

Фантастическая технология для тех, кто не верит в сказки

15 сентября текущего года в Санкт-Петербурге состоялся официальный запуск новой производственной площадки одного из ведущих российских контрактных производителей – «Макро ЕМС». В составе одной из линий данного производства работает конвекционная печь пайки оплавлением с вакуумным модулем QP L VAC производства компании SMT Maschinen und Vertriebs GmbH & Co. KG (SMT). Подобные системы нечасто встречаются в нашей стране, однако в мире конвекционная пайка с использованием вакуумных технологий находит всё

более широкое применение, прежде всего в ответственных областях, таких как производство электронной аппаратуры космического и авиационного назначения, автоэлектроники, медицинской техники, а также при изготовлении силовых и СВЧ-изделий.

Внедрение данной технологии на площадке «Макро ЕМС», ставшее возможным во многом благодаря усилиям эксклюзивного дистрибьютора оборудования SMT на территории России – ООО «Новые Технологии», очевидно, важный шаг для российского контрактного производителя в деле обеспечения надежности и конкурентоспособности отечественной электроники. Как выглядела реализация этого проекта с точки зрения поставщика и заказчика, нам рассказали представители этих компаний.



ВЗГЛЯД ПОСТАВЩИКА

Антон Гаранин, технический директор ООО «Новые Технологии»: С компанией «Макро ЕМС» мы знакомы давно, более десяти лет. Мы были свидетелями ее развития от небольшой компании до производственно-

го предприятия мирового уровня. Соответственно, с уровнем развития компании менялись и росли требования к качеству выпускаемых изделий, техническому уровню применяемого оборудования. Команда нашей компании «Новые Технологии» была рядом, когда перед «Макро ЕМС» встала задача выбрать систему конвекционного оплавления для

серийного изготовления сложных теплоемких печатных узлов.

Разработкой в области высокотемпературных технологий немецкая компания SMT Maschinen und Vertriebs GmbH & Co. KG занимается уже почти 35 лет. Мировую известность компании заслуженно принесли производимые ей печи конвекционного оплавления припоя для предприятий, серийно производящих изделия электронной техники для авиационной и автомобильной промышленности. Технологии компании SMT позволяют производить оборудование, которое отличается долговечностью, уникальной технологией передачи тепла и высочайшей энергоэффективностью.

Началом проекта можно считать выставку productronica 2019, на которой генеральный директор «Макро ЕМС» Дмитрий Семёнов посетил стенд компании SMT. С этого момента наша компания как эксклюзивный дистрибьютор оборудования данной фирмы в России начала работу над



проектом оснащения планируемого производства «Макро ЕМС» конвекционной печью оплавления припоя с вакуумным модулем. Совместно с техническим директором «Макро ЕМС» Павлом Муртищевым мы начали обсуждение технических аспектов проекта.

Проект можно условно разделить на четыре этапа. Первый – самый сложный и длительный этап, занявший примерно полтора года, в результате которого мы смогли доказать технологическое превосходство нашего решения в сравнении с конкурентами. Затем был менее долгий, но тоже непростой этап подготовки контракта. Третий этап – поставка – был реализован быстро и четко. И наконец, этап монтажа и пусконаладки выполнялся в очень сжатые сроки, но также прошел успешно.

Денис Подольский, ведущий менеджер проектов ООО «Новые Технологии»:

Действительно, убедить заказчика сделать выбор в пользу оборудования SMT было самой сложной задачей. Данная компания выпускает уникальные печи. В каждом их узле, будь это нагревательные модули, флюс-менеджмент или конвейер, применяются технологии собственной разработки и тщательно продуманные решения, результатом внедрения которых является максимальные теплопередача, качество пайки и эффективность печи. Некоторые технологии являются настолько инновационными, что ни один другой производитель до сих пор не смог реализовать их в своих печах. Всё это выделяет печи SMT из десятка других печей-близнецов, и обо всем этом мы подробно рассказываем нашим заказчикам.



На самом деле, компания SMT является лидером в конвекционной пайке с применением вакуума. Более того, именно она является первопроходцем в этой технологии и создателем первой конвекционной печи с вакуумным модулем. Сейчас ряд производителей оборудования, двигаясь по стопам SMT, сталкиваются с теми проблемами, которые эта компания уже давно преодолела, и очень мало кто из мировых лидеров в области систем пайки может предложить сравнимые по качеству и технологическому уровню решения.

Что же касается известности на российском рынке, то это оборудование продвигается в нашей стране достаточно давно, и конечно же, специалистам такого уровня, как Дмитрий Семёнов, Павел Муртищев и руководитель производства «Макро ЕМС» Дмитрий Татарников, оно было знакомо, им был понятен его класс, известны ближайшие конкуренты.

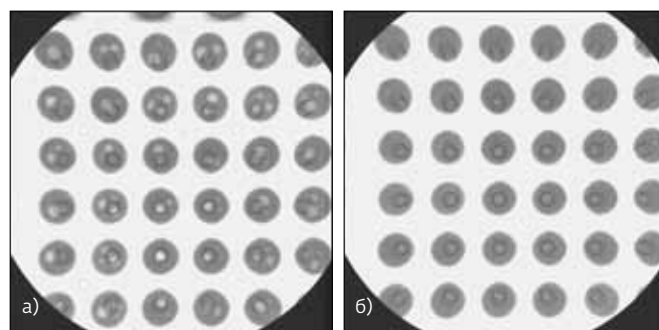
Сложность первого этапа для нас, прежде всего, была вызвана как раз высокой квалификацией специалистов заказчика. Так, Павел Муртищев обладает огромным опытом работы в ведущих российских компаниях, где он занимался производством сложнейших современных изделий. Он в своей практике сталкивался с огромным количеством «подводных камней», на своем опыте знал, что слишком рискованно верить на слово производителю или поставщику оборудования, который утверждает, что его решения – самые лучшие. Так говорят все...

В особенности внимательный подход при изучении предложений важен, когда речь идет о дорогом оборудовании высокого класса, каковым являются системы пайки компании SMT.

Поэтому мы для заказчиков готовим подробный обзорный проект, в котором не просто описываем технологию и перечисляем преимущества предлагаемого оборудования, но также приводим результаты оценки печатных узлов и элементной базы, применяемых на предприятии заказчика, предлагаем рекомендации и методики по постановке технологии с учетом потребностей конкретной компании, а также прилагаем вариант бюджетной оценки.

Обзорный проект для «Макро ЕМС» занял порядка трех десятков страниц. Мы даже провели специальный эксперимент, показывающий, как вакуумная пайка позволяет снижать количество пустот в паяных соединениях, и приложили к обзорному проекту рентгеновские изображения, полученные в результате этого эксперимента.

Антон Гаранин: Отмечу, что здесь мы были, что называется, в своей тарелке. Заказчик, будучи контрактным производителем, в силу определенных договоренностей со своими клиентами не мог делиться с нами всей информацией о производимых изделиях. Но, узнав параметры изделий «Макро ЕМС», мы смогли уверенно выбрать решение. Ранее мы уже поставляли подобное оборудование для серийного производства сложных теплоемких изделий и смогли



Рентгеновские снимки паяных соединений BGA-компонента, сделанные компанией SMT для обзорного проекта: а – пайка без применения вакуума; б – пайка с применением вакуума

предложить коллегам из «Макро EMC» возможность протестировать технологии SMT лично без поездок за рубеж – на российских предприятиях.

Денис Подольский: Да, обзорным проектом всё не закончилось. Каким бы подробным он ни был, это всё еще была бумага. Конечно, заказчик должен был увидеть это оборудование в работе.

Мы организовали посещение предприятий в Санкт-Петербурге и Челябинске, где печь с вакуумным модулем уже работала. Павел Муртищев досконально изучил ее, чуть ли не разобрал на части. Я бы не позавидовал автосалону, куда бы Павел пришел покупать машину.

А начал он с того, что стал проверять, насколько сильно греется печь и вытяжная система снаружи, убедился, что температура поверхностей совсем небольшая и таким образом получил подтверждение наших слов, что печи SMT – одни из лучших с точки зрения теплоизоляции и, как следствие, энергетической эффективности.

Кстати, говоря об особенностях оборудования SMT, стоит отметить следующее. Для технологов порой кажется азбучной истиной, что чем больше у печи зон, тем качественнее пайка. Увеличение числа зон придает печи более высокую производительность, и если теплопередача в печи низкая, то сколько бы зон в ней ни было, вы неизбежно столкнетесь с низким качеством пайки сложных теплоемких изделий. Но благодаря применению в печах SMT другой концепции, обеспечивающей более равномерный и эффективный нагрев, печь при той же длине имеет меньшее количество зон, но они несколько длиннее и передают изделию в разы больший объем горячего воздуха. На этом аспекте, как правило, мы всегда заостряем внимание заказчика, и специалисты «Макро EMC» по достоинству оценили преимущества данной концепции.

Забегая вперед, скажу, что, когда уже была завершена пусконаладка, специалисты «Макро EMC» провели эксперименты, которые подтвердили снижение уровня пустот в паяных соединениях.

В результате решение в пользу системы SMT было принято. Самое главное, что заказчик убедился в том, что, приобретая весьма недешевое оборудование, он выиграет благодаря высокому качеству системы, ее эффективности, позволяющей снизить стоимость владения, и, что особенно важно, отсутствию проблем при изготовлении сложных передовых изделий, каковыми является продукция, собираемая на производстве «Макро EMC».

Антон Гаранин: Добавлю, что в течение первого этапа реализации проекта было организовано несколько трехсторонних онлайн-конференций с представителями компаний SMT и «Макро EMC», на которых мы совместно могли решать возникавшие по мере развития проекта вопросы. Политика открытости и доверия приносит свои результаты.

Денис Подольский: Итак, мы перешли к контрактному. На этом этапе особенностью проекта было то, что закупка оборудования частично финансировалась за счет заемных средств, предоставляемых Фондом развития промышленности. Чтобы получить эти средства быстрее, нужно было максимально упростить документооборот. Мы пошли на такой шаг: предложили осуществить поставку на прямую, минуя нас. Это значительно упрощало процесс. Также был подготовлен сразу двуязычный контракт, чтобы исключить необходимость в заверенном переводе.

Антон Гаранин: Кроме того, с учетом процедуры получения займа, возникал риск, что процесс поставки затянется, потому что европейские производители практически никогда не начинают изготовление оборудования до поступления предоплаты, в особенности сейчас, в условиях повышенной неопределенности, связанной с распространением COVID-19.

Но компания SMT повела себя, можно сказать, беспрецедентно: она приступила к производству печи фактически до получения предоплаты по договору. Мы, конечно, очень благодарны компании за такое доверие, ставшее одним из ключевых факторов успеха проекта.

В результате третий этап – поставка – прошел без каких-либо проблем. И тут мы приступили к последнему, но далеко не самому простому этапу – монтажу и пусконаладке.



Виталий Авласович, руководитель сервисной службы ООО «Новые Технологии»:

Монтаж системы осложнялся тем, что впервые в нашей практике печь пришла разделенной на три части. То есть нужно было не просто установить печь на свое место в автоматической линии сборки, но и соединить механически зоны нагрева с вакуум-

ным модулем и зонами охлаждения, после чего подключить модуль вакуумного насоса.

Сроки были очень сжатые: у заказчика уже была утверждена дата запуска производства, причем один из его клиентов должен был в этот день уже увидеть свое первое собранное изделие на новой линии.

Мы справились.

В итоге на торжественном открытии новой производственной площадки «Макро EMC» с участием, в частности, представителей администрации Санкт-Петербурга линия была успешно запущена, и было собрано первое изделие, спаянное в печи SMT.

ВЗГЛЯД ЗАКАЗЧИКА

Павел Муртищев, технический директор ООО «Макро EMC»:

Приобретение и внедрение на нашем производстве конвекционной печи с вакуумным модулем QP L VAC компании SMT – это часть более глобального проекта. История производства «Макро EMC» началась полтора десятка лет назад в небольшом помещении, которое компания снимала в техникуме. Со временем было приобретено собственное помещение, где были организованы две линии поверхностного монтажа. Сейчас мы эту площадку называем старым зданием. Там «Макро EMC» был получен большой опыт производства в том числе сложных изделий. В сентябре этого года была открыта новая площадка, где мы учли наши ошибки предыдущих лет и создали производство с продуманной цеховой логистикой, контролируемым климатом и защитой от электростатических разрядов, что крайне критично для производства современной электроники. Последний момент стоит особо подчеркнуть: можно купить антистатические столы, подключить к заземлению оборудование, браслеты, но чтобы помещение действительно могло называться защищенной от электростатических разрядов зоной, необходимо постоянное соответствие этой зоны требованиям IEC 61340. И здесь это реализовано в полной мере. В любой момент можно провести аудит, выполнить соответствующие измерения, и они покажут, что всё в норме.

Дмитрий Татарников, руководитель производства ООО «Макро EMC»:

Новое производство у нас действительно организовано в соответствии со всеми требованиями. Но главной задачей этого проекта было, конечно, увеличение производительности и расширение возможностей по изготовлению в том числе сложных современных изделий.



На этой площадке мы можем разместить до 76 монтажников. Здесь организован отдел визуального контроля монтажа в отверстия, а на первом этаже, где находятся линии поверхностного монтажа, контроль осуществляется с помощью систем АИП (SPI) и АОИ. Также у нас есть группа, выполняющая рентген-контроль, есть участок настройки.

Кроме того, на новой площадке выполняется ряд дополнительных операций, таких как разделение заготовок, влагозащита, заливка компаундом, монтаж запрессовкой, подготовка проводов и др. Отмечу, что участков отмывки у нас два: один, предназначенный для отмывки плат после поверхностного монтажа, расположен на первом этаже, где располагается автоматическое оборудование, и второй – на этаже ручной сборки.

Линий поверхностного монтажа в новом здании четыре, и как раз для одной из них приобреталась печь с вакуумированием.

Павел Муртищев: Что касается вакуумной пайки, можно сказать, что не мы пришли к ней, это она пришла к нам. Как говорил мой преподаватель по физике, техника развивается эволюционно и первый автомобиль был похож на карету. Вакуумная пайка является естественным развитием технологии пайки в сборке печатных узлов. Естественным, но и в то же время гениальным.

По мере развития электроники пустоты в паяных соединениях становятся всё более критичным фактором. Прежде всего, это связано с надёжностью. Например, пустоты могут стать основой для формирования трещин в паяных соединениях BGA.

Далее, пустоты снижают допустимую токовую нагрузку. Если у вас на плате есть силовые транзисторы и в их паяных соединениях, скажем, 50% пустот, автоматически токовая нагрузка снижается вдвое, и транзисторов придется ставить в два раза больше. Но зачем это делать, если можно устранить пустоты?

Кроме того, пустоты ухудшают теплоотвод у таких компонентов, как, например, DPAK.

Также этот недостаток негативно влияет на свойства СВЧ-устройств.

Причина образования пустот – это дегазация, которая возникает везде, где есть органические соединения, а они есть в материале платы, органическом покрытии, флюсе... Избавиться от них невозможно. И важно то, что не существует «волшебного» рецепта, как минимизировать пустоты в техпроцессе. Хороший специалист вам даст общие рекомендации, но не назовет конкретных параметров именно для вашего случая.

Можно, конечно, нарисовать диаграмму Исикавы и последовательно устранять по одной причине формирования пустот. Вы потратите на это, условно, полгода, но если у процесса есть хоть какая-то вариативность, а в нашей области она так или иначе есть, то нет никакой гарантии, что пустоты не появятся снова.

Вакуумная пайка – это подход «с другой стороны», заключающийся в том, чтобы не бороться с причинами пустот, а убирать их в процессе их формирования. Это очень умное решение. А с точки зрения технологии – это просто сказка. Вы можете взять металлическую пластину размером с визитную карточку, уложить ее на пасту на контактную площадку такого же размера, пропустить через вакуумную печь, и вы получите паяное соединение, практически лишенное пустот.

В силу того, что на нашем производстве собираются в том числе изделия класса 3 по стандартам IPC, отказ которых может привести к значительным затратам и даже к риску для жизни и здоровья людей, для нас вопрос надежности – ключевой. Вакуумная пайка – технология, позволяющая достаточно просто устранить одну из значимых причин отказов. Поэтому внедрение такого оборудования для нас совершенно естественно.

Дмитрий Татарников: Чтобы реализовать эту технологию на новой площадке, мы выбирали вакуумную печь из нескольких вариантов различных производителей. Это наш обычный подход, но в данном случае это было также требованием Фонда развития промышленности, предоставившим заем для частичного финансирования проекта.

Кстати, у многих компаний есть страх, что получить заем у данного фонда – непроходимая процедура. Могу сказать, что по нашему опыту это представление далеко от истины. Да, у них жесткие требования по документообороту. Да, есть требование, что мы должны обосновать, почему мы покупаем именно это оборудование. Но в целом представители фонда были достаточно лояльны, отвечали на все вопросы, наше взаимодействие было вполне четким и конструктивным.

Павел Муртицев: Действительно, мы должны были убедить фонд в том, что нам нужна именно эта система. Но в первую очередь мы должны были убедиться в этом сами.

Дмитрий Татарников: Мы серьезно подошли к выбору оборудования, его внимательно изучили, посетили производство, где данная установка уже эксплуатируется. Более того, когда уже была проведена пусконаладка, мы провели эксперимент: смонтировали на данной печи изделие, которое раньше собирали

без применения вакуума. Количество пустот сократилось в 2,5 раза.

Павел Муртицев: И это при базовых настройках: откачка в течение 10 с до 100 мбар и выдержка 10 с. Мы ничего не подгоняли, не проводили тонкую настройку процесса именно под это изделие.

На данный момент мы не приступили к применению вакуумного модуля в серийном производстве, но уже сейчас видно, что это не вызовет сложностей. Базовые настройки отлично работают, а в перспективе, думаю, мы сможем снизить давление при вакуумировании еще сильнее.

Вообще печь показала себя как добротное оборудование. Даже такая мелочь, как эмблема на установке, кое о чем говорит. Обычно производители наносят эмблемы просто краской, а здесь – отдельная качественная деталь. На технологии это, конечно, не сказывается, но общий уровень подчеркивает.

Помимо вакуумирования, на меня произвело впечатление то, что в этой печи зоны имеют длину 530 мм, в то время как в обычных печах их длина составляет 350 мм, а в самих зонах применена необычная концепция подачи горячего воздуха, в результате чего всего в двух зонах изделие, с которым мы экспериментировали, прогревалось с неравномерностью температур по плате, как правило, менее ± 2 , а в самом худшем случае – ± 5 °С. Учитывая, что это изделие – большая серверная плата, неравномерная с точки зрения теплоемкости, это отличный показатель. Я не верю в сказки и, возможно, не поверил бы в такой результат, если бы не провел эксперимент сам.

Считается, что чем больше зон в печи, тем лучше. Обычно это так и есть. Но печи SMT – исключение.

И еще можно отметить такой факт: объем рециркулируемого воздуха в данной печи составляет почти 20 000 м³/ч. Думаю, специалисты поймут, что это значит.

Дмитрий Татарников: Остается добавить, что поставка, монтаж и пусконаладка печи были выполнены качественно и в срок.

Павел Муртицев: Действительно, ни про производителя данного оборудования, ни про поставщика – ООО «Новые Технологии», мы не можем сказать ничего плохого, кроме хорошего. Несмотря на краткие сроки, они нас не подвели. Мы не покупаем оборудование у одного поставщика; всегда стараемся выбрать лучшее для каждой задачи. С теми, кто нас подводит, мы не дружим. С SMT и «Новыми Технологиями», думаю, будем дружить дальше.

Материал подготовлен Ю. С. Ковалевским



Печь конвекционного оплавления
с вакуумным модулем
SMT Quattro Peak L Plus

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕВОСХОДСТВО ВАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА

ВАКУУМНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- пайка без пустот
- гибкая система настройки вакуумного процесса
- вакуумный и классический процесс в одной печи

ЛУЧШАЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

- увеличенные температурные зоны
- фильтрация и рециркуляция горячего воздуха на уровне 20 000 м³ в час
- качественная пайка теплоёмких печатных узлов

КАЧЕСТВО И НАДЁЖНОСТЬ

- печи разработаны и производятся в Германии
- инновационные технологии теплопередачи
- опыт мирового лидера в применении вакуумной технологии конвекционной пайки

НИЗКАЯ СТОИМОСТЬ ВЛАДЕНИЯ

- низкое энергопотребление в рабочем режиме
- минимальное потребление азота
- оптимальные затраты на техническое обслуживание