МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 61188-1-1— 2013

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ И ПЕЧАТНЫЕ УЗЛЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ

Часть 1-1

Общие требования
Приемлемая плоскостность для электронных сборок

(IEC 61188-1-1:1997, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Некоммерческим образовательным частным учреждением «Новая инженерная школа» (НОЧУ «НИШ») на основе аутентичного перевода на русский язык, указанного в пункте 5 стандарта, который выполнен Российской комиссией экспертов МЭК/ТК 91

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 420 «Базовые несущие конструкции, печатные платы, сборка и монтаж электронных модулей»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2013 г. № 44)

За принятие стандарта проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004–97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004–97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 сентября 2014 года № 1104-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 61188-1-1—2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2015 года

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61188-1-1:1997 Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 1-1: Generic requirements – Flatness considerations for electronic assemblies(Платы печатные и сборки печатных плат. Конструкция и назначение. Часть 1-1. Общие требования. Вопросы плоскостности для электронных сборок).

Перевод с английского языка (en).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации IEC/TC 91 «Технология сборки электронного оборудования» международной электротехнической комиссии (IEC).

Наименование стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5 (пункт 3.5).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и международных стандартов, на которые даны ссылки, имеются в национальных органах по стандартизации.

В разделе «Нормативные ссылки» и тексте стандарта ссылки на международные стандарты актуализированы.

Степень соответствия – идентичная (IDT).

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2014

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологи

Введение

Технология печатного монтажа требует высокого уровня плоскостности жестких печатных плат и печатных узлов. Отклонение от плоскостности может возникнуть по ряду причин. Все специалисты, участвующие в процессах проектирования, производства и эксплуатации, должны быть осведомлены о потенциальных проблемах, возникающих в этой связи. Необходимо уделять особое внимание факторам, которыми можно управлять.

В таблице ниже приведена информация о трех методах испытаний по IEC 61189-2.

Т а б л и ц а – Список методов испытаний материалов на изгиб и скручивание

Наименование параметра	Условие испытания	Номер метода испытаний в IEC 61189-2
Изгиб	Состояние поставки	2M01
Изгиб	После обработки	2M02
Скручивание	Состояние поставки	2M01
Скручивание	После обработки	2M04

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ И ПЕЧАТНЫЕ УЗЛЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ Ч а с т ь 1-1 Общие требования. Приемлемая плоскостность для электронных сборок

Printed boards and printed board assemblies. Design and use.
Part 1-1. Generic requirements. Flatness considerations for electronic assemblies

Дата введения — 2015—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт содержит информацию о факторах, определяющих плоскостность жестких печатных плат и печатных узлов. Цель настоящего стандарта – предоставить информацию проектировщику, производителю, сборщику и потребителю жестких печатных плат и печатных узлов, о факторах, влияющих на их плоскостность. В настоящем стандарте представлена информация по следующим вопросам:

- проектирование (см. раздел 3);
- материалы основания (см. раздел 4);
- печатные платы (см. раздел 5);
- печатные узлы (см. раздел 6).

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа.

IEC 61189-2:1997 Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures (Материалы электрические, структуры межсоединений и скомпонованные узлы. Методы испытания. Часть 2. Методы испытания материалов для структур межсоединений)

3 Основные требования

3.1 Проектирование

Разработчик жесткой печатной платы или печатного узла должен стремиться достичь механически уравновешенной конструкции. Распределение смолы, тип стеклоткани и фольги, распределение массы по любой оси влияют на уравновешенность конструкции печатной платы. При использовании металлических конструкций, встроенных в тело платы, должно быть учтено их влияние на плоскостность платы или узла.

У печатных узлов компоненты расположены, как правило, на одной стороне. Однако с появлением поверхностного монтажа у многих устройств компоненты размещают по обеим сторонам платы. Рациональное расположение компонентов по размеру, массе и числу выводов, присоединенных к плате, улучшает параметры плоскостности печатного узла.

3.2 Производство жестких плат

При производстве жестких плат необходимо выбирать и обрабатывать материал с учетом обеспечения минимальных деформаций.

3.3 Монтаж

При монтаже печатных узлов необходимо стремиться к отсутствию любых деформаций, особенно в процессе пайки и механосборочных работ.

3.4 Эксплуатация

Потребитель должен минимизировать вероятность возникновения деформации печатного узла после монтажа за счет правильного хранения и использования в составе оборудования.

4 Отклонение от плоскостности. Жесткий фольгированный материал основания

4.1 Причины

Следующие факторы могут способствовать деформации фольгированного материала основания как по отдельности, так и в сочетании друг с другом.

4.1.1 Армирование

Стеклоткани могут оказаться напряженными еще в процессе ткачества полотна и дальнейшей обработки. Применение отдельных листов снижает деформацию слоистого материала.

4.1.2 Медная фольга

Влияние медной фольги на деформацию, как правило, незначительно.

4.1.3 Материал стадии В (препрег)

Пропитка армирования смолой, которая частично твердеет, приводит к созданию материала основания в стадии В (препрега). Неоднородная пропитка приводит к напряжениям в материале основания. Напряжения могут быть вызваны следующими причинами:

- неравномерное напряжение, возникающее в материале армирования в процессе обработки (пропитка смолой);
- неровная или неоднородная толщина смолы по ширине листа;
- неполное или излишнее отверждение (полимеризация) смолы относительно стадии В.

4.1.4 Прессование

Неравномерное давление и температура создают напряжение. Несбалансированное размещение, когда листы смещены по осям *X* и *Y*, вызывает внутренние напряжения.

Фольга только на одной стороне слоистого материала может увеличить деформацию. Чем толще фольга, тем больше будет деформация. Кроме того, если фольга с двух сторон слоистого материала имеет разную толщину, то это также может привести к деформации.

4.1.5 Обработка и транспортирование

Методы обработки, транспортирования и хранения могут вызывать дополнительные напряжения. Хранение обработанного материала не в горизонтальной плоскости приводит к дополнительной деформации.

4.2 Профилактика и восстановление

Чтобы минимизировать деформацию, необходимо контролировать факторы, указанные в 4.1. Должно быть уделено внимание к разработке конструкции и технических требований. Необходимо осуществлять контроль производственного процесса. Следует учитывать, что после прессования (полной полимеризации смолы) снять внутренние напряжения в материале невозможно.

Температура стеклования T_g – температура, при которой термореактивная пластмасса переходит из стеклообразного (твердого) состояния в деформируемое (мягкое) состояние. Это изменение полностью обратимое; материал будет жестким при температуре ниже температуры стеклования и мягким при температуре выше температуры стеклования. Поэтому, деформации, полученные в мягком состоянии, сохранятся при обратном переходе материала в жесткое состояние.

Температура стеклования эпоксидной смолы в общем случае находится в диапазоне 120 °С – 135 °С, но может также опускаться до 105 °С. У других смол могут быть совершенно другие температуры стеклования.

Если слоистый материал не становится плоским при комнатной температуре, то очевидно присутствие внутреннего напряжения. Однако даже если материал является плоским при комнатной температуре, в нем могут присутствовать внутренние напряжения. Когда материал нагрет выше температуры стеклования смолы, смола больше не сдерживает остаточные напряжения, и материал, смягчаясь, становится плоским. Деформация может как появиться, так и не появиться, если материал основания охлаждается в естественных условиях. Деформация может быть устранена охлаждением материала при температуре ниже температуры стеклования смолы, но она может вновь появиться при повторном нагреве.

4.3 Методы испытания и требования к ним

Методы испытания и значения диапазона для обычно используемых материалов основания приведены в IEC 61189-2.

Если в стандартах IEC или национальных стандартах отсутствуют технические требования, рекомендуется согласовывать между потребителем и поставщиком предельные значения для проведения испытаний по соответствующему международному стандарту.

5 Отклонения от плоскостности жестких печатных плат

5.1 Причины

Следующие факторы могут способствовать деформации жестких печатных плат как по отдельности, так и в сочетании друг с другом.

5.1.1 Проектирование печатной платы

5.1.1.1 Структура жесткой печатной платы

Структура может влиять на деформацию.

5.1.1.2 Внутренние пазы

Большие прямоугольные пазы или длинные прорези, находящиеся в центре, могут способствовать деформации.

Конструкции, содержащие мультиплицированные заготовки печатных плат на панели, могут усилить деформацию.

5.1.1.3 Плотность и расположение проводящего рисунка

Деформация односторонних жестких печатных плат происходит больше всего под влиянием толщины фольги. Чем больше область и толщина меди в конструкции, тем больше деформация.

Скручиванию подвержены конструкции, где медь распределена неравномерно, например конструкция, у которой имеется слой фольги с одной стороны, а контактные площадки с другой.

Конструкция жесткой многослойной платы, имеющая несимметричную структуру внутренних слоев, склонна к устойчивой деформации. Например, расположение слоев питания и заземления с одной стороны на слоях 4 и 5 шестислойной конструкции, или использование одного толстого теплоотводящего слоя вместо двух менее толстых.

5.1.2 Обработка жесткой печатной платы

5.1.2.1 Вырубка (резка гильотинными ножницами)

Вырубка (гильотинными ножницами) заготовок из листов материала основания может вызывать напряжение в самом начале производственного процесса (использование тупых лезвий, неправильный зазор между режущими поверхностями и т. д.).

5.1.2.2 Нагрев

Ошибочное расположение платы на опоре в процессе нагрева выше температуры стеклования с последующим охлаждением может привести к деформации. Такая деформация может быть устранена нагревом при температуре выше температуры стеклования и охлаждением в соответствующем положении.

5.1.2.3 Прессование жесткой многослойной платы

Деформации могут быть вызваны неравномерно пропитанными препрегами или стеклотканью, в которой возникают значительные напряжения во время пропитки(см. 4.1.3). Неравномерность температуры и давления, выбор неправильных температурных режимов прессования непременно приведет к деформации.

5.1.2.4 Покрытие припоем

Во время оплавления гальванического оловянно-свинцового покрытия, нанесения припоя погружением или волной, выравнивания горячим воздухом могут проявиться внутренние напряжения. Более того, если жесткие платы не зафиксированы должным образом, особенно во время оплавления в горячем масле, может произойти деформация платы. Соответствующая фиксация также рекомендуется во время охлаждения.

5.1.2.5 Обработка контура

Обработка контура плат фрезерованием имеет тенденцию к снижению напряжения. Противоположным случаем является нанесение печатных плат в виде заготовок на панели. Как вариант, напряженность в жесткой печатной плате несколько снижается при скрайбировании или при прорезании пазов, чтобы иметь возможность выломать печатную плату из панели после монтажа. Однако деформации, появляющиеся в таких заготовках, не могут быть исправлены без некоторого риска появления излома.

5.1.2.6 Упаковывание

Чрезмерное усилие при упаковывании также, как и недостаточное закрепление жестких плат при транспортировании, приводит к деформации.

5.2 Меры предосторожности (рекомендации)

5.2.1 Конструкция

a) Рекомендуется избегать жестких печатных плат с большим отношением длины к ширине.

b) Рекомендуется размещать внутренние пазы и прорези симметрично.

c) Рекомендуется обеспечивать равномерное распределение проводящего рисунка по плотности и направлению. В жесткой многослойной плате рекомендуется располагать слои так, чтобы масса меди относительно середины толщины платы была уравновешена. Если есть только один слой

заземления или слой питания, определить, возможно ли его продублировать. В примере, приведенном в 5.1.1.2, надо располагать слои, как 3 и 4 или 2 и 5, а не 4 и 5.

d) Рекомендуется избегать чрезмерной толщины фольги на односторонних жестких платах. Избегать конструкций двухсторонних печатных плат с разной толщиной меди по сторонам.

5.2.2 Технология изготовления

a) Убедиться в том, что ножи гильотины заточены и правильно установлены, и что заготовки в процессе резания расположены без перекосов.

b) При нагреве заготовок, например при термообработке или сушке, при температурах выше температуры стеклования лучше использовать конвейерную печь с инфракрасным нагревом вместо конвекционной печи периодического действия. Если используют конвекционную печь периодического действия и заготовки не могут быть зажаты для обеспечения плоскостности, рекомендуется фиксировать их, по крайней мере, по трем сторонам.

c) Перед оплавлением оловянно-свинцового покрытия или выравниванием припоя необходим предварительный нагрев заготовок. Зажимные приспособления, используемые для удержания жесткой платы при оплавлении в припое и при выравнивании припоя, должны давать плате возможность свободно расширяться.

d) Перед промывкой заготовки рекомендуется охлаждать до температуры ниже температуры стеклования, особенно когда промывку проводят холодной жидкостью.

e) Избегать нанесения печатных плат в виде заготовок на панели.

5.3 Выпрямление

Жесткие платы с существенными ошибками в конструкции или расположении слоев, спрессованные с нарушением режимов, могут не поддаться выпрямлению. Если жесткий материал основания был плоским в состоянии поставки и прошел процесс нагревания при температуре выше температуры стеклования без деформации, то большинство несмонтированных печатных плат, у которых впоследствии появляется деформация, может быть выпрямлено. Исправить деформацию возможно с помощью термообработки жестких плат, уложенных стопками и нагруженных плоской стальной пластиной приблизительно того же размера, что и печатная плата. Стопки плат должны находиться в течение 4 ч. при температуре, превышающей температуру стеклования на 10°С – 20 °С. Высота стопки не должна превышать 50 мм. Превышение высоты может привести к тому, что в центре стопки будет находиться плата, температура которой не превысит температуру стеклования, так что в итоге внутреннее напряжение не будет уменьшено. После этой термообработки платам нужно дать свободно охладиться до температуры внешней среды.

Примечание – Слишком высокие температуры приведут к тому, что плата изменит цвет до недопустимой степени.

5.4 Требования к плоскостности

Вследствие того, что разработанная конструкция жесткой печатной платы может предполагать предельную степень плоскостности, технические требования должны быть согласованы между изготовителем и заказчиком. На практике в качестве предельного отклонения от плоскостности часто принимают 0,5 % самого большого измерения. Большинство готовых жестких плат отвечает этому требованию, и поэтому такое же отклонение может закладываться в процессе разработки.

Автоматизированные методы производства накладывают более серьезные ограничения как на заготовки, находящиеся в процессе изготовления, так и на готовые жесткие платы. Например, загрузочные устройства автоматических линий не будут работать, если деформация заготовок более их номинальной толщины. Имеется в виду, что для материала толщиной 1,5 мм независимо от размера заготовки допустимое отклонение от плоскостности не может быть более 1,5 мм. При длине заготовки 600 мм относительное отклонение составит уже довольно жесткие 0,25 %.

5.5 Методы измерения

5.5.1 Жесткий материал основания

5.5.1.1 Листы

Нужна только грубая оценка, которую можно выполнять, подвесив лист за два смежных угла. Ориентировочные измерения можно провести относительно вертикально расположенной плоскости или грани.

Примечание – Не рекомендуется измерять деформацию больших листов, располагая их на плоской поверхности, так как лист будет выправляться под собственной массой.

5.5.1.2 Заготовки

Метод измерения заготовок должен соответствовать условиям, с которыми сталкиваются во время изготовления плат, т. е. сверху для односторонних заготовок должна быть медная

поверхность. Если заготовки являются двухсторонними, преимущественно вогнутую поверхность рекомендуется располагать сверху. В любом случае заготовка должна лежать на плоской поверхности свободно так же, как в случае перемещения на конвейере. Используя нутромер или подобный инструмент, измеряют максимальное вертикальное расстояние на краю заготовки между плоской поверхностью и ее нижней стороной. Измеренное значение является деформацией заготовки.

5.5.2 Жесткие печатные платы

Деформацию готовых жестких печатных плат оценивают так же, как и заготовок. Для проверки большого количества целесообразно использовать проходной калибр в виде планки, расположенной параллельно плоскости, по которой перемещаются платы преимущественно вогнутой стороной вниз.

6 Отклонения от плоскостности. Печатные узлы на жестких печатных платах

6.1 Причины

Следующие факторы как по отдельности, так и в комбинации друг с другом могут способствовать деформации печатных узлов.

Монтаж печатных узлов на жестких печатных платах включает в себя установку компонентов и последующую их пайку на плате.

Процессы групповой пайки используют температурные режимы, превышающие T_g стандартной эпоксидной смолы (у материалов на основе других смол T_g может быть выше температуры пайки).

Процессы пайки могут быть следующие:

a) пайка волной припоя, температура от 235 °С до 260 °С;

b) пайка оплавлением, температура от 215 °С до 260 °С (в зависимости от метода).

При пайке волной припоя (односторонний перенос тепла) создается разница температуры по сторонам платы, что может привести к внутренним напряжениям. Положение ухудшается, если жесткая печатная плата (в том числе многослойная), имеет асимметричное строение медь/стекло/смола. Масса печатного узла (неравномерность распределения компонентов, тяжелые компоненты) – фактор, способствующий деформации.

Пайка оплавлением по способу подачи тепла может быть, например, инфракрасной или свободной, направленной, например, конденсацией пара. У свободной теплопередачи имеются некоторые преимущества в том, что температурное поле более равномерно. Плата должна быть закреплена в горизонтальном положении во время процесса пайки, чтобы заблокировать любую деформацию, возникающую в процессе пайки компонентов.

Когда процесс пайки завершен, печатный узел еще поддается деформации до тех пор, пока не охладится. Оплавление припоя и охлаждение могут деформировать неровно закрепленный печатный узел.

6.2 Меры предосторожности (рекомендации)

Закрепление во время пайки и охлаждения необходимы, чтобы минимизировать условия появления деформации. Смонтированный печатный узел должен иметь возможность расширяться и сжиматься.

6.3 Устранение дефектов

При исправлении деформации требуется нагрев материала до температуры выше температуры стеклования, при этом плата должна быть зафиксирована с учетом теплового расширения.

Деформации печатного узла чрезвычайно сложно устранить по следующим причинам:

a) повышенные температуры могут негативно сказаться на компонентах;

b) паяные соединения будут держать печатный узел в состоянии деформации, поэтому единственная эффективная мера – удаление компонентов до начала процесса исправления дефекта;

c) может произойти растрескивание контактов, если перед попыткой распрямить жесткую плату паяные соединения не расплавить; в случае растрескивания плату рекомендуется утилизировать.

7 Проблемы, связанные с установкой поверхностно монтируемых компонентов

7.1 Установка компонентов (сборка)

Деформации могут иметь следующие отрицательные воздействия на автоматизированную установку компонентов:

a) заклинивание жестких плат при автоматизированной загрузке на рабочую позицию;

b) неточная установка компонентов;

c) ухудшение способности оборудования установки компонентов распознавать реперные точки.

7.2 Требования к оборудованию установки компонентов

Чтобы избежать заклинивания жестких плат [см. перечисление а) 7.1], потребителю рекомендуется, согласовывать максимально допустимую деформацию с поставщиком платы, принимая во внимание тип компонента и размер панели. Эту деформацию лучше всего представить в процентах.

При ручной загрузке плат с ее одновременным закреплением требования по деформации снимаются. Однако в этом случае одновременно с решением проблемы установки компонентов возрастает вероятность проявления деформации в последующем (возможно во время эксплуатации) из-за высоких механических напряжений в паяных соединениях.

8 Отклонения от плоскостности в процессе эксплуатации

Деформации, проявляющиеся через длительный период времени, как правило, происходят из-за внутренних напряжений или неравномерной нагрузки на плату. Деформации, возникшие в процессе изготовления и искусственно компенсированные (например, установка механических ограничений при сборке), проявляются при последующем хранении и дальнейшей обработке.

9 Меры предосторожности

Перечень мер предосторожности представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Стадии производства и меры предосторожности

Стадия производства	Ключевой процесс	Номер подраздела, пункта, подпункта
Производство жесткого материала основания	Сборка пресс-пакета (например, поперечная укладка слоев). Обработка (например, выбор режима прессования)	4.2
Производство жестких печатных плат	Сборка многослойного пресс-пакета и прессование	5.2.1 (перечисление b) и 5.1.2.3
	Проектирование рисунка, (например, плотность проводящего рисунка)	
	Изготовление (например, нагрев выше температуры стеклования)	5.2.2
Производство печатных узлов	Монтаж (например, массивные компоненты и нагрев свыше температуры стеклования)	6.1 и 6.2

10 Перечень мер по устранению деформации

Меры по устранению деформации представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Стадии производства и меры по устранению деформации

Стадия производства, в которой появляется деформация	Действие по устранению деформации	Номер раздела Подраздел
Производство жесткого материала основания	Для слоистых пластиков невозможно	4.2
Производство жестких печатных плат	Возможно при условии, что T_g не превышает 130 °С. Невозможно из-за дефекта в конструкции или неправильной сборки при прессовании	5.3
Обработка сборки	Возможно до процесса пайки. Не применяется для готового печатного узла	6.3
В эксплуатации	Не применяется	8

УДК 621.3.049.75:006.354 МКС 31.190 IDT

Ключевые слова: печатные платы, деформация, плоскостность, меры предосторожности, устранение дефектов

Подписано в печать 05.11.2014. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 1,40. Тираж 33 экз. Зак. 4481.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru