

Паяемость печатных плат и компонентов —

критерий надежности функционирования электрических схем

Качество функционирования и степень надежности современных электронных сборочных узлов порой оставляет желать лучшего. Какие меры возможно и необходимо принять на этапе выбора типа паяемых печатных плат, компонентов и применяемых для пайки материалов, с целью повышения качества производимой электронной продукции? Определение на данном этапе будущего качества производимой продукции, по сути, является прогнозированием надежности. Следовательно, такие возможности позволяют вносить своевременные коррективы в процесс производства и снижать затраты на переработку, которая необходима при наличии бракованных экземпляров или партий. В статье рассмотрены возможности современного оборудования по определению одного из наиболее важных критериев определения качества функционирования электронной продукции — паяемости — на примере системы MUST 3 компании GEN 3 Systems (Великобритания).

Артем Рогачев

Rogachev@pribor.ru

Почему необходимо определение паяемости?

Паяемость печатных плат и компонентов является одним из наиболее значимых критериев при определении качества будущей производимой продукции. Как известно, образование непропаянных областей (мест) влечет за собой отказ в функционировании электронного узла на ранней стадии.

Возможна проверка на наличие непропаянных мест после окончания процесса пайки, «постфактум». Такой метод, безусловно, важен при проверке соответствия качества выпускаемого оборудования. Тем не менее, определение паяемости печатных плат и компонентов позволяет определить качество пайки еще до начала процесса, с точностью, соответствующей международным стандартам IPC J-STD-002B и IPC J-STD-003A.

Так, определение паяемости дает возможность прогнозирования ожидаемого качества пайки, а также своевременного внесения корректировок в отношении материалов, применяемых на контактных поверхностях плат и контактах паяемых компонентов:

- Паяемость печатной платы характеризует способность контактных поверхностей печатной платы, прилегающих областей и монтажных отверстий легко смачиваться припоем и сопротивляться сложным условиям процесса пайки.
- Паяемость компонентов характеризует соответствие существующим требованиям и позволяет выявить отклонения, например невозможность пайки.
- Паяемость может быть определена на этапе производства печатных плат, в процессе их приемки заказчиком или непосредственно перед началом пайки.

Характеристики паяемости

Основные параметры, определяющие паяемость, — это:

- смачивание;
- тепловая характеристика;
- сопротивляемость нагреву в процессе пайки.

Под смачиванием понимают реакцию между припоем и основанием, то есть вступление припоя в молекулярный контакт с основанием (печатной платой).

Тепловая характеристика есть совокупность данных о термической массе и теплопроводимости.

Сопротивляемость нагреву в процессе пайки обусловлена материалами компонента и основания.

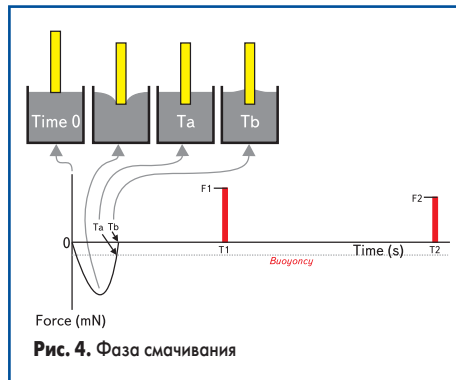
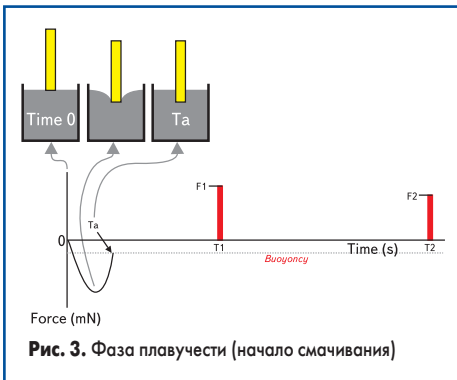
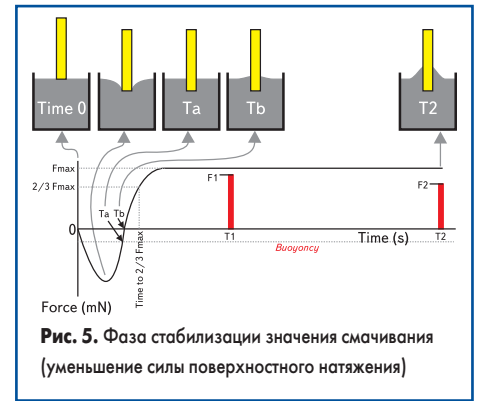
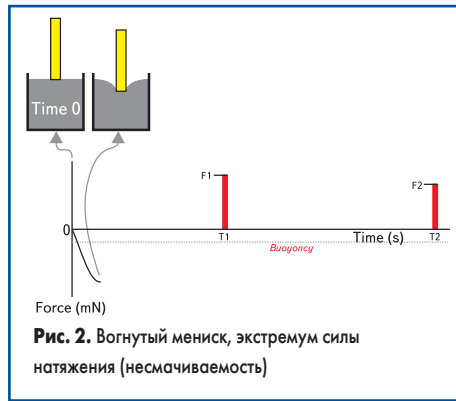
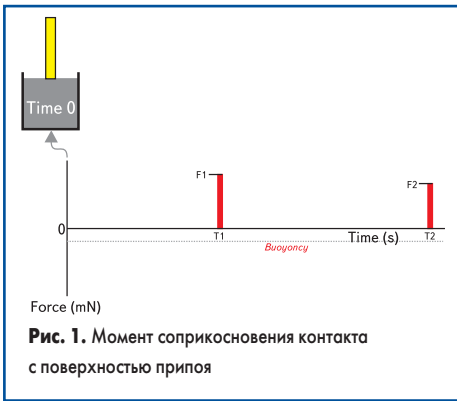
Метод измерения паяемости

Первоначально применялся следующий способ: погружение вывода компонента, предназначенного для пайки, в емкость с нагретым до рабочей температуры припоем и визуальная оценка степени смачиваемости. Но данному методу присущи такие недостатки, как неточность измерений, ненадежность, отсутствие количественной характеристики.

Альтернативным методом стало определение паяемости путем вычисления значений силы поверхностного натяжения рабочего материала (припоя). Использование такого метода позволяет получить количественную характеристику паяемости, достичь высокой точности и обеспечить надежность и повторяемость измерений.

Для определения паяемости проводятся следующие измерения:

- тест капли припоя;
- проникаемость припоя сквозь монтажные отверстия;
- измерение мениска при погружении;



- поверхностное натяжение при вращении;
- измерение баланса смачивания;
- измерение баланса смачивания паяемых компонентов.

Наиболее информативным из применяемых измерений является измерение баланса смачивания паяемых компонентов. Этот метод реализован в системе MUST 3.

Принцип измерения паяемости системой MUST 3

Реализованный в системе метод позволяет получить количественное выражение паяемости, в миллиньютонах (путем измерения силы поверхностного натяжения припоя). Также данный метод позволяет тестировать мельчайшими определенными данными, которые должны быть получены в результате измерений. Как

правило, результат измерений представляется в виде графика зависимости силы от времени (так называемые «кривые смачивания»). Суть кривых смачивания четко прослеживается на рис. 1–5.

На рис. 6 приведена типовая «кривая смачивания».

Вся полученная количественная информация отображается также в виде таблиц данных (рис. 7). В таблице содержится информация, определенная требованиями стандартов: значения контрольных отрезков времени, силы в соответствующие моменты измерений, несмачиваемость, а также статус (соответствие/несоответствие).

Описание системы

MUST = многоосновная универсальная система измерения паяемости. Прототип системы

впервые был представлен для пользователей в 1970-х. В настоящее время насчитывается около 2000 пользователей MUST во всем мире. MUST 3 продолжает определять стандарты измерений, которые были разработаны Национальной физической лабораторией (Великобритания) в сотрудничестве с Gen 3 Systems. Система является эталонной в области тестирования паяемости и, что немаловажно, — наиболее гибкой из представленных на рынке.

Основные характеристики системы:

1. Высокоточное выравнивание + видеосистема (опция).

2. Лучшая система для измерения силы.

3. Дружественный интерфейс с Windows XP и возможностью использования SPC.

4. Критерий соответствия/несоответствия данных.

5. Гибкость:

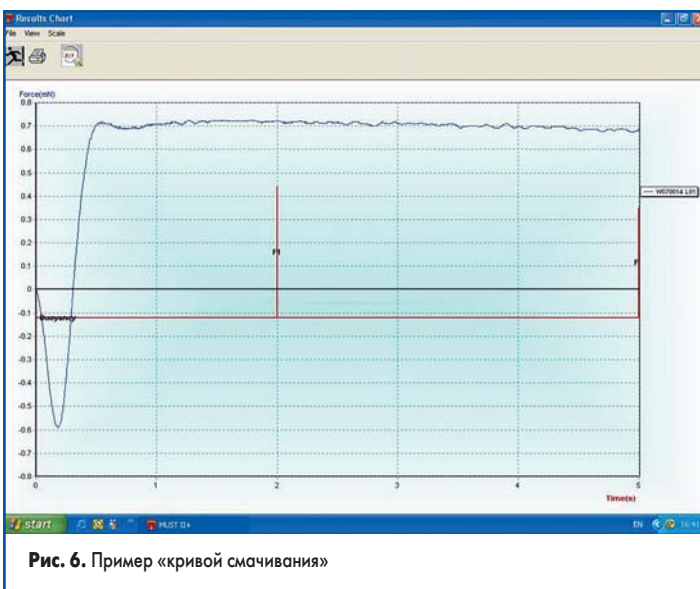
- обычные, выводные компоненты;
- компоненты поверхностного монтажа до 0201 включительно;
- разъемы плат.

Рабочая зона системы, в которой происходит процесс тестирования, изображена на рис. 8.

Система MUST 3 является первым оборудованием, в котором применяется метод тестирования капли припоя: 4 мм; 3,2 мм; 2 мм; 1 мм.

Преимущества данного метода:

- максимальная точность для меньших компонентов;
- полезен для компонентов с ограниченной областью смачивания;



Description	Results Filename	Ta (s)	Tb (s)	Time2/3 Fmax (s)	F1 (mN)	F2 (mN)	A.U.C (mN.s)	Dewetting (%)	Pass/Fail Status	Comment
1 Wire 0.7mm	WD70019 L01	0.297	0.315	0.405	0.832	0.852	3.803	0.5	Pass	
2 Wire 0.7mm	WD70010 L01	0.288	0.306	0.396	0.803	0.803	4.097	1.5	Pass	
3 Wire 0.7mm	WD70013 L01	0.303	0.321	0.408	0.871	0.867	3.952	3.6	Pass	
4 Wire 0.7mm	WD70014 L01	0.291	0.306	0.393	0.841	0.808	2.782	0.5	Pass	
5 Wire 0.7mm	WD70020 L01	0.291	0.306	0.394	0.852	0.812	3.811	7.0	Pass	
6 Wire 0.7mm	WD70021 L01	0.354	0.372	0.459	0.783	0.759	3.564	10.4	Pass	

Рис. 7. Количественная информация, отображенная в виде таблицы



Рис. 8. Рабочая зона системы

- повторяемость тестов многовыводных компонентов;
- соответствует промышленным стандартам IEC/IPC/JIS.

Точностные характеристики системы MUST 3

Глубина погружения — 0–30 мм (с точностью до 0,01 мм), скорость погружения — 0–30 мм/с (с точностью до 0,05 мм/с). Кроме того, система является эталонной, поскольку стандарты определения паяемости были разработаны и утверждены на этапе ее проектирования, при сотрудничестве Gen 3 Systems и Национальной Физической лаборатории (Великобритания).

В системе MUST 3 применяется рассмотренный метод тестирования капли припоя. Все, что необходимо для проведения измерений, — комплект ванн, шариков припоя (свинцово-оловянного и бессвинцового), флюс, ПО для ПК на базе Windows, а также комплект рабочих принадлежностей. Все это включено в комплект системы (рис. 9, 10).



Рис. 9. Комплект системы для проведения измерений

Заключение

По результатам статистического анализа причин отказов в работе электронных сборочных узлов можно судить, насколько велико значение мероприятий, направленных на повышение надежности их функционирования и вероятности безотказной работы.

Определение надежности электрических схем представляет собой совокупность тестов, установленных международными стандартами. Для эффективного определения качества электрических схем необходимо сложное, высокоточное оборудование.

Представляется наиболее перспективным применение оборудования, разработанного на основании существующих стандартов.

Тестовое оборудование компании GEN 3 Systems на этапе разработки сыграло определяющую роль в установлении стандартов определения качества электрических схем и, таким образом, представляет собой эталон средств измерений.



Рис. 10. Система измерения паяемости MUST 3