

# ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ:

## ПОЧЕМУ В КИТАЕ ТАК ДЕШЕВО?

Хорошо известно, что основная масса печатных плат (ПП) производится в странах Юго-Восточной Азии, причем крупнейший их изготовитель в регионе – Китай – контролирует порядка 20% мирового выпуска ПП. Очевидно, что одна из причин превращения Китая фактически в центр мирового производства ПП кроется в чрезвычайно привлекательных ценах. Действительно, если в России себестоимость 1 дм<sup>2</sup> двусторонних ПП с маской при массовом их выпуске (не менее 20 тыс. м<sup>2</sup>/год) составляет 1,5–1,7 долл., то в Китае – в районе 50–65 центов. Причем столь низкие цены подкреплены должным качеством и соблюдением сроков поставки продукции.

**Ч**то позволяет китайским производителям ПП объявлять самые низкие в мире цены? Предлагаем наш ответ на этот вопрос, основанный на личном опыте посещения китайских предприятий-изготовителей ПП. Причем рассматривать будем исключительно производственные аспекты, оставив за рамками такой не менее важный для развития промышленного производства вопрос, как многочисленные государственные преференции, предоставляемые в Китае производителям, – дешевые банковские кредиты и дотации, налоговые льготы и т.п.

### СТРУКТУРА СЕБЕСТОИМОСТИ ПП

Для начала проанализируем себестоимость ПП. Сразу оговоримся, что речь пойдет о наиболее массовой продукции – двусторонних ПП с маской и шелкографией, производимых крупными сериями. Причем структуру их себестоимости рассмотрим по отношению к отечественным и европейским производствам.



Р.Милокостов  
mrw@rezonit.ru

Примерно 40% себестоимости ПП составляют материалы, химические реактивы и расходные инструменты (рис. 1). Среди них примерно четверть затрат приходится на стеклотекстолит, порядка 15% – на инструменты (в основном сверла и фрезы), не более чем по 10% на фоторезист и анодную медь, около 5% – на маску. Остальные 45% – это расходы на химические реактивы и вспомогательные материалы.

Второе основное слагаемое себестоимости ПП – зарплата персонала. В России на отдельных крупносерийных производствах ее доля может составлять 20%, в целом же и в нашей стране, и в Европе она находится на уровне 30–35% себестоимости ПП. Третье основное слагаемое, примерно 25%, – расходы на содержание и обслуживание производственных площадей. Еще около 10% – разного рода накладные расходы.

Исходя из этой структуры, проанализируем основные особенности организации производства ПП в Китае и их влияние на себестоимость ПП.



**Рис. 1. Структура себестоимости двусторонней печатной платы с маской**

### ЗДАНИЯ И ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Важнейшая особенность организации производства в Китае – это программы развития специальных промышленных зон. В едином месте сосредотачиваются электронные производства, заводы по изготовлению ПП, оборудования, материалов и т.п. Там же располагаются жилые зоны, зачастую общежития для работников строятся на единой территории с промышленными корпусами (рис.2). В такой промышленной зоне производственные площади стоят очень дешево. Например, за два рядом стоящих здания общей площадью около 2,5–3 тыс. м<sup>2</sup> их владельцы заплатили порядка 300 тыс. долл. – по крайней мере в 5–10 раз дешевле, чем в России. Естественно, что в специальных промышленных зонах системы инженерных коммуникаций также дешевле, чем в отдельно стоящих постройках.



**Рис.2. Интеграция производства (справа) и жилой зоны работников (прямо)**

Интересен и подход к обеспечению технологического климата. В Китае исходят из принципа его разумной достаточности. Никто не строит там помещения высокого класса чистоты и не кондиционирует воздух, если без этого можно

обойтись. Как правило, особые условия создаются только на участках, связанных с нанесением и экспонированием фоторезиста и масок. Скажем, подготовленные к травлению заготовки ПП могут лежать просто под навесом на улице (рис.3). Мы видели печи для термостабилизации ПП, также расположенные на улице под навесом (рис.4) и т.п. Напомним, речь идет о массовых производствах относительно простых печатных плат. Если говорить о ПП с высоким классом точности и 16–32 слоями, то на производящих такую продукцию предприятиях в силу технологической неизбежности к чистоте помещений относятся со всей тщательностью.



**Рис.3. Заготовки ПП лежат на улице**

Также определенную, хотя и не самую важную, роль играет тот факт, что многие производственные зоны расположены в южной части Китая, где зимой температура практически не падает ниже 5–7°С. В результате затраты на отопление помещений минимальны.

### ОБОРУДОВАНИЕ

Вся номенклатура оборудования на предприятиях КНР – китайского производства. Как правило, это воспроизведенные



**Рис.4. Печь для термостабилизации ПП под навесом на улице**



модели европейских и американских производителей (обычно – предыдущего поколения). Если судить по выставке CPCA (China Printed Circuit Association), в Китае свыше 150–200 более-менее крупных производителей оборудования, так или иначе связанного с производством ПП. В массе своей соотношение цена/качество их продукции достаточно низкое. Но и цены крайне невелики. Например, линия гальваники производительностью до 5 м<sup>2</sup>/ч стоит около 300 тыс. долл., травильная машина (до 20 м<sup>2</sup>/ч) – около 25 тыс. долл. и т.д. Такое же по характеристикам европейское оборудование стоит не менее 700–800 и 115 тыс. долл., соответственно. В результате полный комплект оборудования для китайского завода двусторонних ПП укладывается в 700–800 тыс. долл.

Действительно, надежность и долговечность дешевого китайского оборудования значительно ниже европейского. И если сегодня продолжают исправно эксплуатироваться установки, произведенные в Германии в 80-х годах, то такие же внешне изделия китайского производства проработают пять, максимум семь лет.

Но у китайского подхода есть и свои плюсы. Можно запустить производство, вложив лишь 700 тыс. долл., а через пять лет (время, вполне достаточное для полной амортизации всех установок) сменить парк оборудования, что особенно важно с учетом постоянного совершенствования технологий изготовления ПП.

Особая статья – ремонтпригодность оборудования. Любая установка, немецкая ли, китайская, рано или поздно обязательно потребует ремонта. И тут на первый план выходит проблема запчастей. В России приобретение нужной запчасти может длиться несколько недель и обойтись в весьма круглую сумму. Причем расходы на ее поиск и издержки от простоя оборудования еще выше. В промышленных зонах Китая такой проблемы нет. Поскольку оборудование производится тут же, все запчасти продаются в многочисленных специализированных магазинах (рис.5), стоят они дешево, а время на их приобретение измеряется десятками минут. Даже за счет этого накладные расходы производства ПП снижаются весьма существенно.

### ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Общеизвестно, что сегодня Китай – один из крупнейших поставщиков материалов для ПП. Соответственно, на китайских заводах используются только китайские материалы. И практически все они существенно дешевле европейских. Так, в Китае стеклотекстолит обойдется на 80–85% дешевле, чем в России, маски – в два раза дешевле. Ламинат китайского производства в России стоит на 15–20% ниже, чем европейский. А для внутреннего китайского рынка из этого надо еще вычесть стоимость доставки и таможенные сборы. Кроме того, если в России стеклотекстолит производят

два–три предприятия, то в Китае десятки таких заводов, средних и крупных, что также способствует снижению его цены и отсутствию проблем с поставками. Конечно, есть и материалы, которые в Китае не дешевле, чем в Европе, например анодная медь. Но вклад этих материалов в себестоимость ПП незначителен.

Важно отметить, что поддержание низких цен на оборудование и материалы – это элемент государственной политики КНР. Далеко не всем китайским предприятиям разрешено продавать свою продукцию на внешнем рынке, поэтому влияние мировых цен на внутренний рынок невелико и поддается контролю.

### ЛЮДИ

Один из основных факторов, определяющих стоимость ПП, – оплата труда, социальные выплаты и т.п. В Европе этот компонент достигает 30–35% себестоимости ПП, в России он чуть ниже, но стремительно возрастает по мере приближения производства к крупному мегаполису, в частности к Москве.



Рис.5. Магазин запчастей в промышленной зоне – мечта российских инженеров

В Китае же доля оплаты труда в себестоимости ПП – 5–10%. Это и неудивительно, если учесть, что зарплата рабочих колеблется в пределах 100–135 долл., у инженерного состава она незначительно выше. Режим работы в Китае также далеко не европейский – рабочая неделя там совсем не 40 часов. На посещенных нами предприятиях рабочий график представлял собой непрерывный цикл "12 рабочих часов – 12 часов отдыха".

Отметим, что при этом рабочие места на китайских предприятиях по очевидным причинам весьма и весьма востребованы. Характерная деталь – дешевых людских ресурсов в Китае столько, что на заводах ПП практически нет оборудования для автоматической загрузки/разгрузки заготовок, например, на гальванических линиях, – дешевле поставить несколько лишних человек.



Очевидно, что даже в России, не говоря о Европе, такой подход неприемлем. На отечественных производствах ПП при 40-часовой рабочей неделе самые низкоквалифицированные сотрудники не соглашаются работать менее чем за 350–400 долл. Обеспечение условий труда, на которые в Китае зачастую закрывают глаза, также отвлекает дополнительные средства.

Однако несмотря на жесткие условия труда и низкую по мировым меркам зарплату, работа с персоналом на китайских предприятиях находится на высоком уровне. На каждом заводе создана система обучения сотрудников, поскольку централизованной профессиональной подготовки нет. Кроме того, китайские работники по своему менталитету заметно отличаются своей исполнительностью и дисциплинированностью. Все технологические и служебные инструкции соблюдаются очень строго, и нет необходимости в контроле их выполнения. А это – дополнительная экономия на контролерах, мастерах участков и т.п.

### **АУТСОРСИНГ И ЛОГИСТИКА**

Еще один фактор снижения себестоимости ПП в Китае – развитая система специализации и разделения труда между предприятиями. Мы видели заводы, выпускающие многослойные ПП, но не имеющие ни единого прессы. Причем объемы выполняемых заказов у них высоки, а качество – отличное. Значит, где-то неподалеку есть предприятие, либо специализирующееся только на прессовке пакетов многослойных ПП, либо имеющее излишки мощностей по прессовке. Конечно, такое разделение усложняет организацию производства, но при этом повышается качество и падает стоимость выполнения отдельных операций за счет более узкой специализации и отработанности процесса. В аутсорсинговые операции выделяются и многие процессы, например золочение и нанесение других финишных покрытий.

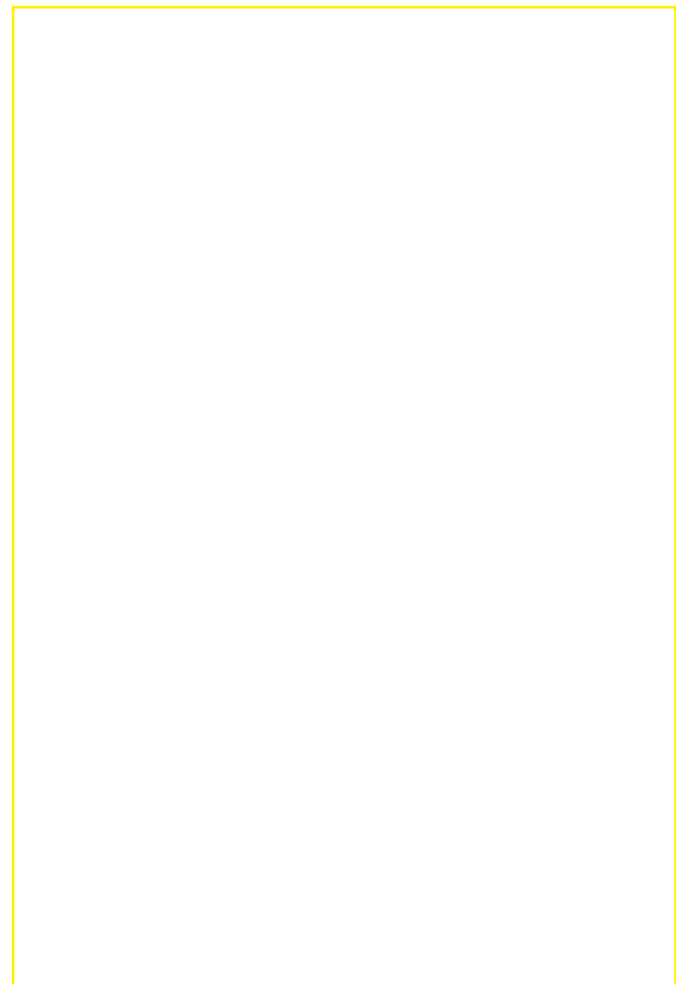
Характерный пример – регенерация отработанных травильных растворов. Этот процесс проводится централизованно. Примерно раз в неделю на завод приезжает специальная машина, забирает насыщенные медью отработанные растворы, оставляя взамен свежие. Таким образом, производство экономит на определенной части оборудования и его обслуживании. Поскольку в одной промышленной зоне находятся несколько предприятий по изготовлению ПП, такое централизованное обслуживание рентабельно для выполняющей его компании.

Работа по схеме аутсорсинга возможна в силу чрезвычайно развитой в промышленных зонах системы логистики. Специальные компании специализируются на доставке предприятиям всего необходимого – от материалов до запчастей. Кроме того, на самих заводах работают специальные службы доставки с четкой диспетчеризацией. Поэтому

многочисленность грузопотоков, связанных как с разделением труда, так и с обеспечением материалов, отгрузкой продукции и т.п., не препятствует ритмичной работе заводов.

Таким образом, китайские производители ПП превосходят своих российских и европейских коллег по всем основным составляющим себестоимости ПП – по стоимости материалов, помещений и оборудования; по затратам на рабочую силу и по накладным расходам. И причин для изменения этого соотношения цен пока не видно.

Более того, создать и запустить новый завод по производству печатных плат в Китае гораздо проще и дешевле, чем в других странах. А это – весьма немаловажный фактор, влияющий на снижение себестоимости продукции. Причем мы не говорим о различных преференциях, предоставляемых государством создателям новых предприятий, – просто все необходимое для такого производства есть в Китае, и обходится гораздо дешевле, чем где бы то ни было. Именно в этом основная причина того, что Китай занимает лидирующие позиции по объемам производства ПП.





## Коммуникационные технологии в пушкинских местах

С 10 по 15 июля в г. Пушкинские горы проходила научно-техническая конференция "Кабели и линии связи 2006. Лентелефонстрой – 60 лет развития с развитием телекоммуникаций".



Цель встречи – объединить возможности специалистов эксплуатационных и строительных организаций связи, научно-исследовательских и проектных институтов, предприятий кабельной промышленности, технических вузов.

Учредителями выступили ОАО "Лентелефонстрой" и ЛОНИИС (Ленинградский отраслевой научно-исследовательский институт связи). В работе конференции приняли участие 145 представителей из 60 организаций в сфере информатики и связи. Среди них специалисты и руководители "Дельта Телеком", "Башинформсвязь", "ВолгаТелеком", "Псковская ГТС", "Ростелеком", "Мостелефонстрой", архангельского, мурманского, карельского, вологодского, коми, ленинградского, новгородского, псковского филиалов СЗТ ("Северо-Западный Телеком") и многих других предприятий.

Тематика конференции имела два направления – теоретическое и практическое. Работа проходила в виде пленарных и секционных заседаний. Участники получили возможность не только сообщить или узнать о новинках в телекоммуникационной сфере, но и продемонстрировать, на что способны настоящие профессионалы. Одним из первых пунктов в программе значился конкурс профессионального мастерства. Командам предстояло провести монтаж кабелей связи. Победили мастера Лентелефонстроя.



На первом пленарном заседании конференции представители ЛОНИИС и Лентелефонстроя делились с коллегами опытом работы в области связи. В.В.Макаров, директор ЛОНИИС, и Ю.А.Парфёнов, начальник лаборатории кабелей связи этого института, рассказали о роли ЛОНИИС в развитии инфокоммуникационных технологий России. Г.М. Слущкий, первый зам. гендиректора по подрядной деятельности ОАО "Лентелефонстрой", выступил с сообщением об участии компании в развитии технологий строительства теле-

коммуникационных сетей. Компания Лентелефонстрой представила современные технологии проектирования, строительства и монтажа линий связи. Руководители предприятия поделились опытом взаимодействия с поставщиками кабельной продукции и операторами связи по эксплуатации линейных сооружений.



На заседаниях выступили представители "Нева Кабель", "Аналитик", НПО "Инженеры электросвязи", "DRAKA Comteg", "Белтелекабель", "Одескабель" и других предприятий. Доклады были посвящены новым уникальным разработкам, технологиям строительства и эксплуатации сетей связи, автоматизации важнейших процессов. Рассматривался вопрос об уровне развития отрасли в российских регионах.

Каждый день, наряду с заседаниями и обсуждениями работы компаний, проходили мастер-классы и презентации, посвященные проектированию и эксплуатации линейно-кабельного оборудования. Были представлены различные методы монтажа оптических и электрических кабелей, технологии DSL, новая измерительная техника. Специалистам показали также в действии устройство горизонтального бурения для работ по строительству подземных переходов линий связи и продемонстрировали технологию лечения "замокших" кабельных линий с помощью нового гидрофобного заполнителя.



В завершение конференции состоялся круглый стол "Линии связи в XXI веке", где выступили представители отраслевых СМИ. На этом форуме впервые был представлен журнал "ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ" и анонсирован новый журнал "Последняя миля", который будет посвящен вопросам телекоммуникационного оборудования, сетей доступа и адресован инженерам-специалистам, руководителям предприятий и ведомств. Первый номер планируется к выходу в конце 2006 года.