

# Варианты применения и конструкции гибко-жестких плат

**В этой статье мы расскажем о крайне интересной возможности реализации конструкторских решений — о гибко-жестких печатных платах. В целом для российского рынка этот продукт является новым и неизвестным. Крайне мало предприятий освоили или только начинают осваивать эту технологию. При этом за рубежом гибко-жесткие печатные платы применяются повсеместно — от бытовой электроники и мобильных телефонов до систем коммуникации корабля, самолета или космического аппарата.**

Рубрику ведет  
Александр Акулин

akulin@pcbtech.ru

В последние годы интерес к «гибким» технологиям у российских клиентов компании PCB technology значительно вырос. Сейчас из России и Украины поступает довольно много заявок на различные проекты гибко-жестких плат и множество вопросов о том, как можно реализовать ту или иную структуру. Поэтому мы решили рассказать подробнее о том, какие свойства имеют эти платы, какие преимущества, и какие возможны конструкции и варианты их использования.

## Преимущества

Как следует из названия, гибко-жесткая печатная плата представляет собой конструкцию, сочетающую гибкие и жесткие части. На рис. 1 показана простейшая конструкция, в которой две жесткие части соединены гибким кабелем. В результате применения появляется возможность размещения двух плат «этажеркой» с отказом от разъемов.

Применение гибко-жестких плат позволяет в ряде случаев:

- уменьшить габариты и вес устройства;
- встроить электронику в корпус сложной формы;
- отказаться от соединительных разъемов;

- повысить надежность соединений;
  - упростить монтаж;
  - обеспечить динамическую гибкость соединений;
  - упростить обслуживание при эксплуатации.
- Обсудим более подробно эти преимущества.

## Уменьшение габаритов и веса устройства

Немного нетипичное пока для российских производителей изделие, тем не менее, наиболее ярко демонстрирующее преимущества гибко-жестких плат — переносные mp3-плееры на базе флэш-памяти. Два основных требования пользователя mp3-плеера — малый вес (устройство носят на шее или в нагрудном кармане) и малые габариты. Именно тут в полной мере проявляются преимущества гибко-жестких плат. Типичная конструкция внутренних слоев такого плеера — «этажерка» из трех или четырех печатных плат, соединенных гибкими шлейфами. За счет низкого профиля компонентов результирующая толщина плеера может составлять не более 10–20 мм при размерах 30×30 мм — очень достойные величины для устройства такой сложности (рис. 2, 3).

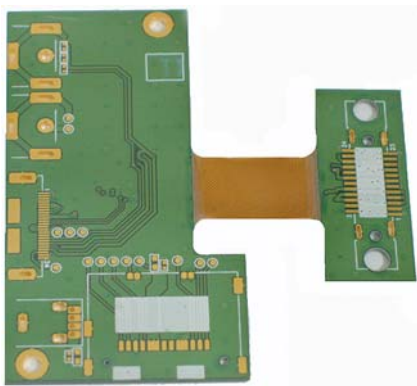


Рис. 1. Гибко-жесткая печатная плата из 2 частей

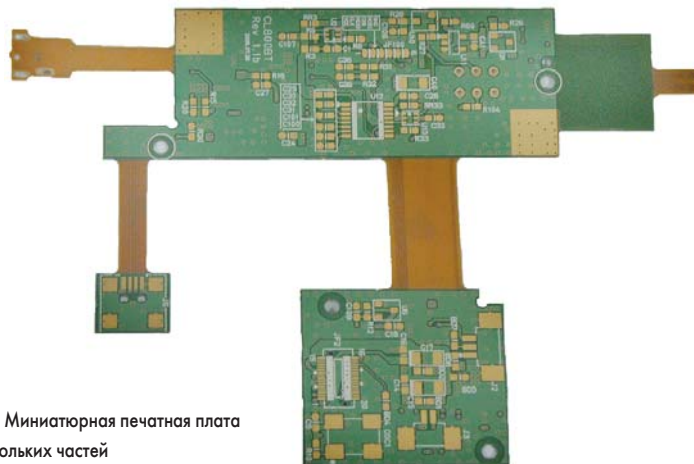


Рис. 2. Миниатюрная печатная плата из нескольких частей

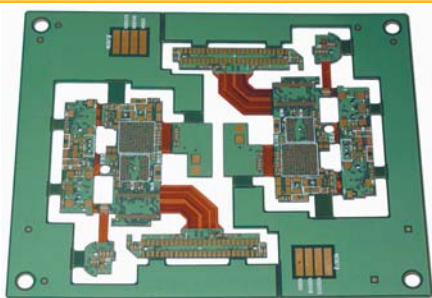


Рис. 3. Миниатюрная гибко-жесткая плата на панели для монтажа

### Корпус сложной формы

Мобильный телефон. Домашний телефон-трубка. Миниатюрная радиостанция. Слуховой аппарат. Медицинский носимый прибор. Все эти устройства сходны в одном — адаптация к человеческому телу, а значит — очень сложная форма корпуса. Встроить довольно сложную электронику в такой корпус практически невозможно без применения гибко-жестких конструкций (рис. 4, 5).

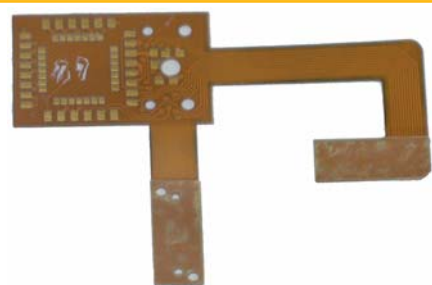


Рис. 4. Вариант гибкой печатной платы для телефона-трубки

### Отказ от разъемов

Недавно к нам обратился заказчик со следующей проблемой.

Имеется очень плотно насыщенное компонентами изделие, состоящее из вычислительной платы и платы индикации и управления. Платы соединены через штыревой разъем. Необходимо добавить в новую версию устройства дополнительную электронику — одну планарную микросхему и несколько планарных пассивных компонентов, но места под них на платах нет.

Мы предложили заменить соединение через разъем на гибко-жесткое соединение.

Благодаря этому освободилось несколько квадратных сантиметров поверхности на обеих платах, что дало возможность не только реализовать поставленную задачу, но и удешевить изделие в целом за счет снижения стоимости монтажа, сборки в корпус и тестирования.

### Повышение надежности соединений

Известно, что одна из проблем эксплуатации электронных изделий в условиях вибрации, воздействия влаги и температурных перепа-



Рис. 5. Печатные платы для встроенной фотокамеры

дов — проблема ухудшения контакта в разъемных соединениях. Это особенно типично для автомобильной техники, бортовой электроники и прочих устройств, эксплуатируемых отнюдь не в «комнатных условиях». Также немаловажно это бывает и для носимых устройств, часто подвергаемых падению, перегреву или переохлаждению, воздействию влаги, пота, едких испарений и пр. Гибко-жесткое соединение плат в таком устройстве успешно устраняет проблему потери контакта (рис. 5).

### Упрощение монтажа изделия

Рассмотрим типичный блочный конструктив с несколькими модулями, подключенными к единой кросс-плате, с дальнейшим выходом проводки на внешние разъемы блока (рис. 6). Такая конструкция характерна для выполнения различной бортовой аппаратуры, измерительной, управляющей и др.

Для такого «блочного» исполнения ключевым фактором применения гибко-жесткой конструкции является отказ от распайки внутриблочных коммуникаций. Это существенно ускоряет монтаж блока, упрощает сборку, повышает качество готового изделия и надежность (долговечность) вследствие отказа от проводных паяных соединений (или от «накрутки» проводов).

### Динамическая гибкость

С одним из заказчиков мы решали довольно непростую задачу — обеспечить максимально возможную динамическую гибкость для трехслойного гибкого шлейфа. Предпо-

лагалось постоянное сгибание-разгибание шлейфа в процессе эксплуатации при радиусе перегиба 5 мм. Проблема с многослойными гибкими платами заключается в том, что медная фольга имеет недостаточную эластичность для того, чтобы многократно растягиваться и сжиматься. Чем дальше фольга отстоит от «осевой плоскости» шлейфа, тем сильнее она растягивается и сжимается при перегибе.

Задача была решена следующим образом:

- используются диэлектрические материалы минимально возможной толщины;
  - гибкая часть выполняется как три отдельных однослойных шлейфа с воздушной прослойкой между ними;
  - обеспечивается симметричная структура каждого однослойного шлейфа, чтобы медная фольга находилась точно в центре, по «осевой плоскости изгиба».
- Результат показан на рис. 7.

### Виды гибко-жестких конструкций

Для пояснения того, как устроена гибко-жесткая плата, мы приводим пример типичной структуры 4-слойной гибко-жесткой печатной платы с двумя внутренними слоями в гибкой части (рис. 8). Здесь два внутренних слоя меди рассматриваются и как проводящие слои в жесткой части, и как соединительные слои в гибкой части. Внешние слои (Top и Bottom) должны быть разведены только в жестких частях.

Основное, что необходимо соблюдать для обеспечения технологичности в производстве — это одинаковая толщина и структура слоев для всех жестких частей печатной платы,

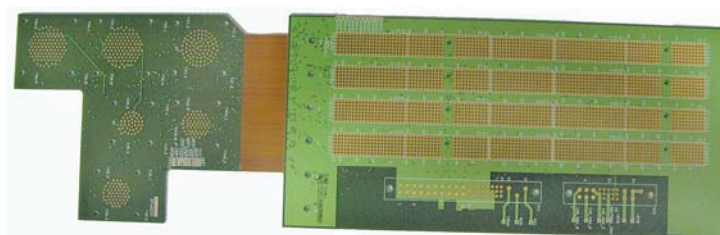
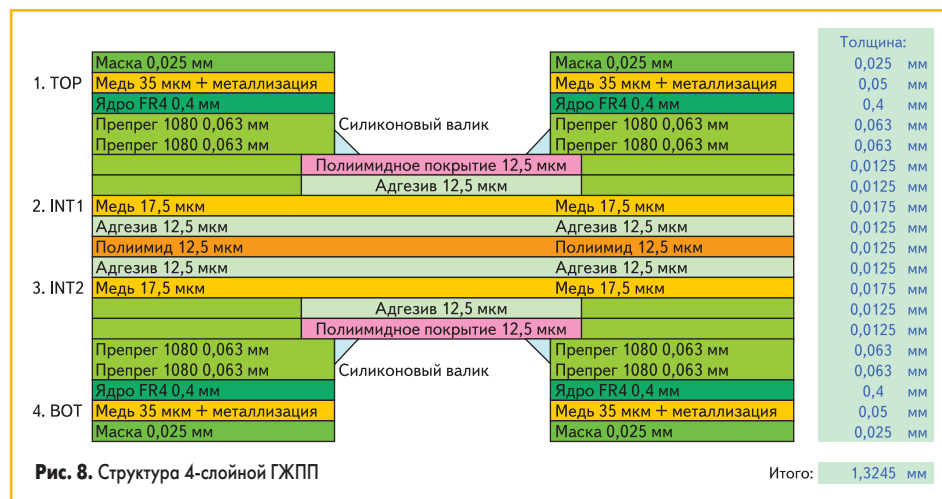


Рис. 6. 16-слойная ГЖПП



а также одинаковая конструкция и количество слоев для всех гибких частей. Могут быть и исключения из этого правила, но они обходятся заказчиком очень дорого.

### Особенности монтажа компонентов

Если для жестких плат, входящих в состав гибко-жесткой конструкции, требуется автоматизированный монтаж планарных компонентов, надо разместить гибко-жесткую печатную плату в жесткой панели (или групповой заготовке) для монтажа. Платы на панели могут быть разделены скрайбированием или фрезеровкой с перемычками. Сложный контур гибких частей обеспечивается лазерным резом. Требования к панели, размещению крепежных отверстий, реперных точек и перемычек аналогичны требованиям для обычных жестких плат.

Следует иметь в виду, что гибкая часть печатной платы очень чувствительна к влаге, поэтому непосредственно перед монтажом обязательна длительная сушка гибких и гибко-жестких плат (рис. 3).

И последнее замечание: при монтаже в печи желательно защищать гибкие части специальным экраном для снижения воздействия теплового удара на клеевые материалы.

### Литература

- Акулин А. Гибкие и гибко-жесткие печатные платы. Комментарии к стандарту IPC-2223A // Электронные компоненты. 2005. № 10–11.