Наш человек в Китае. Как делают оптические трансиверы (SFP, XFP)

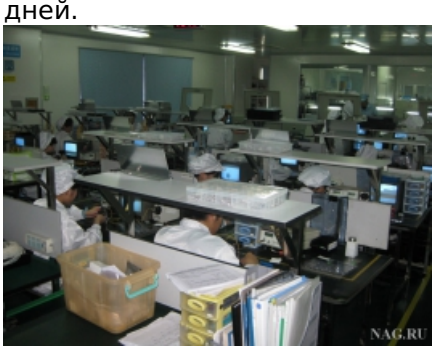
Прошлой осенью руководитель технического отдела компании "НАГ" Дмитрий Самоделко проехал с экскурсией по китайским предприятиями-производителей телекоммуникационного оборудования. Очередная публикация на эту тему выходит с большим запозданием по техническим причинам, но... лучше поздно, чем никогда.

Краткое содержание предыдущих серий:

- Производство оптического кабеля
- Производство оптических приемников и систем видеонаблюдения

Производство трансиверов и лазерных сборок

Экскурсия на промплощадку, где выпускают оптические трансиверы и лазерные сборки выпала на субботу — но это не страшно — суббота на этом предприятии ничем не отличается от других рабочих дней.



Все трансиверы под торговой маркой SNR выпускаются здесь. Кроме всего нашего ассортимента завод выпускает массу позиций, ориентированных на другие отрасли и другие страны.
Перед экскурсией нам выдали халаты, кепки и бахилы. Оделись в специальной комнате и пошли в отсек (воздушная камера) для обдува пыли (кроме того, пол в отсеке липкий, чтобы собрать с бахил всю грязь). Нас обдули струями воздуха и мы вошли в производственный цех. Суммарная площадь всех цехов невелика, т.к. сами трансиверы очень маленькие. Заведующий производством начал показывать по порядку все стадии производства и попутно рассказывать, что на каждой стадии происходит.



На первой стадии происходит тест "сырья" - это оптические сборки, печатная плата для трансиверов с элементами (платы делаются на отдельном заводе) и т.д. Тест сырья довольно затратная процедура в человекочасах, поэтому небольшие заводы (с демпинговыми ценами) пренебрегают оными, что напрямую сказывается на качестве.
[Наш человек в Китае. Как делают оптические трансиверы (SFP, XFP)]

Тест оптических сборок включает проверку мощности излучения/чувствительности, а так же электрические тесты.



После теста всех компонентов начинается поэтапная сборка (TOSA/ROSA/BOSA делаются, как на родственном заводе, так и здесь же, но об этом подробнее ниже). Сборка трансиверов начинается с припаивания оптических сборок к печатной плате, после - контроль. Мне предложили попробовать самому припаять сборки к плате =), но я отказался.
[Наш человек в Китае. Как делают оптические трансиверы (SFP, XFP)]

После снова проводится полный комплекс тестов: eye diagram, мощность излучения, чувствительность, existention ratio. Кроме того, трансиверы тестируются на реальных отрезках оптического кабеля. Для трансиверов с функцией DDM(DDMI,DOM) происходит калибровка, т.е. по заранее известному уровню сигнала подстраиваются параметры микросхемы.
[Наш человек в Китае. Как делают оптические трансиверы (SFP, XFP)]

Один из самых главных тестов - aging test в условиях повышенных и пониженных температур. В специальных камерах до 2 тысяч трансиверов должны находится в течение 24 часов. Если после этого, все в порядке, трансиверы признаются работоспособными. Для трансиверов индустриального исполнения с температурной стабильностью от -40 до +80 градусов Цельсия кроме специальных компонент оснащаются термопастой.

После столь подробной экскурсии я встретился с одним из совладельцев завода. Некоторое время мы обсуждали как экономические, так и технические перспективы данной отрасли. Могу выдать только один секрет ;-) в России компания НАГ выведет на рынок 10G bidi трансиверы одна из самых первых. Пока эта статья готовилась к публикации, разработка 10G BIDI (WDM)-трансиверов формата SFP+ и XFP была завершена. Теперь они готовы к заказу.



Сто тестов одной TOSA/ROSA/BOSA

После обеда мы посетили родственный завод (входящий в холдинг) по производству оптических сборок TOSA/ROSA/BOSA. На этом заводе мне запретили вести какую-либо съемку (исключая холл). Точно такие же меры по форме одежды и чистоте, точно такая же воздушная камера.

Сборка TOSA/ROSA/BOSA начинается похожим образом - с контроля сырья (керамичесих ферул). Каждая ферула проверяется с помощью микроскопа на дефекты. Если есть трещина или другие дефекты - ферула отбраковывается. Далее оптическое волокно с клеем укладывается в ферулу (излишки волокна отсекаются) и помещается в печку для схватывания клея.

После термической обработки процедура тестирования повторяется (не испортилась ли ферула после пребывания в печке). Далее необходимо запрессовать ферулу в некий держатель (holder). Делается это под строго определенным давлением на специальном прессе. После этого новый тест. Далее на ферулу надевается оболочка (тоже керамическая- sleeve) и запрессовывается в патрон (receptacle). И снова отправляется на тест. Между этапами также происходит продувка/очистка элементов.

После этого необходимо соединить получившуюся составную ферулу с лазером и/или фотоприемником (лазеры используются компании Mitsubishi). Для этого на специальной заготовке юстируются лазер (приемник) и ферула для получения максимальной выходной мощности(максимальной чувствительности). Затем заготовка помещается в специальную камеру с 4-мя лазерами. В камере происходит окончательная юстировка/калибровка и лазерная сварка. После сварки происходит проверка качества сварных швов. После этого происходит на мой взгляд наиболее важный этап в производстве - проверка на температурную стабильность. 5 температурных камер (с колебанием температуры от -50 до + 80), в каждой из которых множество (до 2 тысяч в каждой) сборок. Из камер торчит большой пучок проводов, который идет в специальную комнату. В этой комнате следят за изменением мощности излучения или чувствительности. Сборки находятся в камерах 24 часа. После этого определенный процент сборок проходит тест на анализаторе спектра. Если за это время все в порядке - получается TOSA/ROSA/BOSA (для BOSA необходимо еще пара этапов в процессе сборки по разделению приемной и передающей части с помощью установленного под 45 градусов оптического фильтра). После этого полученные TOSA/ROSA/BOSA подвергаются маркировке на специальной лазерной установке, чтобы в случае RMA было можно определить гарантийный случай или нет, кто виноват и почему. Зачастую небольшие заводы не утруждают себя таким количеством проверок и маркировкой, тем самым снижая себестоимость и повышая уровень брака/отказа.

Далее полученные оптические сборки поступают как на продажу, так и для последующего производства трансиверов. В день на этом заводе может выпускаться до 10.000 сборок. Естественно, что мой рассказ "на пальцах" не очень информативен, возможно я что-то упустил, но это больше, чем ничего. В популярной литературе скорее всего есть описание всего процесса в деталях.
Боюсь представить сколько стоит все оборудование, которое используется при производстве трансиверов от ферул до готового изделия.