхней стороне ПП; D — компонент на нижней стороне ПП; AccuTCs — терморезисторы (4 шт.); IntelligentIRS — новый инфракрасный датчик температуры; Верхний излучатель DynamicIR — верхняя часть инфракрасного излучателя (4 зоны); Нижний излучатель DynamicIR — нижняя часть инфракрасного излучателя (5 зон); RPC — камера визуального контроля процесса пайки; IRSoft 3.0 — программное обеспечение и документация; MIC — микропроцессорная система управления системой нагрева DynamicIR

водить более точное измерение температуры, выбрав компонент из базы данных или его цвет, что даст системе поправочный коэффициент для точного измерения температуры. Для проведения измерений можно выбрать датчик IRS или терморезистор, тем самым гарантируется соответствие заданным характеристикам термопрофиля в течение процесса ремонта. При помощи дополнительных терморезисторов системы DynamicIR, можно предотвратить нежелательный перегрев смежных или расположенных с обратной стороны компонентов. Таким образом, хороший результат гарантируется с первого раза.

Результат работы нагревательной системы

Управление поддержанием температуры становится ключевым компонентом обеспечения безопасного процесса пайки. Однако высокая рабочая температура и узкий рабочий диапазон усложняют данный процесс. Риск перегрева смежных или находящихся на обратной стороне компонентов существенно возрастает. Технологии DynamicIR и управление с обратной

связью с точным поддержанием температуры (MTCL) обеспечивают высочайший уровень безопасности и, без преувеличения, делают невозможным перегрев чувствительных компонентов. Соответственно, работа за пределами рабочего диапазона становится невозможной.

Ремонтная станция ERSA IR/PL650 состоит из пяти модулей:

- **IR650A** — паяльно-ремонтный центр с инфракрасным подогревом;
- **PL650A** — устройство позиционирования и прецизионной установки микросхем;
- **RPC** — камера наблюдения за оплавлением;
- **IRSoft** — программное обеспечение для контроля и управления работой системы;
- **Digital 2000A** — микропроцессорная паяльная станция.

Помимо этого станция оснащена вакуумным пинцетом, предназначенным для захвата компонентов.

Состав IR/PL650

Вместе модули представляют собой законченный функциональный блок, расположенный на одной станине. Перемещение печат-

ного узла между зонами (модулями) осуществляется с помощью подвижной рамки, в которую плата устанавливается перед работой. Оператору нет необходимости вставать со стула и идти в другое помещение или в другой конец комнаты — весь процесс осуществляется в пределах одного рабочего места!

IR650A — модуль, где непосредственно осуществляется пайка. Его состав и принцип работы описан выше.

PL650A — второе поколение модулей точной установки разработано для широкого диапазона компонентов (размером от 1×1 до 60×60 мм), полностью автоматизирован, обеспечивает высокую точность установки компонентов. Камера с высокой разрешающей способностью с автоматической фокусировкой и увеличением до 300 крат позволяет точно совмещать выводы компонентов с контактными площадками печатной платы. Высокое качество изображения поддерживается при помощи высококонтрастной отдельно управляемой двухцветной светодиодной системы, обеспечивающей подсветку с четырех сторон. Полуавтоматическая установка микросхем гарантирует высокую точность и стабильность установки микросхем.

Характеристики модуля PL650A:

- высококачественная ПЗС-камера (25-кратное оптическое + 12-кратное цифровое масштабирование);
- продольное перемещение всех компонентов при помощи электропривода;
- функции «Автоматическое поднятие» и «Автоматическое опускание»;
- двулучевая оптика 60×60 мм;
- автоматизированное масштабирование и фокусировка;
- подсветка с четырех сторон при помощи красных/белых светодиодов;
- упрощенная настройка автофокуса, баланса белого;
- программируемые предварительные установки камеры.

К основным компонентам модуля RPC относятся новая камера с автоматической фокусировкой (с увеличением до 300 крат), управляемая кольцевая светодиодная система подсветки и подвижный штатив (рис. 7). Процесс пайки даже самых мелких компонентов можно наблюдать под любым углом.



Рис. 5. Ремонтная станция ERSA IR/PL650

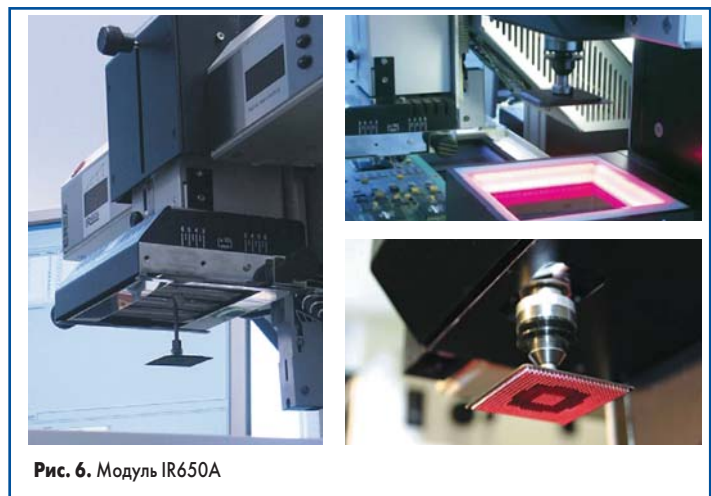


Рис. 6. Модуль IR650A



Рис. 7. Камера с автоматической фокусировкой

Характеристики модуля RPC:

- высококачественная ПЗС-камера (25-кратное оптическое + 12-кратное цифровое масштабирование);
- автоматическое увеличение и фокусировка;
- кольцевая светодиодная подсветка;
- упрощенная настройка автофокуса, баланса белого;
- программируемые предварительные установки камеры;
- многоугольный передвижной штатив;
- система удаленного управления при помощи программной среды IRSoft 3.0.

ERSA IRSoft 3.0: Система управления и документирования процесса пайки

- Дистанционное управление устройствами IR650A (RPC), PL650A, а также IR550A plus;
- четко структурированный интерфейс оператора;
- регистрация и отображение всех данных процесса пайки;
- визуальное отображение процессов PL и RPC в программном окне (рис. 8);
- банк данных профилей и значений характеристик компонентов инфракрасных датчиков;
- поддержка операционных систем Windows 2000 и XP.

Второе поколение программной платформы управления процессом пайки обладает недоступным ранее уровнем гибкости, надежности и комфорта работы.

Как и универсальная программная среда управления, регистрации и визуализации работы всех систем ERSА IR/PL650A и IR550A plus, IRSoft 3.0 разработана прежде всего с учетом комфорта работы оператора. Данное программное обеспечение позволяет упростить процедуру демонтажа компонентов и/или ремонта, состоящую из трех этапов. Можно использовать установки профилей по умолчанию для выполнения различных операций (как для демонтажа/монтажа по обычной, так и по бессвинцовой технологии). Все рабочие данные системы о заданном профиле пайки записываются и хранятся вместе с фактической температурной кривой, чем гарантируется стабильность работы системы вне зависимости от оператора.

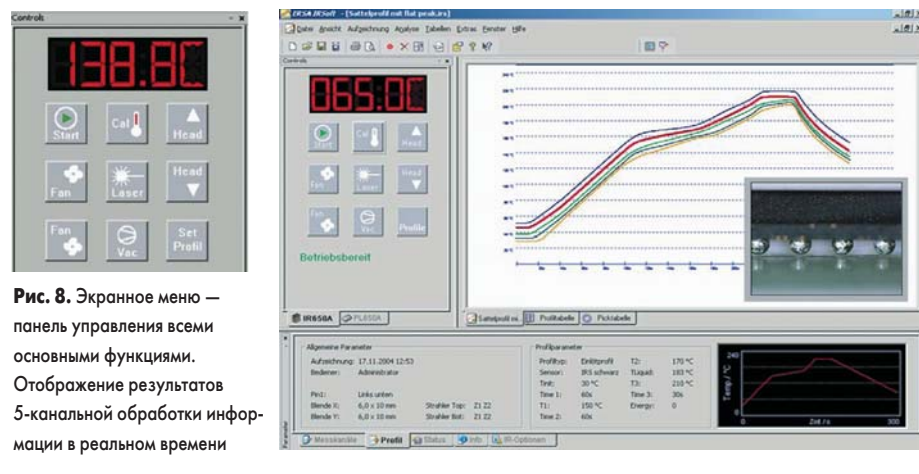


Рис. 8. Экранное меню — панель управления всеми основными функциями. Отображение результатов 5-канальной обработки информации в реальном времени

ERSA IRSoft 3.0 предусматривает защищенный паролем доступ к системе инфракрасной пайки. Рабочее состояние модуля отображается в окне состояния. Процесс пайки записывается в виде AVI-файла параллельно с построением фактического температурного профиля. Все данные процесса пайки, предустановленный профиль, фактические температурно-временные кривые и все рабочие состояния хранятся в одном файле. Документированные данные о процессе можно вывести в виде детального отчета в наглядной форме. IRSoft 3.0 обеспечивает функцию анализа для последующей оценки записанных рабочих данных, например, автоматизированный анализ соотношения роста и уменьшения температуры. Кроме того, все рабочие данные можно экспортировать в формат Microsoft Excel.

Digital 2000A — микропроцессорная паяльная станция с диапазоном температур 50–450 °С, оснащенная универсальным паяльником ERSА TechTool, для контактной пайки.

Порядок работы

Установка микросхем

Перед установкой микросхемы на контактные площадки платы должен быть нанесен флюс или паяльная паста. Плата устанавливается на подвижную рамку и крепится фиксаторами. Микросхема укладывается в специальную подложку. Затем происходит забор микросхемы из подложки: опускается голова PL650, захватывает микросхему вакуумной насадкой и вместе с ней возвращается в исходную позицию. Таким образом, микросхема оказывается поднятой над платой. Между платой и камерой выдвигается оптическая головка, через систе-

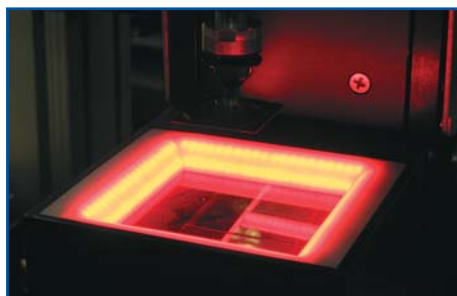


Рис. 9. Совмещение с помощью оптической головки

му зеркал которой можно на мониторе наблюдать выводы микросхемы и контактные площадки платы. С помощью микрометрических винтов осуществляется визуальное совмещение контактных площадок с выводами. После достижения максимального совмещения оптическая головка возвращается назад, а голова опускает микросхему на плату и устанавливает ее. Далее подвижная рамка с платой передвигается в зону пайки, включается соответствующий термопрофиль и после истечения установленного времени (несколько минут) раздается звуковой сигнал. Пайка завершена.

Демонтаж микросхем

На подвижную рамку устанавливается плата с микросхемой, которую нужно выпаять (рис. 10). В зоне оплавления осуществляется центрирование с помощью лазера. Включаются верхний и нижний обогреватели. RPC-камера ведет наблюдение за процессом оплавления. При начале оплавления из верхнего нагревателя опускается вакуумная насадка и устанавливается на поверхности микросхемы. После того как припой расплавится, вакуумная насадка, удерживая компонент, поднимается вверх. Микросхема выпаяна.

Итак, работа на новой станции IR/PL650 не представляет ничего сложного. Операторы даже с начальными навыками работы на компьютере и с высокотехнологичным оборудованием могут без труда управлять этой паяльно-ремонтной станцией. Она удовлетворяет наиболее жестким требованиям по пайке и комфортна для оператора. ERSА IR/PL650 — это настоящее немецкое качество и отличное приобретение, с расчетом на перспективу.



Рис. 10. Демонтаж микросхемы