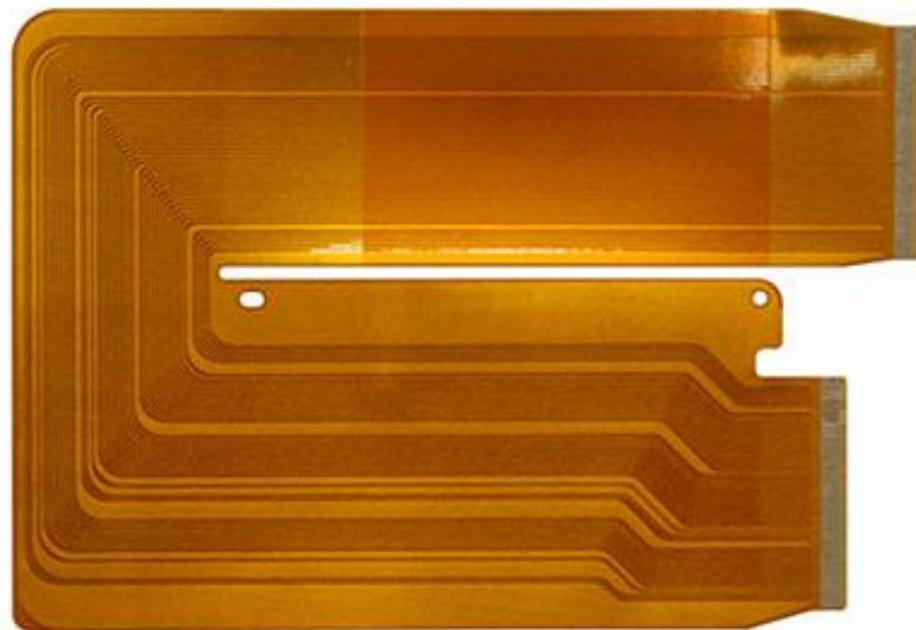
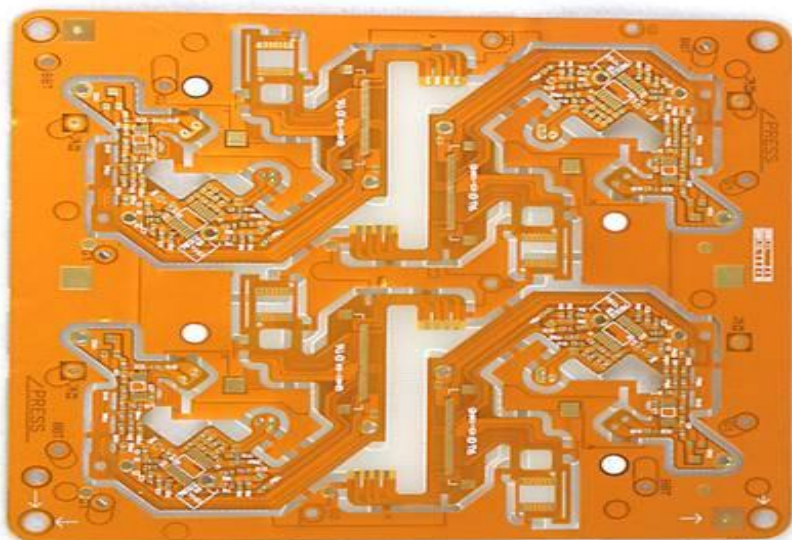


# Изготовление двусторонних гибких печатных плат с металлизацией отверстий



# Гибкие печатные платы

Гибкие печатные платы (ГПП) разнообразны в своих конструкциях и применениях. Сейчас они стали очень привлекательным способом соединений в современном мире компоновок электронной аппаратуры. ГПП используются в приборах для замены кабелей, в шкафах для разводки соединений. Гибко-жесткие платы используются вместо задних коммуникационных панелей, применяются в приборах для устранения разъёмных соединений, обеспечения динамической гибкости, уменьшения толщины и размеров.

Существует много причин использования ГПП и ГПК в качестве средства соединений в электронных устройствах. В некоторых случаях, когда необходима устойчивость гибких плат к динамическим нагрузкам, использование гибких плат очевидно. По крайней мере, в этом они не имеют альтернатив. Намного больше других областей, когда они помогают решать трудные проблемы уплотнения компоновки аппаратуры.

# 1. Назначение ГПП

<b>Автомобильная электроника</b>	<b>Компьютеры и внешние устройства</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Приборные панели</li><li>• Схемы управления</li><li>• Средства управления</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Дисководы</li><li>• Точечные матричные печатающие головки</li><li>• Шлейфы головок принтера</li><li>• Печатающие головки струйного принтера</li></ul>
<b>Медицинская техника и оборудование</b>	<b>Приборные панели</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Слуховые аппараты</li><li>• Дефибрилляторы</li><li>• Кардиологические устройства (ультразвуковая диагностика)</li><li>• Рентгеновское оборудование (инфракрасные анализаторы)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Плазменные дисплеи</li><li>• Средства управления</li><li>• Радарные системы</li><li>• Системы ночного видения</li></ul>
<b>Телекоммуникации</b>	<b>Военная и космическая аппаратура</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Сотовые телефоны</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Спутники</li></ul>
<b>Высокоскоростные линии</b>	<b>Потребительские товары</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Базовые станции</li><li>• Смарт-карты</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Цифровые и видеокамеры</li><li>• Карманные калькуляторы</li></ul>

## 2. Преимущества ГПП

### 2.1 Уменьшение габаритов

ГПП используют самое тонкое диэлектрическое основание из всех доступных сегодня материалов, предназначенных для создания соединений. В некоторых случаях из этих материалов можно изготовить ГПП, имеющие толщину меньше 50 мкм, включая защитный слой.

Кроме того, малая толщина ГПП привлекательна сама по себе, за счёт гибкости их можно складывать, что даёт возможность сокращать объёмы и габариты электронных устройств.

Толщины: ГПП – Н = 0,05 – 0,5 мм; ГПК – Н = 0,06–0,3 мм.

## 2. Преимущества ГПП

### 2.2 Уменьшение массы

Дополнительное преимущество малой толщины ГПП – малая масса. Если гибкие платы не закрепляются на твёрдой подложке, они сами по себе легче аналогичных жестких плат на 75%.

Малая масса соединений, реализуемая ГПП, оказалась настолько привлекательной в аэрокосмической аппаратуре, что эта область их использования стала конкурировать по объёмам производства с портативной электроникой.

## 2. Преимущества ГПП

### ***2.3 Динамическая гибкость***

Устойчивость к многократным динамическим изгибам – одно из наибольших применений ГПП. Малая толщина материала оснований в сочетании с очень тонкой медной фольгой создаёт ГПП значительные преимущества в динамически устойчивых соединениях.

### ***2.4 Увеличенная системная надёжность***

Специалисты по надёжности при поиске отказов электронной аппаратуры всегда ищут их в дефектах соединений. «Наука о надёжности – это наука о контактах. Чем их больше, тем менее надёжна система». ГПП – идеальное средство для уменьшения контактов. Когда они сконструированы должным образом и рационально применяются в электронной компоновке, они способствуют увеличению надёжности, сокращая количество соединений в пределах электронного модуля или блока.

## 2. Преимущества ГПП

### ***2.5 Уменьшение ошибок сборки***

ГПП проектируются в составе системы соединений и затем воспроизводятся машинными методами, предотвращающими ошибки человеческого фактора.

### ***2.6 Объёмная компоновка***

После установки на гибкой плате электронных компонентов, печатной плате придают соответствующую изогнутую форму (объёмная компоновка).

## 2. Преимущества ГПП

### ***2.7 Податливость материалов оснований ГПП для поверхностного монтажа***

Технология поверхностного монтажа на первых этапах её освоения наталкивалась на ряд затруднений, связанных с несоответствием температурных коэффициентов расширения компонентов и монтажной подложки. Это несоответствие создавало большие термомеханические напряжения в соединениях выводов компонентов с контактными площадками монтажных оснований, которые становились причиной многочисленных отказов.

Разработка новых базовых материалов с лучшей размерной устойчивостью и новые инженерные находки в конструкциях монтажных изделий обеспечили решение большинства проблем. Одно из них оказалось наиболее эффективным в использовании гибких материалов оснований. Они, как правило, обладают меньшим коэффициентом температурного расширения и более податливы для возникающих термомеханических напряжений без разрушения соединений.



### 3. Технологические особенности при производстве ГПП

Во многом технология совпадает с классическими схемами производства ПП с жёстким основанием и отклонения от них могут быть связаны со специальными требованиями, в частности, использования гибких материалов оснований при производстве ГПП.

## 4. Материалы при производстве ГПП

### *Материал оснований*

Базовый материал – материал оснований представляет собой гибкую полимерную пленку (полиимидная, лавсановая), играющую роль основы фольгированного диэлектрика.



Обычно базовый материал гибкой платы обеспечивает большинство основных ее физических и электрических характеристик. Хотя толщина пленки может варьироваться в широких пределах, большинство предлагаемых гибких материалов имеют сравнительно малую толщину от 12 до 125 мкм.

## 4. Материалы при производстве ГПП

### *Клеящие пленки (адгезивы)*

Адгезивы используются в фольгированных диэлектриках для скрепления слоев. Предпочтительны некоторые новые термопластичные полиимидные адгезивы, получающие достаточно широкое распространение.

Как и пленочные базовые материалы, адгезивные пленки поставляются с различной толщиной. Выбор толщины, как правило, зависит от задачи. Например, адгезивы различной толщины широко применяются при выполнении покровных слоев для удовлетворения требований по заполнению пазух в рисунке проводников в связи с использованием медной фольги разной толщины.

## 4. Материалы при производстве ГПП

### *Металлическая фольга*

В качестве проводящего элемента структуры гибкого материала чаще всего используется металлическая фольга – это материал, из которого обычно вытравливаются проводники платы. Хотя в типовых фольгированных диэлектриках для гибких плат применяется катаная и отожженная медь, на рынке присутствует большое разнообразие типов металлической фольги разной толщины, позволяющих сделать выбор для изготовления гибких плат.

# 5. Нанесение покровного слоя при производстве ГПП

## *5.1 Назначение операции герметизации покровным слоем*

Нанесение покровного слоя представляет собой операцию с применением нагрева и давления для полной герметизации вытравленного рисунка ГПП. Покровной слой обеспечивает защиту схемы от воздействия факторов окружающей среды и возможности электрического замыкания.

Нанесение покровного слоя обеспечивает хороший выход годных изделий при последующих операциях пайки, оплавления припоя и при ремонте платы, а также уменьшает вероятность расслоения при изгибах.

## 5. Нанесение покровного слоя при производстве ГПП

Для герметизации схемы покровным слоем предпочтительнее пользоваться полиимидной плёнкой толщиной 25 или 50 мкм, чтобы обеспечить гарантированное облегание элементов рисунка, чем это дают более толстые плёнки. По мере увеличения толщины плёнки возрастает и необходимая величина давления прессования. Нужно принимать во внимание, что покровная плёнка перед нанесением на основу гибкой платы перфорируется в местах доступа к контактным площадкам. Поэтому при высоких давлениях адгезив может выдавливаться из-под края перфорации на контактные площадки платы.

# 5. Нанесение покровного слоя при производстве ГПП

## 5.2 Выполнение перфораций в покровной плёнке

### Подготовка к сверлению

Перфорация в местах доступа к монтажным элементам преимущественно выполняют сверлением до нанесения покровной плёнки на основу гибкой платы. Хотя в массовом производстве более приемлема высечка отверстий на групповом штампе.

Перед сверлением пакет покровной плёнки укладывают между листами накладного и подкладочного материала. Накладным материалом служит фольгируемый алюминий композит толщиной 0,4 мм, подкладочный – он же толщиной 2,4 мм. Чтобы получить отверстия хорошего качества, количество листов покровной плёнки в пакете не должно превышать десяти. Покровную плёнку следует укладывать адгезивом вверх, чтобы предохранить её от деформации при сверлении.

## 5. Нанесение покровного слоя при производстве ГПП

### Сверление

Сверление покровного слоя представляет собой довольно деликатный процесс, отличающийся пластичностью материала. В первую очередь это сказывается на величине подачи сверла на один оборот, которая зависит от диаметра высверливаемого отверстия.

Наиболее хорошее качество обеспечивается новыми карбидными свёрлами. Такие свёрла сверлят до 2000 отверстий. При сверлении больших отверстий (от 5 мм и выше) иногда целесообразно вначале просверлить направляющие отверстия малого диаметра.

### Проблемы сверления покровной плёнки

Правильно просверленное отверстие имеет нормальные формы без искажения стенок отверстий и без отслоения адгезива.



## 5. Нанесение покровного слоя при производстве ГПП

### Вырубка отверстий в покровной плёнке

Методом вырубки пользуются в том случае, когда нужно получить отверстия неправильной формы, например щелевидные или квадратные, а также при очень жёстких допусках (менее 125 мкм) и больших объёмах производства. Вырубка обычно осуществляется комплектом металлической матрицы и штампа. Для вырубки отверстий используются только острые комплекты оснастки. За одну операцию следует вырубать отверстие только в одном листе покровной плёнки. Сторона с адгезивом и защитной плёнкой при этом должна быть обращена вверх. Если наверху будет находиться основа, то может произойти деформация её и адгезива.

# 5. Нанесение покровного слоя при производстве ГПП

## 5.3 Укладка покровной плёнки

### Обращение с материалом

Наложение покровной плёнки следует проводить в условиях чистой комнаты, что снижает риск попадания посторонних частиц и загрязнений на изделие. Защитную плёнку с исходного материала нужно снимать непосредственно перед самым наложением покровной плёнки на выполненную травлением схему. При наложении покровной плёнки на односторонние платы следует поместить освобождённую от защитной полиэфирной плёнки кромку покровной плёнки адгезивом на кромку схемы и вытянуть защитную плёнку из – под покровной плёнки (рис.5.1).

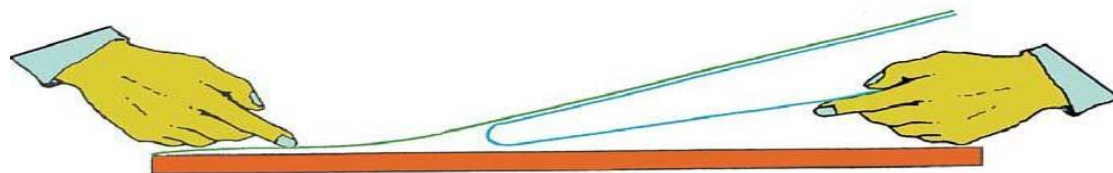


Рисунок 5.1 – Наслаивание покровной пленки и удаление защитной полиэфирной пленки

## 5. Нанесение покровного слоя при производстве ГПП

При герметизации двусторонних гибких плат нужно полностью снять защитную плёнку с покровной плёнки, уложить её адгезивом вверх, а затем быстро уложить на неё лист заготовки с вытравленным рисунком. Укладка верхнего листа покровной плёнки на двустороннюю плату выполняется так же, как и на одностороннюю (рис. 5.2).

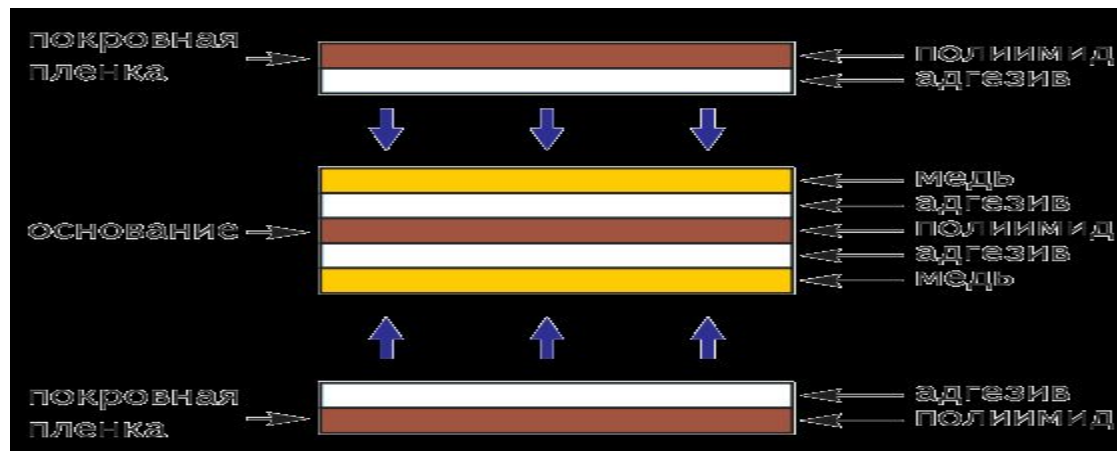


Рисунок 5.2 – Наслаивание покровной пленки на двустороннюю плату

## 5. Нанесение покровного слоя при производстве ГПП

### Совмещение и набор пакета для прессования

При наслоении покровной плёнки на изделие с мелкими контактными площадками или плотным рисунком схемы для совмещения пленки со схемой можно воспользоваться фиксирующими штифтами.

Обычно в пакет укладывают 4 – 12 плат. Для равномерного распределения давления важно, чтобы все платы имели одинаковые габаритные размеры, при этом не обязательно, чтобы они имели один и тот же рисунок схемы. Все платы должны быть достаточно хорошо сцентрированы относительно друг друга, прессовых (выравнивающих) прокладок и разделительных пластин. Между всеми изделиями должно быть по одному прокладочному пакету, чтобы уровнять распределение давления и исключить пропечатывание одного изделия на другое (рис. 5.3).

# 5. Нанесение покровного слоя при производстве ГПП

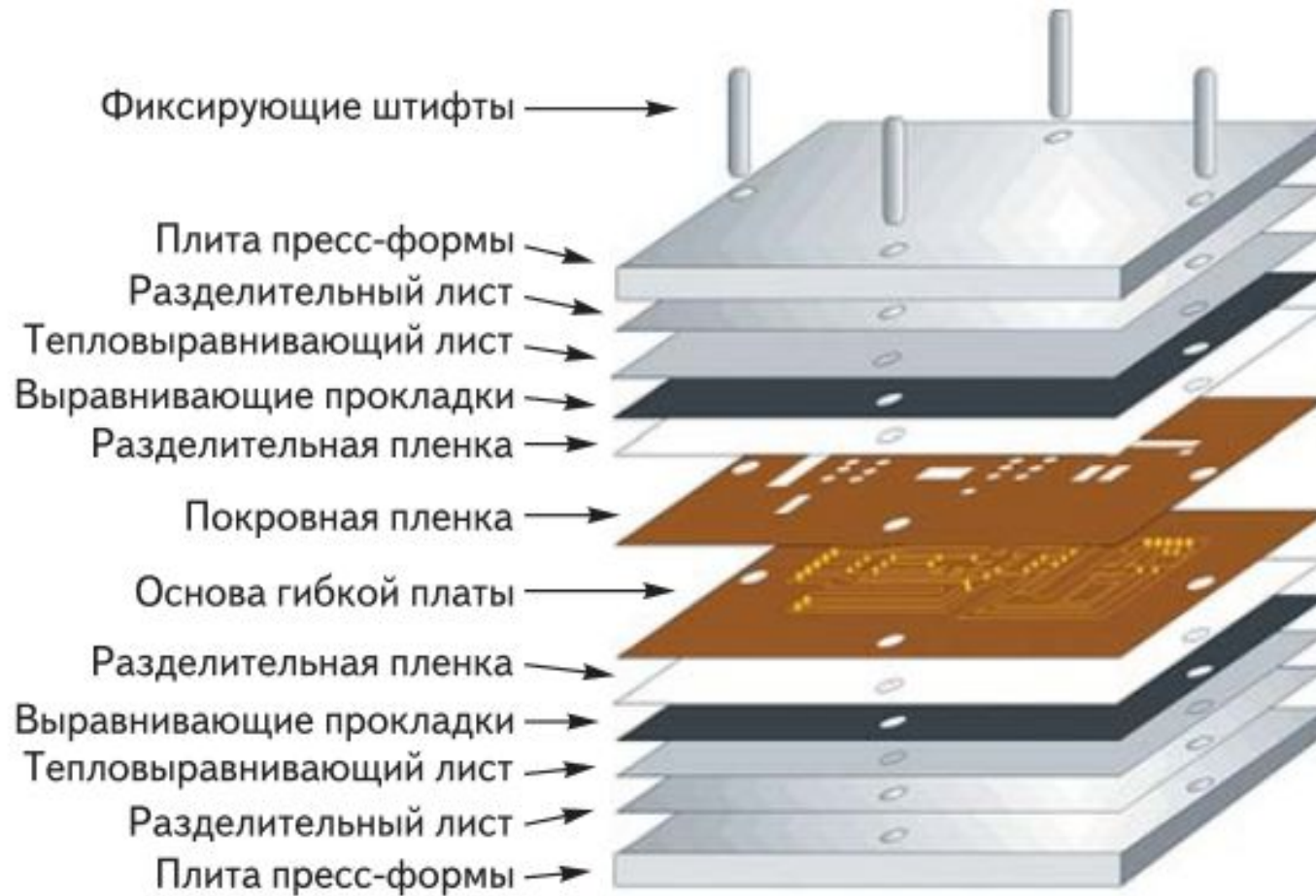


Рисунок 5.3 – Набор пакета для прессования

## 5. Нанесение покровного слоя при производстве ГПП

Если для совмещения слоёв используют фиксирующие штифты, то высоту пакета определяет высота штифтов. Высоту пакета в таком случае надо подобрать так, чтобы штифты не выходили пределы плит пресс-форм и не повредили бы плиты пресса во время прессования (рис. 5.4).

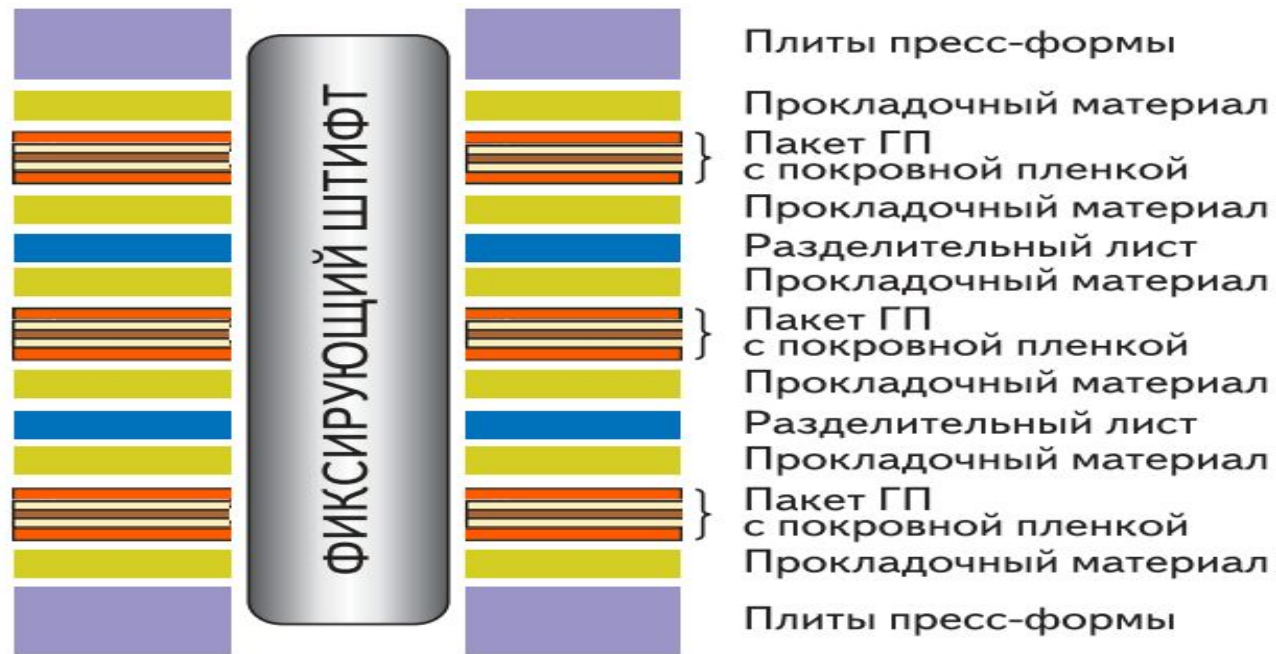


Рисунок 5.4 – Свободное пространство над фиксирующими шпильками при укладке прессуемого пакета

# Технология изготовления двусторонних гибких печатных плат с металлизацией отверстий

Существует два варианта технологии изготовления. Оба процесса предусматривают сверление отверстий и осаждение меди на стенки отверстий для создания электрического соединения между двумя сторонами платы. Однако само выполнение рисунка схемы возможно по методу либо **селективной металлизации** только рисунка схемы (комбинированный позитивный метод), либо **сплошной металлизации** всей поверхности заготовки (тентинг-метод).

# Технология изготовления двусторонних гибких печатных плат с металлизацией отверстий

В технологии *селективного наращивания меди* на рисунке СПФ используется для того, чтобы оголить те участки меди, на которые будет произведено наращивание меди, а затем металлорезиста. Потом СПФ совсем удаляют, расположенную под ним медь стравливают, а металлорезист используется как защита рисунка и металлизации отверстий от травления. В отечественных стандартах это метод назван комбинированным позитивным методом, а в английской терминологии – Pattern Plating, т.е. металлизация рисунка.



# Схема изготовления ГПП

с металлизацией отверстий по схеме комбинированного позитивного метода (Pattern Plating)



# Стравливание металлорезиста (сплав олово-свинец)

Нанесение покровного слоя по олову или припою принципиально недопустимо из-за его подплавления под маской при групповом нагреве. Поэтому после его использования в качестве металлорезиста при травлении рисунка олово или сплав олово-свинец обычно снимают в одном из известных растворов, которых на рынке имеется достаточно много. Обычно за этими растворами следует ванна на основе азотной кислоты, призванная удалять остатки олова и свинца с поверхности меди при комбинированном позитивном методе.

# Технология изготовления двусторонних гибких печатных плат с металлизацией отверстий

В технологии *сплошной металлизации* поверхности заготовки медь осаждают на всю поверхность и в отверстия и затем создают изображение схемы и вытравливают медь, используя СПФ. Плёнка СПФ после экспонирования и проявления оставляет на меди рельеф рисунка, который защищает от травления проводники и металлизированные отверстия. При этом пленка СПФ плотно закрывает отверстия с двух сторон, как бы накрывая их зонтиком. Отсюда укоренившееся в русской терминологии заимствованное название метода – тентинг-метод. В английской терминологии этот метод называется Panel Plating, т.е. металлизация панели (заготовки).

# Технология изготовления двусторонних гибких печатных плат с металлизацией отверстий

Производство с технологией сплошного меднения заготовки (тентинг-метод) отличается меньшей капиталоемкостью, поскольку содержит меньше операций ТП, значит, меньше оборудования. Но энергоёмкость его больше, поскольку приходится тратить медь и энергию на металлизацию всей поверхности заготовки, затем её же на 70% (с пробельных мест) приходится стравливать и затем регенерировать.

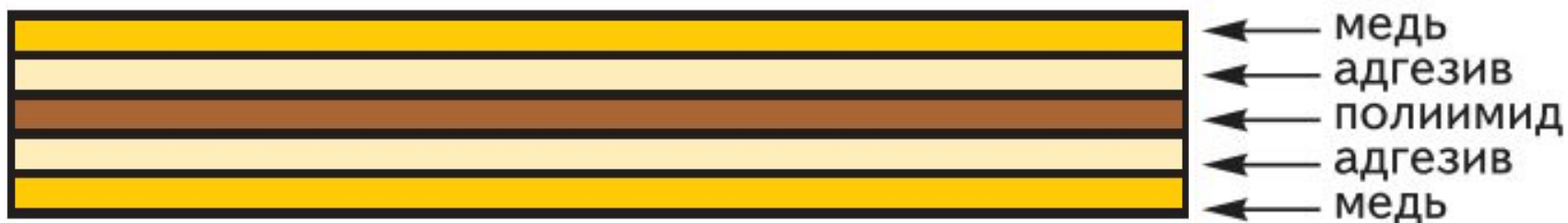
Выбор технологии для ГПП определяется в каждом конкретном случае технологом.

# Схема изготовления ГПП

с металлизацией отверстий по схеме тентинг – процесса (Panel Plating)



# Выбор и раскрой материала заготовки



Двусторонняя фольгированная полиимидная пленка

# Выбор и раскрой материала заготовки

## Гибкий базовый материал

### Лавсановая пленка

#### Положительные стороны:

- это низкотемпературный термопласт (легко формуется);
- очень низкая стоимость;
- хорошая устойчивость к разрыву и распространению разрыва;
- очень хорошая гибкость;
- хорошая химстойкость;
- низкое влагопоглощение;
- хороший баланс электрических характеристик;
- рабочий диапазон температур от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### Отрицательные стороны:

- ограниченность к пайке (имеет низкую точку плавления);
- нельзя использовать при очень низких температурах (становится хрупким);
- недостаточная размерная стабильность (применяют термостабилизацию).

### Полиимидная пленка

#### Положительные стороны:

- отличная гибкость при всех температурах;
- хорошие электрические свойства;
- отличная химстойкость
- очень хорошая устойчивость к разрыву
- полиимид можно химически травить;
- рабочая температура от  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$

#### Отрицательные стороны:

- высокое водопоглощение (до 3% по весу);
- относительно высокая стоимость;
- высокотемпературные свойства ограничены адгезивы, применяемые в гибких платах.

# Сверление отверстий и снятие заусенцев

## Подготовка к сверлению

Гибкие заготовки укладывают в стопку между листами накладочного и подкладочного материала такими же размерами, как листы заготовки. Количество листов заготовок в стопке, чтобы получить хорошее качество сверления, не должны превышать 15. В качестве накладочного и подкладочного материала, который охлаждает и очищает сверло, широко используют материалы, плакированные алюминием. Обычно используют материалы толщиной 1,6 или 2,4 мм для подложки и толщиной 0,4 мм для накладок. На входе сверла можно также использовать и простую алюминиевую фольгу толщиной 0,3 - 0,4 мм.

Для сверления укладывают и закрепляют стопку заготовок на столе сверлильного станка так, чтобы не было коробления или подвижности слоёв заготовок во время сверления. Если материал сдвинется во время сверления, в дальнейшем это приведёт к смещению отверстий относительно рисунка схемы.



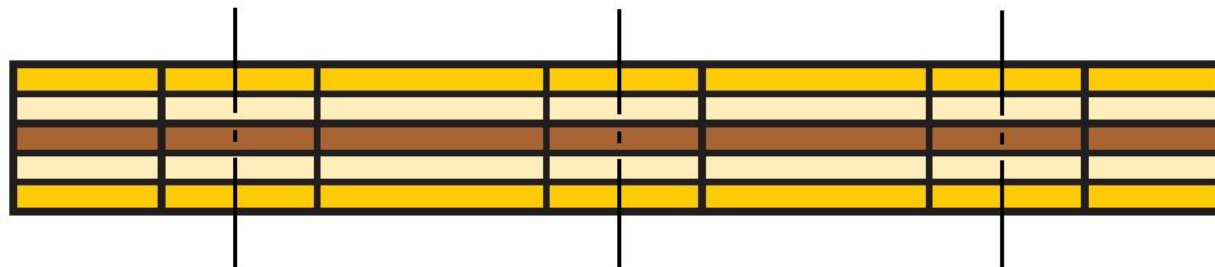
# Сверление отверстий и снятие заусенцев

## Сверление

Сверление отверстий в двусторонних основаниях – это процесс с достаточно большим технологическим окном, причём подача сверла на один оборот зависит от диаметра сверления. Исследования процесса сверления (см. таблицу) позволили найти режим, при которых обеспечивается оптимальное качество отверстий.

## Параметры сверления фольгированных материалов

Диаметр сверла, мм	0,5	0,8	1,2
Подача на оборот, мм	0,025	0,06	0,2
Скорость резания, метры в минуту	80	100	125
Скорость вращения, тысяч об./мин	50	40	30
Скорость подачи, мм в секунду	20	40	40
Заготовок в стопке	10	10	10



# Сверление отверстий и снятие заусенцев

## Снятие заусенцев и очистка отверстий

Заусенцы нужно удалять так, чтобы не деформировать края отверстий. К обычным методам относятся ручная обработка абразивом, обработка орбитальной шлифовальной машинкой, очистка на конвейерной установке в струйной установке с пемзой.

Весьма важно удалить из отверстия всю стружку перед гальванической металлизацией. Для этого может быть использована ультразвуковая очистка с чистой водой или с моющим средством.

# Химическое меднение

Цель химического осаждения меди заключается в том, чтобы создать поверхностную электропроводность диэлектрических поверхностей, подлежащих электрохимической металлизации. Основное назначение, которое отличает этот процесс от электрохимического осаждения, заключается в том, что он позволяет осадить медь на непроводящие поверхности.

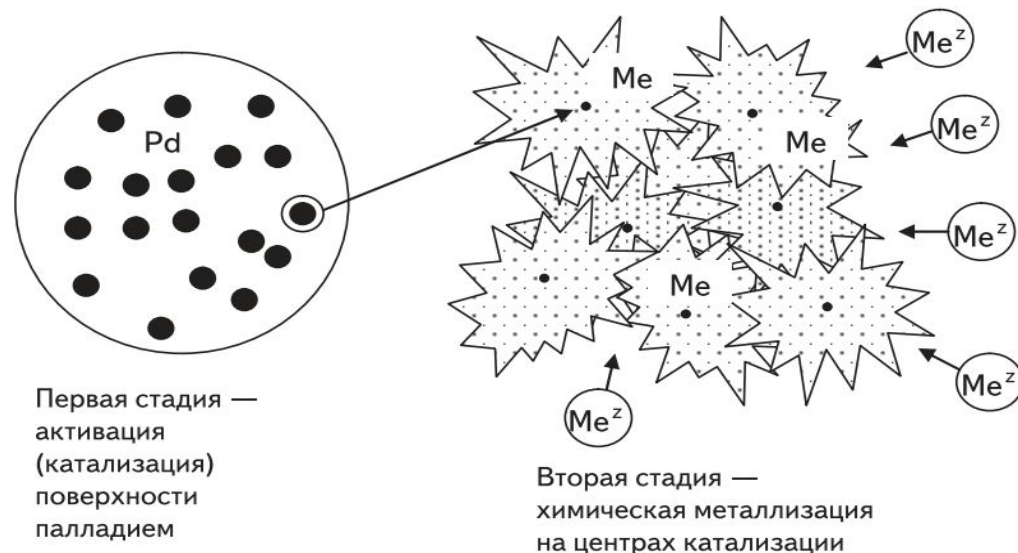
# Химическое меднение

Типичный процесс химического меднения включает в себя следующие операции:

- Обработка в слабощелочной ванне очистки и кондиционирования. В этой ванне при температуре 50...55 °С удаляются посторонние вещества, такие как грязь, следы масла от сверления, окисленные покрытия.
- Микротравление. Снимается порядка 1–2 мкм меди, создается более шероховатая поверхность, что способствует лучшей адгезии последующей металлизации.
- Предварительная подготовка к катализации. Эта ванна служит буфером, защищает основную ванну катализатора от загрязнения и увеличивает чувствительность к катализатору.
- Катализация. Готовит поверхности к химическому осаждению меди, покрывая поверхность платы плотным каталитическим слоем.
- Акселерация. Создает активные центры для осаждения меди, удаляя олово из слоя катализатора.
- Химическое меднение. В ванне осаждается 0,5–2,5 мкм меди на катализированные поверхности. Скорость осаждения химической меди — 0,02 мкм в минуту.

# Стадии химической металлизации

Процесс *сквозной химической металлизации* состоит из двух стадий: активации и химического восстановления меди на центрах активации. На первой стадии создаются закреплённые на поверхности диэлектрика отдельные вкрапления палладия – катализатора первоначального процесса химического восстановления металла. На второй стадии – восстановление меди на центрах катализации (палладиевых частицах) и дальнейшее разрастание металла по поверхности диэлектрика без участия палладия (см. рисунок).



# Стадии химической металлизации

Идея *прямой металлизации* состоит в том, что уже на первой стадии палладий был настолько диспергирован по поверхности, что, будучи электропроводным, образовывал бы сплошную проводящую плёнку из палладия без последующей стадии химического восстановления меди. И это **первое преимущество** прямой металлизации.

**Второе преимущество** состоит в отсутствии необходимости гальванической затяжки, свойственной процессу химической металлизации. Гальваническая затяжка затрудняет аппаратную реализацию непрерывности процесса в линии химического меднения: после операции химического меднения приходится перезагружать платы на катодные подвески.

**Третье преимущество** прямой металлизации проявляется в обработке отверстий малого диаметра. При химической металлизации кроме осаждения меди неизбежно выделяется водород. Выделяющийся водород закупоривает отверстия, мешая завершению процесса. Для дегазации отверстий приходится предпринимать специальные меры: наложение ультразвука, вибрацию подвесок, чем не всегда удаётся достичь нужного результата. В прямой металлизации этот вредный процесс выделения водорода отсутствует.

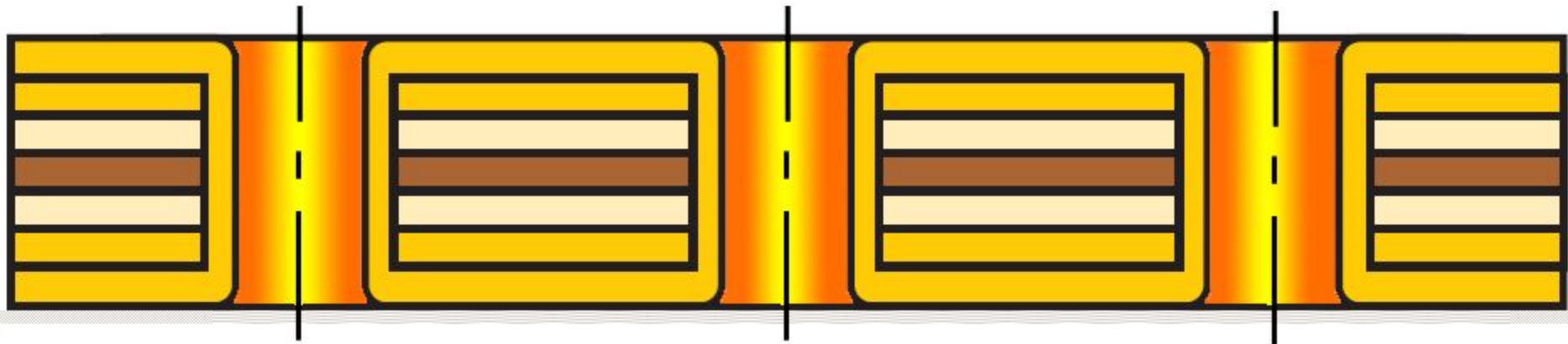
# Стадии химической металлизации

Имеются три широких категории *прямой металлизации*:

1. коллоидная система, содержащая палладий (Pd – система);
2. графитовая система;
3. процесс, основанный на осаждении токопроводящих полимеров.

# Гальваническое меднение (затяжка)

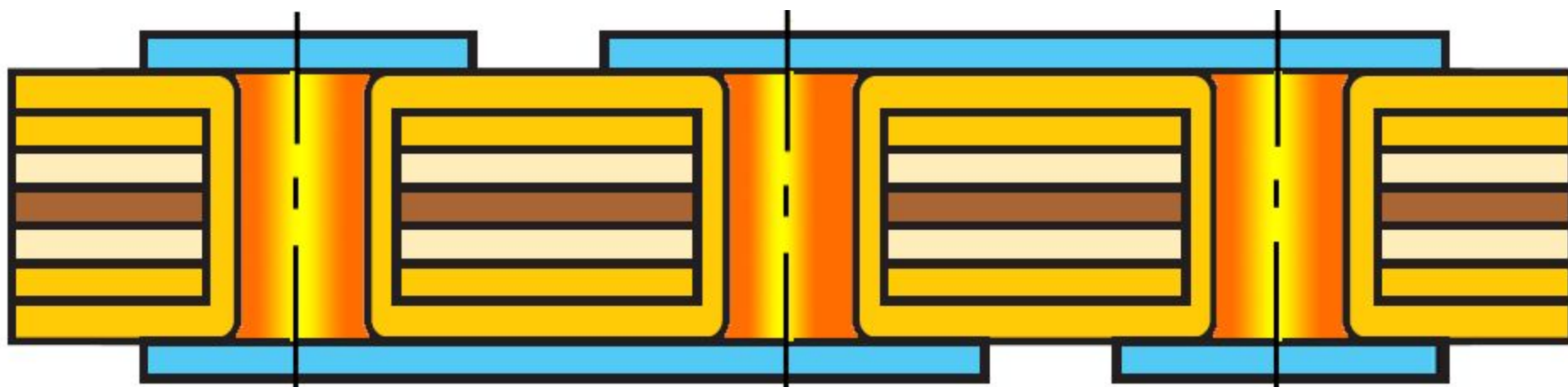
Гальваническая затяжка представляет собой тонкую (1,5 – 3,5 мкм) гальваническую медь, осажденную на всю поверхность химически осажденной меди. Гальваническая затяжка наносится специально сразу же вслед за осаждением химической меди для того, чтобы придать механическую и химическую прочность тонкому слою химической меди. Увеличившаяся толщина меди снижает вероятность стирания или надлома меди в ходе последующей химической очистки и ламинирования фоторезиста.



**Металлизация отверстий**



# Экспонирование и проявление фоторезиста



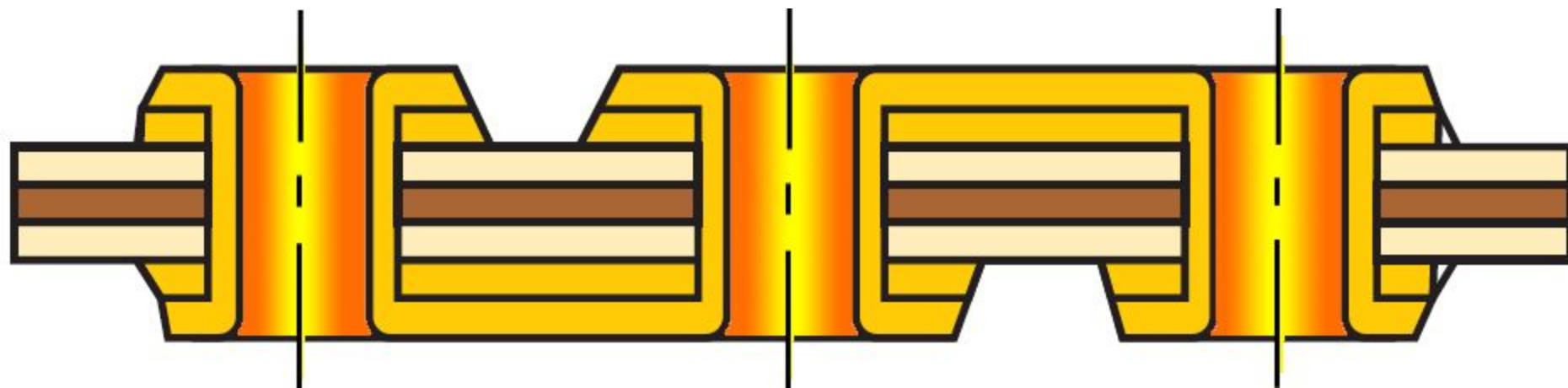
Рельеф рисунка фоторезиста

# Травление с пробельных мест



Травление открытой меди

# Удаление фоторезиста



# Очистка поверхности меди

## Состав раствора:

1. Деионизированная вода — 800 мл/л.
2. Очиститель-кондиционер ДС-200 (ТУ 2630-002-56683531-2008) — 200 мл/л.

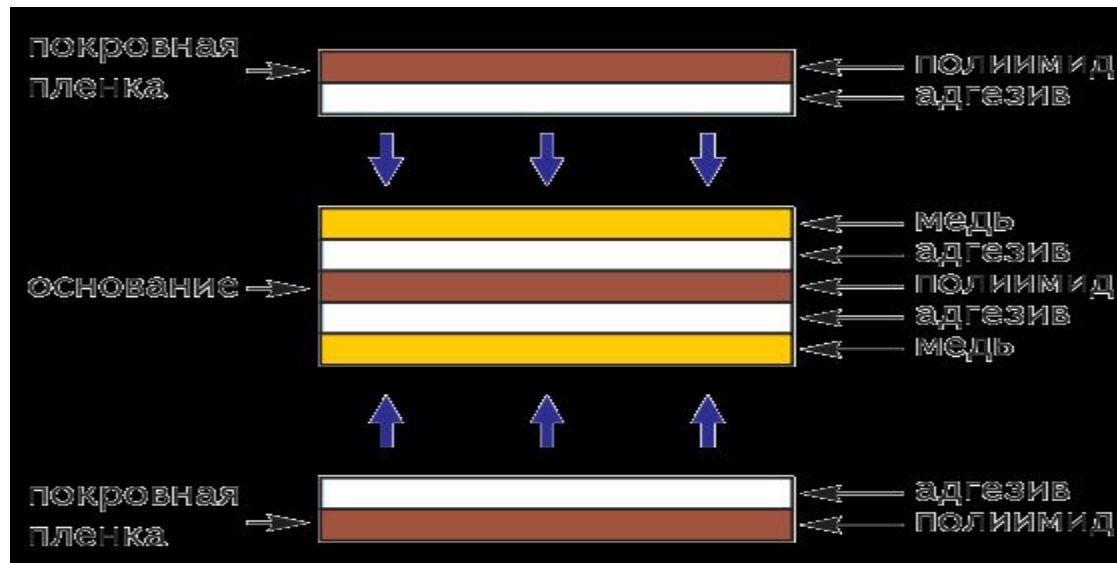
## Режим обработки:

1. Рабочая температура раствора — 70 °С.
2. Время обработки в растворе — 7 мин.

*1 литр готового раствора используют для обработки 10 м<sup>2</sup> поверхности.*

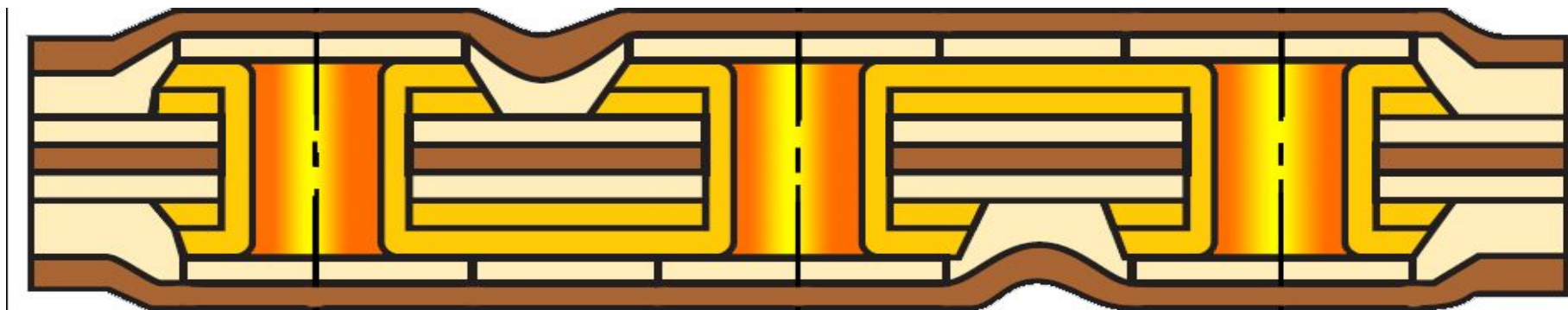
# Нанесение покровного слоя

## Термическое отверждение и сушка



Нанесение покровного слоя

# Нанесение покровного слоя Термическое отверждение и сушка



Нанесение покровного слоя

# Термическое отверждение и сушка

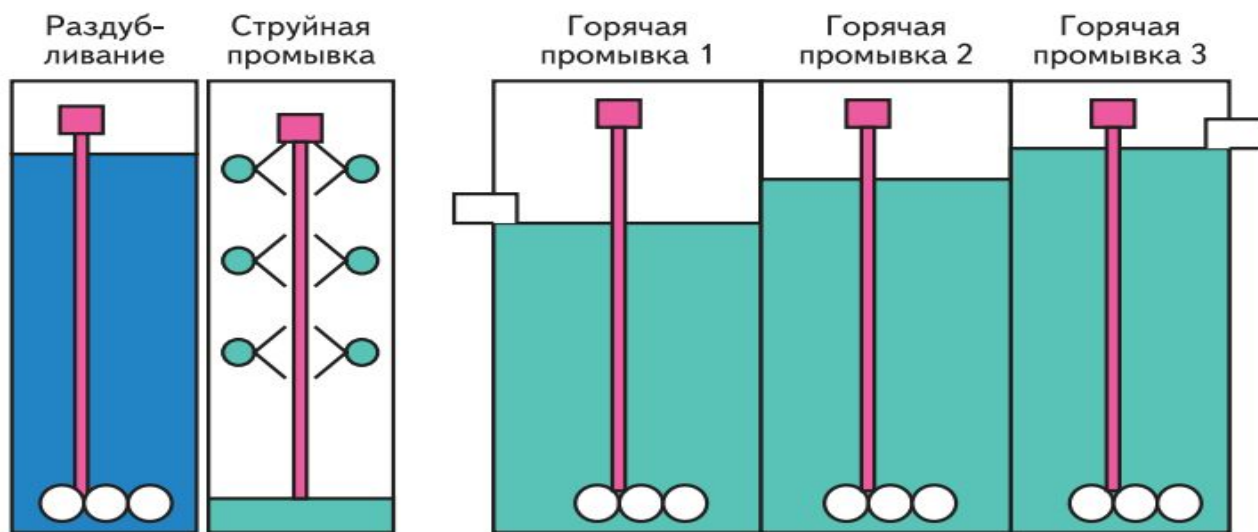
Горячую сушку для удаления поглощённой материалом влаги рекомендуется производить непосредственно перед операциями, связанными с быстрым ростом температуры во время пайки изделия. Поглощённая влага быстро испаряется при пайке волной припоя, что может вызвать расслоение или вздутие. Чтобы надёжно удалить влагу, заготовки нужно повесить в термошкафу и выдерживать 30 – 60 мин при 120 °С. После горячей сушки нужно как можно быстрее отправить изделие на пайку, чтобы избежать повторного поглощения влаги. Если для сушки используется вакуумная печь, то можно обойтись и более низкими температурами (60 – 80 °С). Вакуумные печи к тому же имеют ещё одно достоинство при отсутствии кислорода воздуха исключается окисление открытых поверхностей меди.

# Лужение с выравниванием припоя (HASL)

Стандартные методы лужения жестких печатных плат можно применить и для гибких композиционных материалов семейства полиимидов. Например, HASL – процесс горячего облуживания плат состоит в их погружении на ограниченное время в ванну с расплавленным припоем. Во время быстрой выемки плат их обдувают струей горячего воздуха, которая убирает излишки припоя и выравнивает покрытие. Иногда наблюдается плохое смачивание контактных площадок припоем. Это происходит при использовании некоторых покровных пленок в качестве паяльной маски. Вероятной причиной этого дефекта, возможно, является перенос из этой пленки какой-то органики, которая не удаляется обычной химической очисткой.



# Очистка после лужения (удаление флюса)



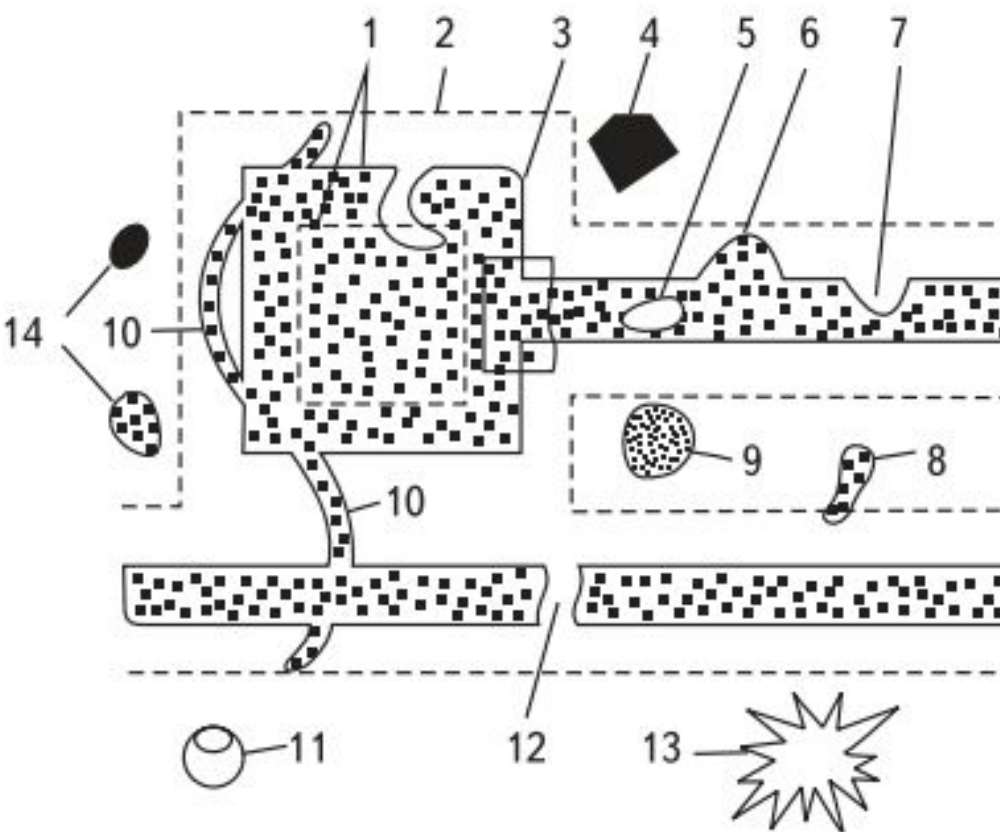
Обычный метод очистки предусматривает щелочную очистку с лёгкой обработкой щёткой или абразивом. Высокоэффективная процедура для удаления ионногенных загрязнений и всех остатков флюса предусматривает следующие операции (см. рисунок):

- горячая щелочная ванна погружения;
- струйная промывка водопроводной водой;
- горячая промывка деионизованной водой (обычно эти промывки идут в три каскада при 80 °С).

# Контроль качества

Уровень и объем контроля качества готовой платы обычно задает заказчик, руководствуясь действующими на предприятии-изготовителе нормами и правилами приемки. Как правило, изготовитель имеет свои нормативы: технические требования в сочетании с ГОСТ 23751 и ГОСТ 23752 или свои технические условия, разработанные на основе международных стандартов МЭК или IPC (типовой проект IPC-2221). Для ответственных изделий часто руководствуются стандартом M1L-P-50884C «Печатный монтаж. Гибкие и гибридные платы». При этом требования формулируются индивидуально к каждому из типов гибких плат.

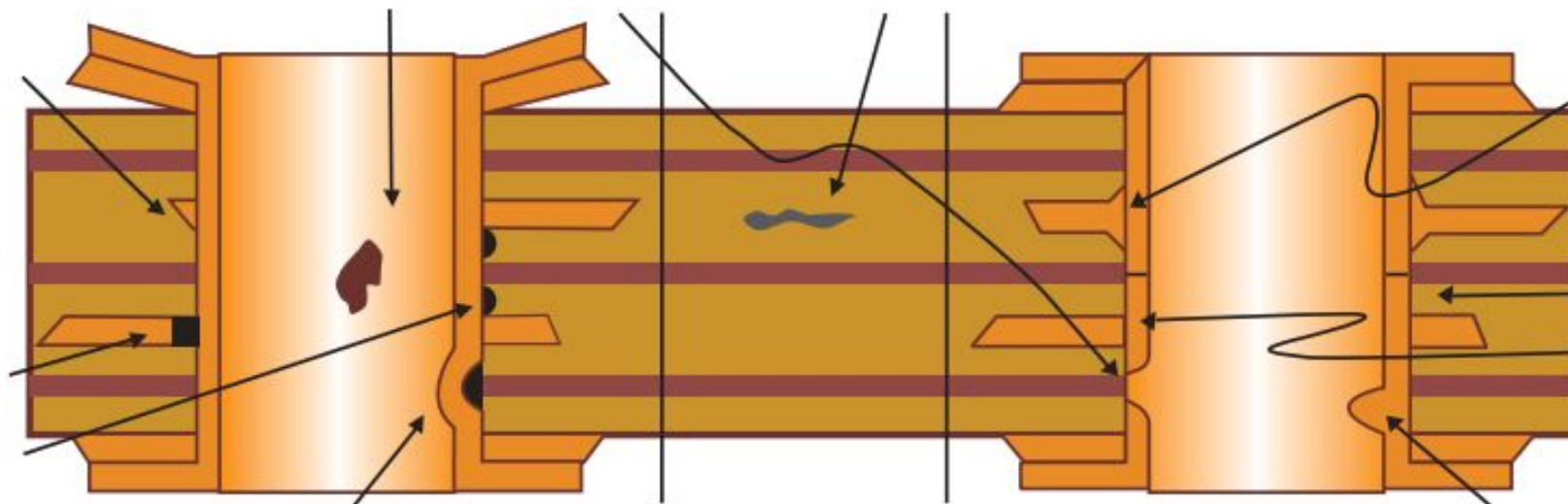
# Контроль качества



Характерные дефекты

- 1 — номинальный и минимальный размеры контактной площадки;
- 2 — граница зоны недопустимости дефектов пробельных мест;
- 3 — зона недопустимости дефектов соединений;
- 4 — непрозрачные включения;
- 5 — прокол;
- 6 — выступ;
- 7 — впадина;
- 8 — непрозрачное пятно;
- 9 — пятно от остатков раствора;
- 10 — следы пылинки;
- 11 — пузырь в стекле;
- 12 — разрыв;
- 13 — след от удара по стеклу;
- 14 — дефекты в зоне допустимости.

# Контроль качества



Характерные дефекты межсоединений, выявляемые металлографическим анализом

# Изготовление двусторонних гибких печатных плат с металлизацией отверстий

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!