

# Плазменно-химическое микроотравление. Альтернатива перманганатке или спасение для фторопластов

УДК 621.37 | ВАК 05.27.06

Э. Смоленцев<sup>1</sup>

Очистка отверстий после операции сверления – очень важная операция при изготовлении многослойных печатных плат и двусторонних плат из нетипичного диэлектрика. Существует несколько типов очистки. В ООО «ТЕХНОТЕХ» применяется плазменно-химическое микроотравление.

Самый популярный вид очистки отверстий после операции сверления – перманганатная очистка. Но не всегда она применима, так как при этой очистке возможны следующие нежелательные явления:

- перетравливание раствором столбика изнутри («*негативный подтрав*» при производстве ГПП и ГЖПП) (рис. 1);
- может остаться нерастворенная смола на стенках отверстий (при использовании таких материалов, как ФАФ-4Д, «Таконик» и др.).

В подобных случаях просто не обойтись без **плазменно-химического микроотравления** (плазменного микроотравления).

## ПЛАЗМЕННО-ХИМИЧЕСКОЕ МИКРОТРАВЛЕНИЕ

Плазма содержит в себе положительные ионы, электроны, атомы или молекулы нейтрального газа, УФ-излучение, а также возбужденные газовые атомы и молекулы, которые могут переносить большое количество внутренней энергии (рис. 3). При правильном выборе газовой смеси,

мощности, давления и т. д. можно точно настроить или определить влияние плазмы на поверхность основания или на внутренние стенки отверстий. Плазменное микроотравление проводят в вакуумной камере: инертный газ подается при низком давлении и благодаря электрическому полю происходит «поджиг» этого газа. Процесс плазменного микроотравления проводят при относительно низкой температуре, что позволяет обрабатывать термочувствительные материалы.

Обработка плазмой проводится в специальном оборудовании и длится, в зависимости от материала, в среднем 30–40 мин. При этом происходит разрушение полимерных цепей и стекла с образованием таких газообразных веществ, как  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{H}_2$ . Под воздействием плазмы наволакивание испаряется, и стенки отверстий очищаются.

**Достоинства** процесса плазменно-химического микроотравления:

- полное удаление наволакивания;
- при правильно подобранных режимах и смеси газов является альтернативой «мокрой» химической подготовке;

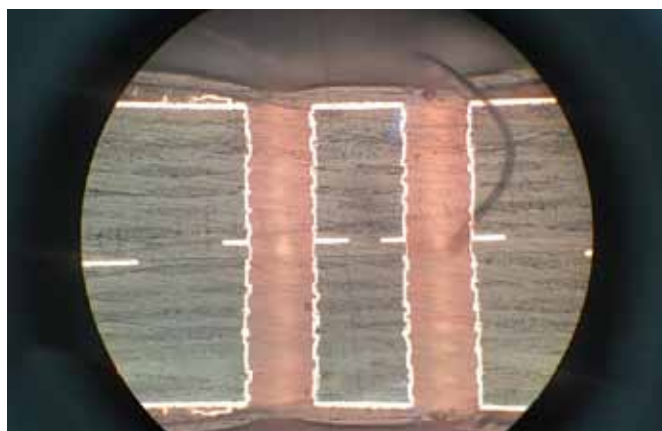


Рис. 1. Негативный подтрав после перманганатной очистки ГЖПП

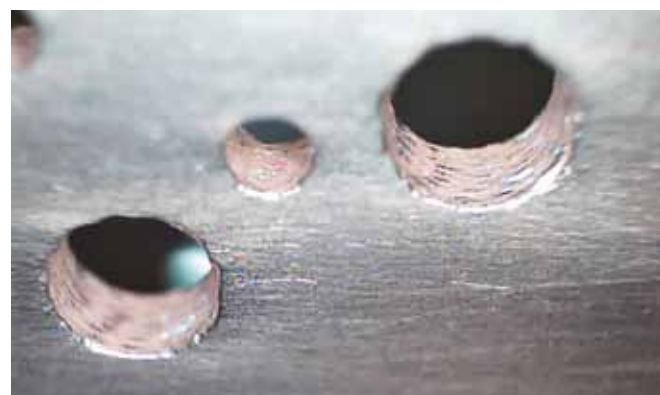


Рис. 2. Остатки смолы на стенках отверстий, не покрытые предварительной металлизацией

<sup>1</sup> ООО «ТЕХНОТЕХ», инженер-технолог.

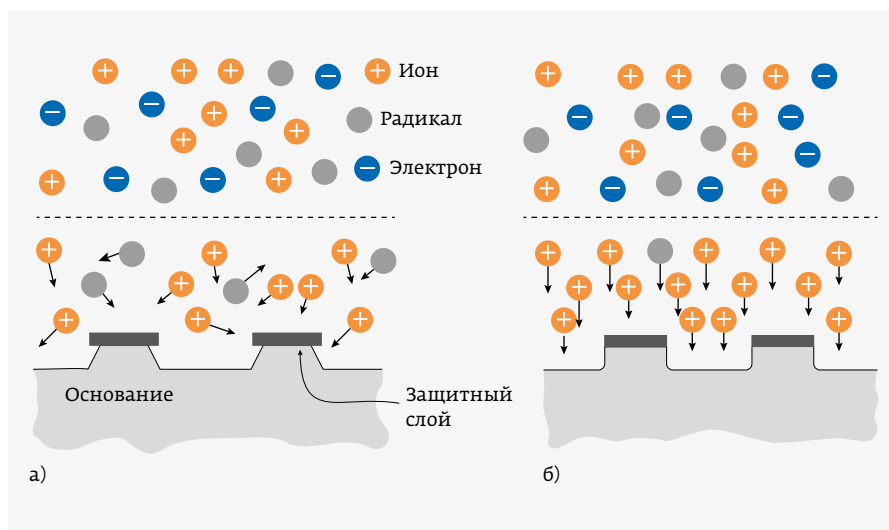
- процесс «сухой» – нет проблем с обработкой сточных вод, выполнением анализов;
- возможность применения практически для всех видов базового материала при производстве печатных плат.

**Недостатки процесса** плазменно-химического микроотравления:

- образование золы в отверстиях, наличие остаточных электростатических зарядов (заготовки печатных плат обязательно продувать после плазменного микроотравления);
- требуется создание газобаллонного обеспечения с системой контроля остаточного давления в баллонах и системы вентиляции;
- обрабатываемые заготовки печатных плат должны быть сухими (не допускается наличие как на самой заготовке, так и в самой рабочей камере воды или других растворов);
- для защиты озонового слоя атмосферы в качестве предотвращения выброса фреона и образующихся фтористых соединений необходима обязательная очистка выхлопных газов в газоочистительной установке (рис. 4).

Сравнение плазменно-химического микроотравления с классической «мокрой» технологией приведено в таблице.

Плазменно-химическое микроотравление	Микроотравление специальными растворами
Точность контролируемого процесса благодаря подбору требуемой смеси газов, давления, времени обработки, энергии генератора и т. д.	Наличие явной зависимости ко времени обработки, концентрации химических растворов и их чистоте
Отсутствие остатков органических соединений (смола)	Большую роль играет нейтрализация остатков, удаление которых может потребовать дополнительных этапов обработки
Благодаря системе очистки выхлопных газов отходы производства безвредны	Большие объемы жидких отходов, которые требуют наличие специализированной канализационно-накопительной системы. Строгий контроль, а также довольно дорогая переработка отходов производства
Используемые газы, как правило, не токсичны	Большинство используемых химических растворов чрезвычайно опасно и токсично



**Рис. 3.** Принцип плазменного микроотравления. Микроотравление выборочных зон

**Рис. 4.** Скрубер для очистки выхлопных газов. Очистка газов при прохождении «водяной» завесы





**Рис. 5.** Установки плазменного микроотравления Terpla

Рассмотрим кратко процесс плазменного микроотравления на примере работы установки Terpla (рис. 5):

- проверка всех систем, включение установки с последующей загрузкой заготовок печатных плат в кассетах;
- запуск цикла микроотравления, откачивание остаточных газов и воздуха из рабочей камеры;
- набор требуемой начальной температуры (процесс плазменной очистки проходит в определенном температурном интервале) при помощи поджига определенного газа;
- заполнение камеры инертным газом и создание электрического потенциала через находящиеся внутри камеры электроды. Благодаря электрическому полю атомы инертного газа переходят в возбужденное состояние, происходит бомбардирование поверхности диэлектрика частицами инертного газа. Процесс микроотравления может происходить как в одну стадию, так и в несколько (как правило, производители базового материала указывают рекомендуемые режимы обработки плазмой);
- окончание цикла микроотравления, продувка камеры и охлаждение заготовок печатных плат.

Надо отметить, что чем меньше давление в рабочей камере, тем качественнее происходит процесс плазменно-химического микроотравления. Поэтому некоторые производители

**Рис. 6.** Дополнительный насос для установки плазменного микроотравления Terpla

печатных плат к стандартному роторному устанавливают дополнительные насосы (рис. 6).

Примером использования плазменного микроотравления, как самого доступного из способов подготовки отверстия после сверления, является обработка материала ФАФ-4Д. Фторопласт сам по себе не вступает в реакцию с перманганатом калия, поэтому единственным путем для качественной подготовки является «бомбардирование» поверхности. Но не все так просто! Одним из используемых газов для плазменного микроотравления является фреон. Но даже он не способен качественно подготовить отверстия во фторопласте. В данном случае необходимо тщательно подбирать инертный газ, его процентное содержание, энергию генератора, а также само время микроотравления.

В настоящее время существует большой выбор установок плазменного микроотравления (открытого или закрытого типа; по различному принципу загрузки: на лотках, в кассете, в ленте). В зависимости от установки и выбора правильных параметров обработки, смеси газов и т.д., мы можем делать не только плазменное микроотравление, но и плазменную активацию поверхности, плазменное осаждение и плазменную очистку. Плазменно-химическое микроотравление не только отличная альтернатива перманганатной очистке, но иногда и единственный метод подготовки отверстий!



# ТЕХНОТЕХ

производство печатных плат и электроники



## Полный комплекс работ

от подготовки печатных плат к производству до выпуска готового изделия.

Контроль качества, тщательная проработка деталей заказа и внимательное отношение к вопросам заказчиков — основа нашей эффективности и надежности.



## СОДЕЙСТВИЕ

- Предпроектная консультация заказчиков
- Решение любых сопутствующих задач
- Взаимодействие за рамками формальных отношений

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ

- Производственные мощности 2 000 000 дм<sup>2</sup>/год
- Изготовление изделий «под ключ»
- Базовые материалы всегда в наличии на складе
- Монтаж электронных компонентов высочайшего уровня сложности
- Три уровня контроля качества
- 100 % сделано в России

## ТОЧНОСТЬ

- Контрактное производство печатных плат, включая 7 класс точности