

# Технологическая философия. Выбор направления развития предприятия

Сергей ДОРОВСКИХ  
smd@mwsystems.ru

**В статье предлагается вариант развития сборочных технологий на предприятиях, занимающихся разработкой и производством изделий электронной техники. Излагаемая методика может быть использована и для других производств.**

**В журнале «Компоненты и технологии» была опубликована статья [1]. Данная публикация относится к той же теме.**

**В** настоящее время происходит постоянное развитие технологий монтажа электронных компонентов: появляются новые материалы, возникают новые типы корпусов микросхем и виды печатных плат. В работе А. Медведева «Сборка и монтаж электронных устройств» [2] описаны основные проблемы производства электронной аппаратуры.

Все шире используются такие технологии, как низкотемпературная керамика (LTCC) [3], кристалл на плате (СОВ) [4], лазерные [5] и другие. Каждая технология сборки и монтажа имеет определенные преимущества и ограничения при производстве различных видов продукции.

В производстве наиболее часто встречаются:

- технология гибридно-интегральных схем (ТГИС);
- технология поверхностного монтажа (ТПМ);
- технология монтажа в отверстия (ТНТ);
- технология кристалльного производства (ТКП);
- технология объемного монтажа (ТОМ).

В статье предлагается один из вариантов развития сборочных технологий.

В течение семи лет наше предприятие успешно занимается разработкой и производством твердотельных СВЧ-модулей. В результате мы имеем устоявшийся технологический процесс изготовления продукции. Выпускается более 50 видов приборов. Они собираются по одной технологической схеме. Каждый новый разработанный прибор конструктивно и технологически повторяет предыдущий.

Мы используем комбинацию ТГИС и ТПМ. Такое сочетание внедрялось на производстве с момента образования предприятия. К стандартным операциям ТГИС были добавлены операции с паяльными пастами. Применение новых материалов и операций привело к изменениям при осуществлении проектирования и конструирования приборов. Это дало существенный экономический эффект: повысился уровень производительности.

Представьте «технологическое» пространство с набором различных технологий сборки (рис. 1). Точка Т на отрезке ТПМ–ТГИС является применяемой комбинацией технологий.

Основные сборочные операции, используемые в производстве:

1. Нанесение паяльной пасты.
2. Установка поверхностно-монтажных элементов.
3. Оплавление паяльной пасты в печи или на монтажных столиках.
4. Ультразвуковая отмывка.
5. Монтаж кристаллов на клей.
6. Ультразвуковая и контактная сварка.
7. Сборка корпуса.
8. Настройка прибора.
9. Герметизация прибора.

Рассмотрим технологии, приведенные в начале статьи. Некоторые из них не являются самостоятельными, а представляют собой комбинацию двух технологий. Технология СОВ — это частный случай на отрезке ТПМ–ТГИС. (На печатную плату с элементами клеится кристалл, а затем осуществляется сварка.)

Технология LTCC — это тоже частный случай на отрезке ТПМ–ТГИС. (На многослойную печатную плату с керамическим диэлектриком и элементами клеится кристалл, а затем проводится сварка.) Это говорит о том, что сложные технологические решения могут быть представлены с помощью простых технологий.

Все производства, в том числе и наше, стремятся к увеличению объема выпуска продукции. Есть два варианта развития сборочных технологий на предприятиях: экстенсивный и интенсивный.

Рассмотрим экстенсивный путь развития производства. Операции сборки и монтажа часто проводятся вручную, и поэтому в силу конструктивных особенностей СВЧ-узлов нужно работать с каждой ячейкой в отдельности. Для увеличения выпуска приборов следует увеличивать число единиц оборудования или необходимы более производительные установки. Этот путь развития не является перспективным, так как трудно сохранить высокую эффективность на производстве при широком ассортименте элементов модуля (платы, основания, комплектующие элементы и др.).

Второй путь — интенсивный. На первый взгляд, его трудно реализовать, так как в данном случае подразумевается переход от ручного труда к автоматизированному монтажу и от единичных узлов к групповым сборкам. Был найден метод, который решал эти вопросы. Это технология внутреннего монтажа [6], которая, по сути, является комбинацией двух технологий (ТКП–ТПМ).

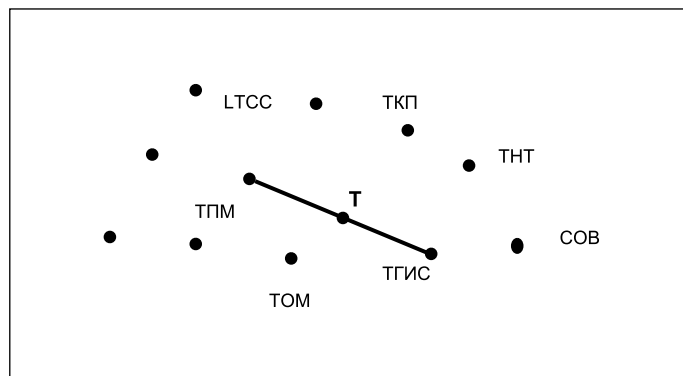


Рис. 1. Технологический процесс на сегодня

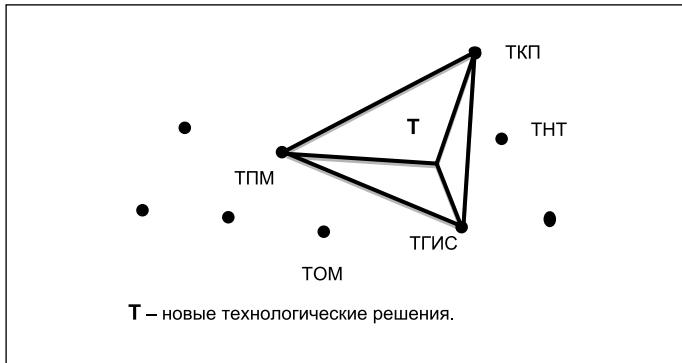


Рис. 2. Технологический процесс ближайшего будущего

Было решено добавить ТКП к отработанному процессу производства СВЧ-модулей (комбинация ТГИС–ТТМ). Говорить о том, что это спонтанное решение, нельзя, потому что на предприятии уже применяются отдельные элементы ТКП:

- разработка пассивных плат на поликоре и GaAs с последующим изготовлением по контракту;
- разработка транзисторов на GaAs с последующим изготовлением по контракту.

Основное отличие ТКП от ТГИС в том, что она является массовой и автоматизированной. На полупроводниковой пластине получают сотни или тысячи кристаллов. Ручной труд оператора отходит на второй план, важен только правильно построенный технологический процесс. Это те качества, которые необходимы производству для перехода на новый уровень.

Было предложено рассматривать ТКП элементом сборочного процесса, а не набором отдельных технических решений. Образовался своеобразный «треугольник» из технологий (ТГИС–ТТМ–ТКП).

Что дает предложенная технологическая конструкция? Первое и самое важное — то, что мы можем комбинировать необходимые элементы технологий при изготовлении прибора внутри «треугольника», а не только на уровне его «сторон» (ТГИС–ТТМ, ТГИС–ТКП, ТКП–ТТМ) (рис. 2). При этом появляются новые технические решения при изготовлении приборов.

Основной экономический выигрыш можно получить за счет:

- отказа от сварочных операций и организации связей между элементами схемы с помощью процессов ТКП;
- работы с основанием, на котором имеется множество рамок.

К технологическим операциям, приведенным выше, можно добавить следующие:

- лазерную обработку;
- напыление материалов;
- травление напыленных материалов.

В дальнейшем в предложенную структуру могут войти другие технологии и материалы, что приведет к развитию новых подходов к процессам проектирования, изготовления и монтажа приборов.

Предложенная схема универсальна для различных производств. Нужно только найти технологии, обладающие необходимыми свойствами и качествами, и правильно их использовать для получения необходимого эффекта (увеличения выпуска продукции, снижения стоимости, уменьшения габаритных характеристик и др.).

На рынке электроники возникает все больше приложений, представляющих собой комбинацию различных устройств. Также при производстве приборов будет увеличиваться число технических решений, возникающих на стыке традиционных технологий. Развитие сборочного производства в ближайшие несколько лет может пойти именно по этому пути.

Практический совет для предприятий, которые стоят перед выбором направления развития производства.

1. Понять, где в «технологическом» пространстве находится ваше производство.

2. Решить, какие задачи стоят перед предприятием.

3. Выбрать технологии для решения поставленных задач.

Возвращаясь к работе нашего предприятия, следует отметить, что сейчас прорабатываются новые подходы к процессу монтажа, который будет включать в себя комбинацию трех технологий. Дальнейшая работа будет состоять в поэтапном использовании новых конструктивных и технологических решений и материалов.

Расширение возможностей в конструировании (новые технологии и материалы) должно привести к ломке стереотипов в разработке приборов. Американский фантаст Уильям Гибсон [7] сказал: «Будущее уже наступило. Просто оно еще неравномерно распределено». Это высказывание точно отражает различные аспекты современной жизни и, в частности, касается развития производства. ■

## Литература

1. Доровских С. М. Применение технологии поверхностного монтажа в производстве гибридно-интегральных модулей СВЧ // Компоненты и технологии. 2006. № 7.
2. Медведев А. М. Сборка и монтаж электронных устройств. М.: Техносфера, 2007.
3. Потапов Ю. Особенности технологии проектирования и производства LTCC-модулей // Производство электроники: технологии, оборудование и материалы. 2008. № 1.
4. Фарасат Ф., Валев С. «Кристалл на плате» (COB): новая эра сборочной технологии // Технологии в электронной промышленности. 2005. № 6.
5. Кудрявцева А. Применение лазерных технологий в электронике // Современная электроника. 2011. № 6.
6. Назаров Е. С. Будущее нашей электроники — планарный внутренний монтаж // Технологии в электронной промышленности. 2010. № 1.
7. Гибсон У. Интервью // Economist. Dec. 2003.