DOI: 10.22184/1992-4178.2025.249.7.136.139

Автоматический ремонт плат после волновой пайки – не мечта, а уже реальность

Д. Рубай[1]

УДК 621.791.3 | ВАК 2.2.2

Волновая пайка выводных компонентов является процессом высокопроизводительным, но достаточно тонким в настройке. Во время пайки неизбежно появляются дефекты, количество которых напрямую зависит от скорости процесса. Исправление дефектов – сложная задача, требующая организации специального участка ремонта на производстве. Но решение есть – автоматический ремонтный центр для волновой пайки от компании ALeader.



Рис. 1. Автоматический ремонтный центр для волновой пайки ALD-ASR600

Широкое применение высокопроизводительных процессов волновой пайки при изготовлении электронных модулей требует от технологов тщательного контроля количества дефектов. Чем выше скорость процесса, тем больше появляется дефектов, для исправления которых нужны дополнительные временные и производственные ресурсы. В результате растут производственные потери, что сказывается на конкурентоспособности предприятия. Безусловно, самым эффективным способом борьбы с дефектами является устранение причин их возникновения. Но как быть с теми дефектами, которые уже появились в процессе изготовления?

Современное производство все в большей степени ориентируется на полную автоматизацию, поэтому

[1] ООО «Р-ТехноГрупп», технический директор, dr@r-technogroup.ru.

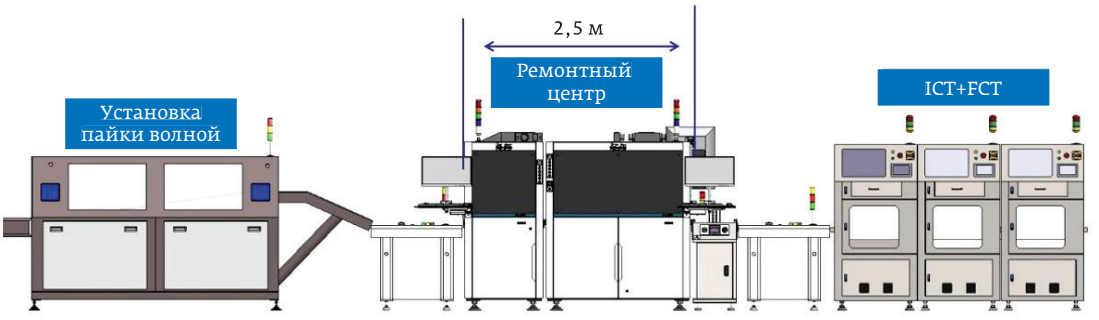


Рис. 2. Схема установки ремонтного центра в линии

оптимальным способом уменьшения количества дефектов и, как следствие, снижения потерь является автоматизированный ремонт в процессе производства. Одно из возможных решений – автоматический ремонтный центр для волновой пайки ALD-ASR600 от компании ALeader, одного из ведущих поставщиков оборудования в Китае (рис. 1).

Ремонтный центр позволяет не только выявлять дефекты пайки после процесса волны, но и исправлять их с возможностью повторной проверки качества исправленной продукции. Данное оборудование устанавливается в линию, что также повышает процент автоматизации. Ремонтный центр располагается сразу за установкой волновой пайки перед участком внутрисхемного и функционального тестирования (ICT и FCT) или же работает в паре с классическим разгрузчиком или буфером конвейерной системы (рис. 2).

В чем уникальность данного оборудования? Ремонтный центр состоит из двух основных модулей. Первый модуль представляет собой оптическую систему инспекции платы, причем для удобства эксплуатации и сокращения занимаемой площади (чтобы исключить переворотник) камера располагается снизу. Оптическая система использует алгоритм i3D, который позволяет достоверно определить наличие дефектов на печатной плате, к числу которых относятся: перемычки, малое количество



Рис. 3. Последовательность операций при ремонте

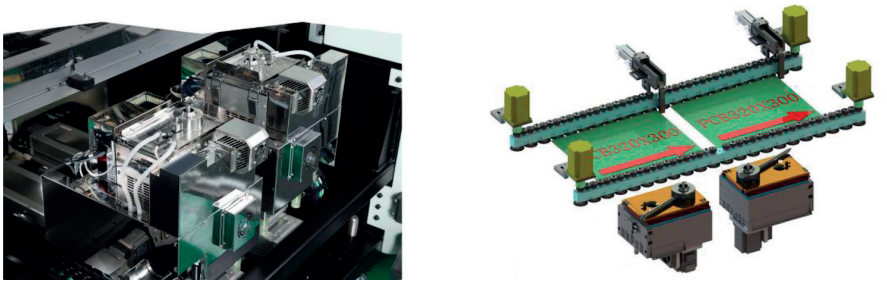


Рис. 4. Гибкая конструкция модуля пайки

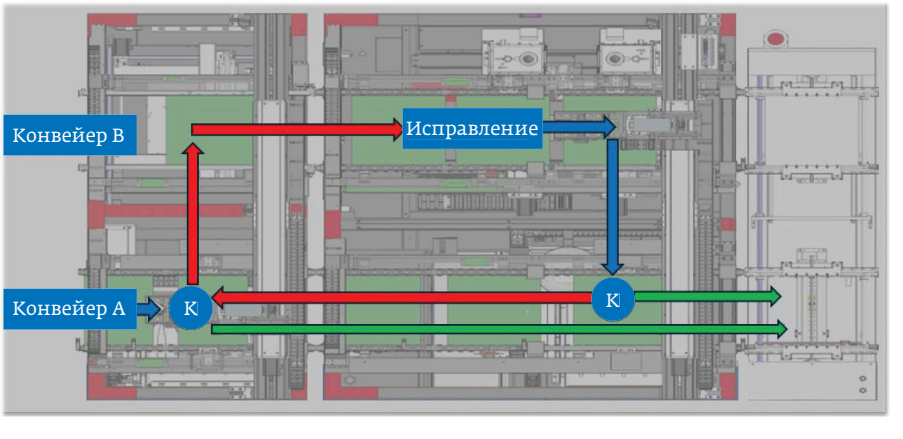


Рис. 5. Схема маршрутов ремонтируемых узлов внутри установки (К – точки контроля)

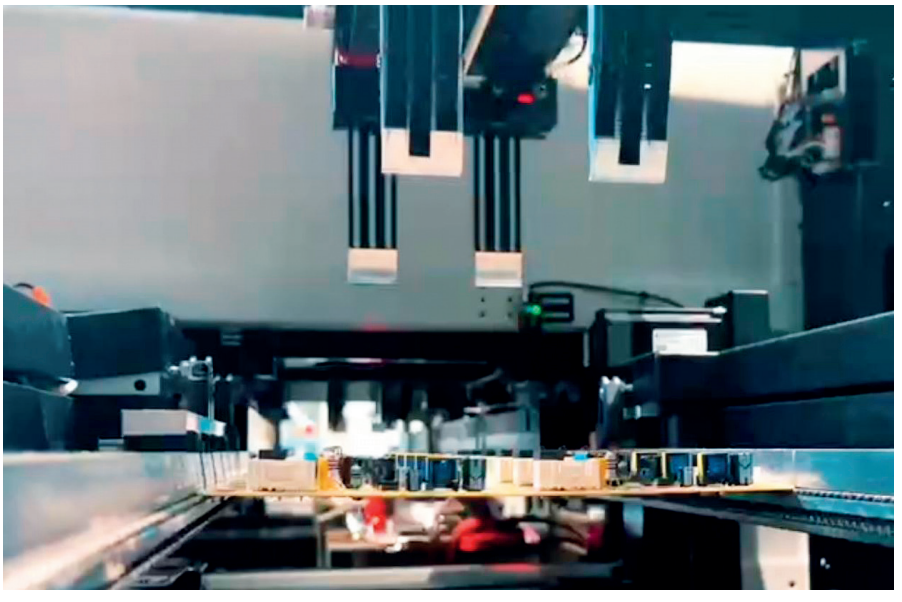


Рис. 6. Механический захват для переноса плат между конвейерами

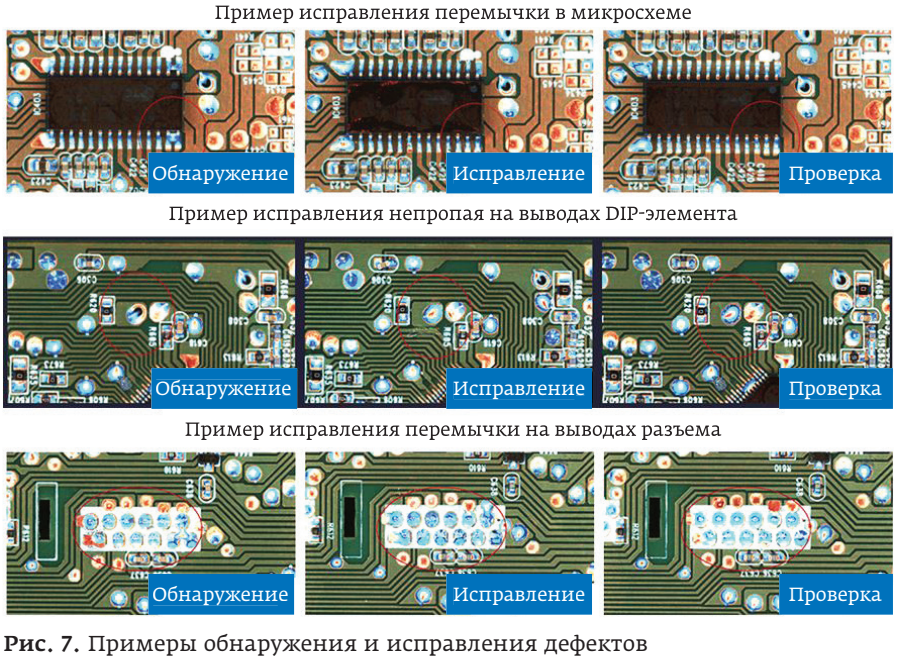
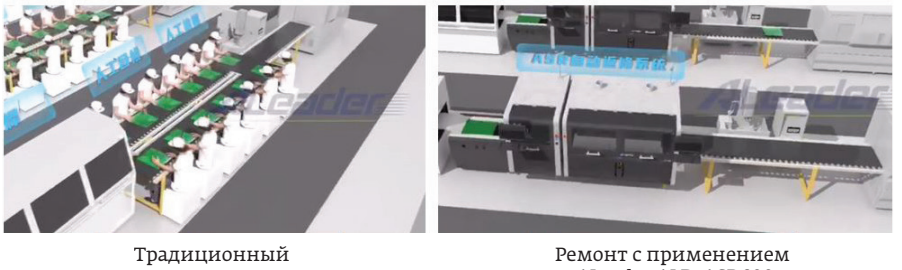


Рис. 7. Примеры обнаружения и исправления дефектов



Традиционный процесс ремонта

Ремонт с применением ALeader ALD-ASR600

Рис. 8. Наглядное представление процессов традиционного ремонта и ремонта с применением ALeader ALD-ASR600

припоя, трещины, плохая заполняемость отверстия, плохая смачиваемость, непропай. Машина проводит инспекцию не только по DIP-, но и SMT-компонентам. Оптическая система оснащена 5-Мп камерой и обеспечивает высокую скорость проверки плат с разрешением 25 мкм/пиксель. При этом кадр тестирования составляет 51,2 x 51,2 мм, скорость проверки – менее 0,25 с/кадр. Минимальный размер инспектируемого чип-компонента – 0402, а минимальный шаг выводов микросхемы – 0,5 мм.

Результаты инспекции передаются на второй модуль машины, который может быть сконфигурирован под требования пользователя. Во втором модуле располагается модуль ремонта, в котором выполняются все операции процесса селективной пайки (рис. 3).

В соответствие с координатами выявленных дефектов программное обеспечение машины автоматически оптимизирует путь движения насадок флюсования и пайки, чтобы достичь минимального времени ремонта. Гибкая конструкция модуля пайки, состоящая из одной или двух независимых ванн, позволяет работать либо с насадками разных диаметров для различных типов дефектов и компонентов, либо обеспечивать процесс ремонта сразу двух печатных плат, если позволяют их габариты (рис. 4). Модуль пайки оснащен всем необходимым для стабильной и качественной работы – системой контроля высоты волны, системой автоподачи припоя в ванну, контролем температуры припоя в ванне.

Имеется возможность выбора конфигурации в зависимости от маршрута ремонтируемых печатных узлов в установке: доступны машины с одним или двумя конвейерами (конвейер А и конвейер В на рис. 5). Если в установке предусмотрен только конвейер А, то последовательность операций соответствует описанному выше порядку: вначале – оптическая

инспекция, затем, при выявлении дефекта, ремонт по технологии селективной пайки, далее, при положительном результате, плата перемещается по тому же конвейеру на выход. Если установка оснащена двумя конвейерами (A и B), то ремонт осуществляется на конвейере B, то есть весь набор стандартных операций селективной пайки выполняется на дальнем конвейере, что позволяет повысить скорость ремонта. После проведения ремонта плата возвращается на конвейер A для повторной инспекции. Если дефект не был исправлен, то плата возвращается к началу цикла, если исправлен – отправляется на выход на последующие операции. На рис. 5 показана схема установки, стрелками обозначены маршруты перемещения плат, а буквами «К» – точки контроля.

Перенос плат с одного конвейера на другой осуществляется посредством механического универсального захвата, который подходит почти для всех видов плат и требует всего 5 мм краевого поля (рис. 6).

Таким образом, в машине реализован процесс ремонта так называемого «замкнутого цикла», когда отсутствуют второстепенные операции и лишние перемещения. К тому же, в полном объеме автоматически собирается статистика дефектов, что позволяет быстрее проанализировать и усовершенствовать процесс. Примеры исправления дефектов приведены на рис. 7.

Очевидно, что внедрение подобной машины обеспечивает ряд преимуществ, и они должны, в том числе, оправдывать инвестиции. Попробуем разобраться в вопросе экономической целесообразности и повышения эффективности производства. Первая выгода налицо – сокращение дефектов на выходе процесса. Здесь, как мы говорили ранее, стоит оценивать не только напрямую снижение количества дефектов, но и все сопутствующие затраты на их устранение: перемещение продукции, дополнительные места хранения, расходы на персонал для ремонта и т.д. Отсюда вытекает вторая существенная выгода от внедрения установки – сокращение площади и персонала для ремонта (рис. 8).

Наконец, в качестве третьего выигрыша можно отметить качество выполнения самого ремонта и его высокую надежность в период эксплуатации. Всем известно, что автоматическая пайка более однородна и стабильна во времени.

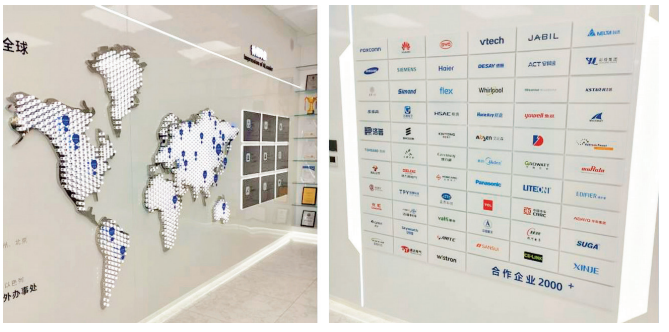


Рис. 9. Офисы ALeader на карте мира и заказчики компании

Говоря о качестве работы установки, стоит немного рассказать о компании ALeader, которая является одной из ведущих на китайском рынке оптических систем. Компания начала свою деятельность еще в 2003 году с разработки собственной системы оптической инспекции. Сегодня у компании не один десяток заказчиков и партнеров, офисы ALeader располагаются по всему миру (рис. 9).

С момента основания компании число сотрудников выросло с шести до более чем 200 человек, из которых 80% имеют высшее техническое образование. Среди них около 40 квалифицированных сервис-инженеров, которые не только сами обеспечивают первоклассный сервис, но и передают знания и навыки своим коллегам. Высокая квалификация персонала находит свое отражение в культуре производства, что предопределяет качество и надежность продукции (рис. 10).

Качество и надежность оборудования компании находятся на уровне мировых брендов. Поэтому решения ALeader, в частности установка для автоматического ремонта плат после волновой пайки, могут не только повысить эффективность и рентабельность производства, но и исправно служить на протяжении всего срока эксплуатации.



Рис. 10. Стенд с решениями ALeader для заказчиков (слева); мини-копии производимых единиц оборудования (в центре); производственное помещение (справа)