

Применение критериев IPC для приемки печатных плат и электронных блоков.

Часть 1. Параметры плоскостности печатных плат

Действующие в настоящее время нормативные документы (ГОСТы) не в полной мере соответствуют современному уровню технологий производства печатных плат (ПП) и не позволяют в достаточной степени обеспечить взаимодействие между производителем и потребителем ПП.

Сергей Шихов

sergey@npf-abris.ru

Из всего многообразия действующих ГОСТов для взаимодействия производителя и потребителя ПП наибольшее значение имеют следующие:

- ГОСТ 10317-79. Платы печатные. Основные размеры.
- ГОСТ 20406-75. Платы печатные. Термины и определения.
- ГОСТ 23751-86. Платы печатные. Основные параметры конструкции.
- ГОСТ 23752-79. Платы печатные. Общие технические условия.
- ГОСТ 23752.1-92. Платы печатные. Методы испытаний.

Самому «молодому» из этих документов, в лучшем случае, 16 (!) лет. Естественно, что при современном темпе развития электронной техники столь «актуальные» стандарты, в принципе, можно применять очень ограниченно. Более того, часть важных моментов в данных документах просто отсутствует (например, ни в одном из ГОСТов нет такого понятия, как «паяльная маска»).

Но так как электронная промышленность в нашей стране находится на подъеме, существует потребность в общих для производителя и потребителя «правилах игры». Логично, что такими правилами стали, де-факто, стандарты и спецификации, применяемые в международной практике.

В мире существует достаточно большое количество организаций, занимающихся разработкой стандартизирующих документов в сфере электроники (в частности, печатных плат и электронных блоков). Далее приведен неполный список таких организаций:

- International Electrotechnical Commission (IEC) — Международная электротехническая комиссия (МЭК).
- Institute for interconnecting and packaging electronic circuit (IPC) — Институт печатного монтажа.
- Electronic Industries Association (EIA) — Ассоциация, представляющая американское сообщество высоких технологий.
- American National Standards Institute (ANSI) — Американский национальный институт стандартов.

Ассоциация IPC объединяет компании, связанные со всеми аспектами производства изделий электроники, включая разработку электронных блоков, производство печатных плат и монтаж электронных компонентов. Цель организации — обеспечение взаимодействия между компаниями, вовлеченными в процесс производства электронной техники. Документы, разработанные данной организацией, по большому счету, не являются стандартами (как ГОСТы, имеющие статус федерального закона РФ) и имеют лишь рекомендательный характер. Однако многие разработки IPC были в дальнейшем утверждены стандартизирующими организациями, например ANSI и IEC.

По условиям, принятым исполнительным комитетом IPC, стандарты, выпускаемые данной организацией, должны:

- обеспечивать взаимодействие между разработчиками, конструкторами и производителями изделий электронной техники;
 - помогать минимизации времени выхода на рынок готового изделия;
 - быть написаны простым и понятным языком;
 - включать в себя всю необходимую специфическую информацию;
 - фокусироваться на потребительских свойствах конечного продукта;
 - включать в себя систему обратной связи с пользователем стандарта, для обеспечения развития системы.
- Стандарты не должны:
- препятствовать инновационным разработкам;
 - увеличивать время выхода продукта на рынок из-за следования формальным процедурам;
 - вступать в противоречие с опытом, полученным в процессе конкретного технологического процесса;
 - содержать в себе недостоверную информацию или данные, которые не могут быть фактически определены.

Стандарты и публикации IPC разработаны для исключения случаев недопонимания между производителем и потребителем.

Большое распространение получили спецификации IPC-A-600F — Acceptability of Printed Boards («Критерии приемки печатных плат») и IPC-A-610C — Acceptability for Electronic Assemblies («Критерии приемки электронных блоков»).

Вашему вниманию предлагается первая статья из цикла, посвященного обзору наиболее существенных (с точки зрения автора) моментов, рассматриваемых в данных документах.

Спецификация IPC-A-600F — Acceptability of Printed Boards

Данный документ, как видно из его названия («Критерии приемки печатных плат»), посвящен условиям приемки печатных плат потребителем. Признаки, по которым производится приемка, подразделяются на предпочтительные (идеальные), допустимые и неприемлемые. Документ представляет собой визуальную интерпретацию минимальных требований, предъявляемых к ПП; более подробно данные требования описываются в других публикациях, например в сериях документов IPC-6010, ANSI/J-STD-003 и т. д.

Жесткость требований, по которым проводится оценка пригодности ПП к дальнейшему использованию, определяется сферой применения конечного продукта. Выделяется три класса готовых изделий, в соответствии с ними определяются приемлемые и неприемлемые характеристики ПП.

- Класс 1 — изделия, к которым не предъявляются высокие требования по надежности. Бытовая электроника, приборы, в которых допустимы косметические дефекты. Основная цель — принципиальная функциональность печатной платы.
- Класс 2 — изделия с повышенными требованиями к надежности. Системы связи и управления, другие устройства, функционирование которых необходимо в течение длительного срока, однако выход из строя не является критическим. Допустимы небольшие косметические дефекты.
- Класс 3 — изделия с максимальными требованиями к надежности. Оборудование, которое должно функционировать при любых обстоятельствах. Системы поддержания жизнедеятельности, системы управления полетом и т. д. Недопустимы любые отклонения от предполагаемых характеристик, влияющие на функциональность и надежность устройства.

Критерии приемки ПП подразделяются на две основные группы:

- Внешние признаки — признаки дефектов, которые можно наблюдать и измерять с поверхности печатной платы. В некоторых случаях внешние признаки указывают на наличие внутренних дефектов.
- Внутренние признаки — признаки дефектов, которые находятся внутри ПП, могут быть определены различными методами, как разрушающего (микрошлиф), так и неразрушающего (установки рентгеновского анализа) контроля.

Критерий приемки ПП — плоскостность

Плоскостность — один из внешних критериев приемки ПП. В соответствии с IPC-600F критерий плоскостности определяется двумя параметрами: изгиб (bow) и кручение (twist).

Определение этих параметров приведено в стандарте IPC-T-50 (Terms and Definitions for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits). Изгиб печатной платы характеризуется цилиндрическим или сферическим искривлением. То есть для прямоугольной платы все четыре угла находятся в одной плоскости (рис. 1).



Рис. 1. Отклонение от плоскостности типа «изгиб» (источник — IPC-600-F)

Кручение — это деформация ПП, параллельная одной из диагоналей, таким образом, при этом виде деформации один из углов ПП не находится в одной плоскости с тремя другими (рис. 2).

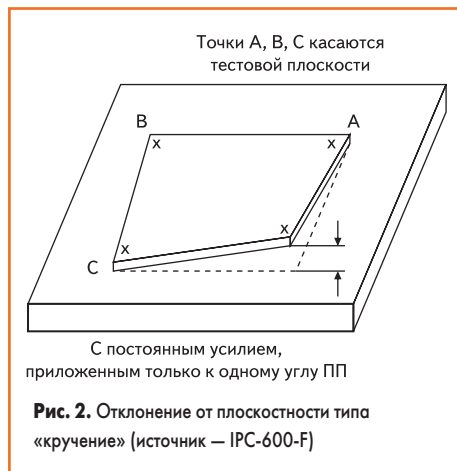


Рис. 2. Отклонение от плоскостности типа «кручение» (источник — IPC-600-F)

Оценка плоскостности прямоугольных ПП проводится по точке максимального вертикального отклонения от плоскости.

Появление дефектов типа «изгиб» и «кручение» может быть связано с разными причинами. Например, с асимметричной конфигурацией проводящего рисунка, со структурой стека слоев (для многослойной ПП). Толщина и свойства базового материала также оказывают влияние на плоскостность.



Рис. 4. Измерение изгиба (источник — IPC-TM-650)

Изгиб и кручение определяют при помощи любой из процедур, описанных в стандарте IPC-TM-650 (приложение к основному стандарту, содержащее описание процедур тестирования ПП), по методу 2.4.22. Для ПП, содержащих элементы поверхностного монтажа (SMD-компоненты), значения параметров изгиба и кручения не должны превышать 0,75%. Для остальных ПП данные параметры не должны превышать 1,5%. Изгиб, кручение или любую комбинацию из них необходимо определять путем физических измерений и расчетов, приведенных далее.

В зависимости от условий дальнейшей обработки (монтажа) в качестве тестового образца можно применять как отдельную плату, так и панель из нескольких плат (при групповом монтаже). Принципы измерения неплоскостности при этом не меняются.

Измерение изгиба

Тестируемый образец размещают на плоской поверхности изгибом вверх. К образцу прикладывается достаточное усилие, чтобы распрямить его. Затем измеряют и записывают значения длины (L) и ширины (W) образца (рис. 3).

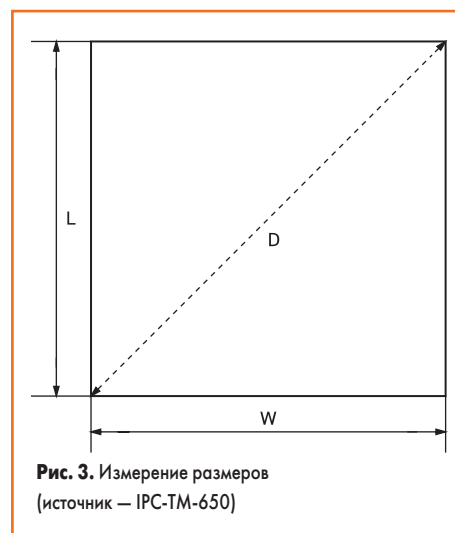


Рис. 3. Измерение размеров (источник — IPC-TM-650)

Для плат прямоугольной формы используют габаритные размеры (размеры прямоугольника, минимального размера, в который можно вписать тестируемый образец).

Ко всем четырем углам образца прикладывается усилие, достаточное для того, чтобы обеспечить контакт углов образца с тестовой плоскостью.

Измеряют максимальное расстояние между поверхностью образца и плоскостью RL или RW для длины или ширины соответственно (рис. 4).

Значение параметра «изгиб» рассчитывают по следующим формулам:

- по стороне L — $B_L = (R_L/L) \times 100\%$;
- по стороне W — $B_W = (R_W/W) \times 100\%$.

Измерение кручения

Тестируемый образец размещают на плоской поверхности изгибом вверх. К образцу прикладывается достаточное усилие, чтобы распрямить его. Измеряют и записывают значения диагональной размерности (D) образца (рис. 3.)

Образец располагают на тестовой плоскости, изгибом вниз, так, чтобы три угла образца касались плоскости.

Измеряют расстояние между четвертым углом образца и плоскостью (рис. 5).

Значение параметра «кручение» рассчитывают по следующей формуле:

$$T = (R/(2 \times D)) \times 100\%.$$

Формула содержит множитель 2 из-за того, что при прижимании одного из углов к тестовой плоскости противоположный угол сме-



щается вверх на величину, примерно в два раза большую, чем величина деформации.

Полученные значения параметров «изгиб» и «кручение» не должны превышать 0,75% для плат с элементами поверхностного монтажа и 1,5% — для остальных ПП.

Продолжение следует

Литература

1. IPC-A-600f — Acceptability of printed boards.
2. IPC-TM-650 — Test methods manual.
3. IPC-T-50 — Terms and Definitions for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits.