

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕСНИ ЯМАТО

## ВИЗИТ НА ПРОИЗВОДСТВО КОМПАНИИ YAMAHA MOTOR IM

И.Шахнович



Вёсны сменились.  
Но неизменно растет  
Рынок Yamaha –  
С тайной печалью слежу  
За рождением продуктов...

*В подражание Камо Мабути, выдающемуся поэту и филологу,  
родившемуся в Хамамацу в 1697 году*

Великий японский поэт и филолог 17 века Камо Мабути писал: "По тому, каковы песни Ямато, можно судить, как менялись времена от самой древности до наших дней". Сегодня эта фраза может звучать так: "По тому, каково технологическое оборудование производят компании Японии (Ямато), можно судить о том, как менялись мировые производственные концепции, с конца 19 века до наших дней". Эта мысль наиболее точно отражает саму суть японского машиностроения – практически ничего не изобретая на уровне фундаментальных концепций, всегда "быть в тренде" идеологии современных производств. При этом опережая всех хоть на полшага, делая чуть лучше и продвигая на рынок заметно успешнее. Не исключение – производство оборудования для поверхностного монтажа (SMT). Японские компании не создают тренд – но они следуют ему, умудряясь опережать при этом конкурентов. Такова и корпорация Yamaha Motor IM.

Как производится оборудование Yamaha, чем компания может удивить клиентов, за счет каких технологий она намерена завоевать весь мир? За ответом на эти вопросы группа руководителей российских и белорусского производств, где уже используется оборудования Yamaha, приехали в Хамамацу. Их сопровождал генеральный менеджер по глобальному бизнесу компании Yamaha Motor IM Н.Нишизава и группа специалистов компании "АссемРус" (эксклюзивный дистрибьютор Yamaha Motor IM в России и странах СНГ) во главе с ее генеральным директором Евгением Матовым.

## ХАМАМАЦУ – ГОРОД СОЗИДАНИЯ

Как тесны связи  
Техники и искусства  
Здесь, в Хамамацу.

На тихоокеанском побережье в 250 км к юго-западу от Токио, в районе одной из самых больших песчаных дюн Японии, между рекой Тэнрю (Небесный дракон) и озером Хамана расположен город Хамамацу. Хочется сказать – небольшой провинциальный город. Отчасти это так – тихие улицы, малоэтажные дома, не видно промышленных предприятий... На площади более 1,5 тыс. км<sup>2</sup> живет менее 800 тыс. человек – плотность почти на порядок меньше, чем в Москве. Даже статус города Хамамацу получил лишь в 1911 году, тогда его население не превышало 37 тыс. человек. А между тем, Хамамацу – город, сыгравший и продолжающий играть одну из ведущих ролей в промышленности и культуре Японии. Город, в котором сочетаются и гармонично дополняют друг друга малосовместимые на европейский взгляд явления. Судите сами.

Хамамацу – город музыки. Здесь находятся три ведущих японских производителя музыкальных инструментов Kawai, Yamaha и Roland, высшая школа музыки, оркестр с собственным концертным залом, проводится международный конкурс пианистов. И в то же

время Хамамацу – город машиностроения и технологий. В нем расположены мотоциклетные заводы Honda, Suzuki и Yamaha Motors, базируется один из лидеров рынка оптоэлектроники – компания Hamamatsu Photonics.

Хамамацу – город инноваций. В нем основатель Suzuki Motor Corporation Мичио Судзуки создал первый японский легковой автомобиль, а основатель Honda Motor Соихиро Хонда – первый японский мотоцикл. Именно тут Кэндзиро Такаянаги, доцент Высшей индустриальной школы Хамамацу, будущий профессор и вице-президент корпорации JVC, первым в мире в 1926 году изготовил полностью электрический телевизионный приемник на основе электронно-лучевой трубки (без механической развертки). Здесь же в 1930 году состоялась первая в Японии передача видеoinформации (между Хамамасу и Токио, порядка 250 км, 125 кадров/с, 60-строчная развертка). В Хамамацу был изготовлен первый в Японии пассажирский самолет и первая фотопленка, первый в Японии алюминиевый колесный диск и первая дисковая пила...

И что примечательно – именно в Хамамацу была создана первая в Японии фисгармония (язычковый орган) и рояль. Казалось бы, важное, но не принципиальное для электроники событие. Однако последующая история показала, что это не так.



Хамамацу –  
сверху и снизу

ОТ ФИСГАРМОНИЙ К SMT-АВТОМАТАМ.  
СЛУЧАЙНОСТЬ ИЛИ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ?

Что объединит  
Рояли с мотоциклом,  
Мотор для лодок  
И быстрый чип-шутер?  
Знает ответ Yamaha.

Город Хамамацу стал центром технологических инноваций явно не случайно – видимо, здесь витает особый дух созидания и предпринимательства. И история компании Yamaha – яркое тому подтверждение. 20 апреля 1851 года в Нагасаки родился Торакусу Ямаха (Torakusu Yamaha). Мальчик рано увлекся механикой, получил хорошее образование. Оказавшись в 21 год в Осаке, он впервые увидел карманные часы и был настолько очарован этим новым для Японии чудом европейской техники, что два года изучал механику в Нагасаки, стал часовым мастером и даже открыл собственное дело в Осаке. Но коммерческого успеха не имел, и стал заниматься ремонтом медицинского оборудования. Работодатель направил его в Хамамацу для ремонта медицинской техники местного госпиталя. Живя в Хамамацу, Ямаха получил заказ от публичной начальной школы починить фисгармонию. Выполняя работу, Т.Ямаха настолько увлекся, что решил создать фисгармонию собственной конструкции. За два месяца он сделал свой первый инструмент с 39 клавишами, но не слишком удачный. Однако со второй попытки, пройдя курс обучения в Токийской музыкальной школе, ему удалось создать удачную конструкцию. Практически сразу же, в 1887 году Торакусу с партнерами организовал в Хамамацу компанию Yamaha Organ Factory. Не все шло гладко, начались проблемы с недобросовестными акционерами. Однако дело развивалось, фисгармонии Yamaha пользовались популярностью, и в 1897 году была создана компания Nippon Gakki, которая начала специализироваться на фортепьяно, а затем и других музыкальных инструментах.

После смерти Торакусу Ямаха в 1916 году компания продолжила активно развиваться. Причем не только вширь, но и с точки зрения технологий. Тогда и был заложен принцип развития, ставший основополагающим

для Yamaha, – на основе технологий, освоенных в одной области, развиваться в других направлениях. Так, для производства металлических частей музыкальных инструментов были освоены технологии точной металлообработки. А затем, во время второй мировой войны, на их основе выполнялись заказы на производство металлических пропеллеров, топливных баков и крыльев для истребителей. После войны компания вернулась к производству музыкальных инструментов, тем более что их рынок внезапно стал расти – этому немало способствовало введение изучения музыки в публичных школах. Уже в 1950 году Nippon Gakki была крупнейшим в мире производителем роялей, осваивала аудиоэлектронику, с 1955 года приступила к производству магнитофонов.

Одновременно президент Nippon Gakki Геничи Каваками (Genichi Kawakami) активно искал новые рынки и решил сосредоточиться на мотоциклах. В 1954 году был выпущен 125-кубовый мотоцикл Yamaha YA-1, который сразу прозвали "Красная стрелка". Это был клон знаменитой немецкой машины DKW RT 125, который копировали очень многие производители (например, в СССР их клоны – мотоциклы "Минск" и "Ковровец", позднее "Восход").

Успех YA-1 был столь впечатляющий, что уже в 1955 году была создана дочерняя компания – Yamaha Motor, которую возглавил Геничи Каваками. Она активно развивалась, и сегодня по объему выпуска мотоциклов Yamaha Motor уступает только своему соседу – корпорации Honda. Параллельно осваивались новые направления, в частности – технологии работы с армированными фиброглассовыми материалами, из которых стали делать лодки, катера и яхты. Вскоре перешли к производству подвесных лодочных моторов, став их ведущим мировым производителем (сегодня – порядка 40% мирового рынка). А родительская компания Nippon Gakki продолжила развиваться в направлении музыкальных инструментов, электроники, полупроводниковых



Торакусу Ямаха



Производственный комплекс Yamaha Motor IM в Хамамацу

приборов, спортивного инвентаря и т.д. В 1987 году – в честь 100-летия – ее переименовали в Yamaha Corporation.

С 1974 года Yamaha Motor начала развивать направление технологического оборудования и промышленных роботов. Сначала для собственных нужд, в 1976 году был создан первый SCARA-робот для сборочного производства мотоциклов. Однако уже в 1981 году направление промышленных роботов стало отдельным бизнесом компании. С 1987 года началось освоение рынка автоматов установки компонентов. SMT-установщики Yamaha оказались столь удачными, что их не стеснялась продавать под своим брендом компания Philips, а затем и ее премница Assembleon. На многих производствах и сегодня можно встретить автоматы X-серии Toraz (он же – Yamaha YV100), Oral и последующие модели M-серии (MG). Это сотрудничество продолжалось, пока Assembleon не начал выпускать свои модульные монтажные автоматы семейства iFlex. В целом, с 1987 по 2012 год было продано более 30 тыс. автоматов для установки компонентов. В 2000 году подразделение, занимающееся технологическим оборудованием, было

преобразовано в отдельную бизнес-структуру – компанию Yamaha Motor IM (Intelligent Machinery). А несколько лет назад компания начала активную экспансию на мировой рынок. Активную настолько, что Yamaha поглотила бизнес SMT-оборудования своего бывшего конкурента – корпорации Hitachi.

Отметим, что практически ни разу, на всех этапах развития компания Yamaha не создавала уникальные, совершенно новые продукты, не формировала новые рыночные направления. Ее миссия совершенно иная – увидеть, какой продукт нужен, научиться его делать, и делать это лучше всех остальных. Конечно, используя свои собственные, уникальные технологии, отдельные технические решения, новые материалы. Как же они это делают?

### САМОЕ СЛОЖНОЕ – ЭТО КОГДА ВСЕ ПРОСТО

Где совершенство?  
Чем поразит Yamaha?  
Путь в Хамамацу.

Каждая дорога когда-то заканчивается – но лишь затем, чтобы начаться новой. Завершен и долгий путь в Хамамацу – чтобы открыть дорогу к технологическим тайнам Yamaha. Утро. Мы спешим увидеть, в чем же секрет промышленного чуда Yamaha. Короткая поездка на местной электричке на окраину Хамамацу, 10 минут пешком – и мы подходим к заводу Yamaha Motor IM. Самое удивительное – внешне он совершенно не впечатляет. Невысокий технологический комплекс, ничего особенного, только центральный корпус выглядит парадно. Все остальное – небольшое, функциональное, без высоких заборов и грозной охраны. Как-то очень просто.

Внутри тоже все просто. Парадный холл – и на этом парадность заканчивается, начинается целесообразность. Рассказывает **генеральный менеджер по глобальному бизнесу компании Yamaha Motor IM Нобу Нишизава**: "Преимущество предприятия Yamaha Motor IM – все находится в одном месте. И разработка, и производство, и административная команда. Мы многое делаем сами в плане готовой продукции. Сами же



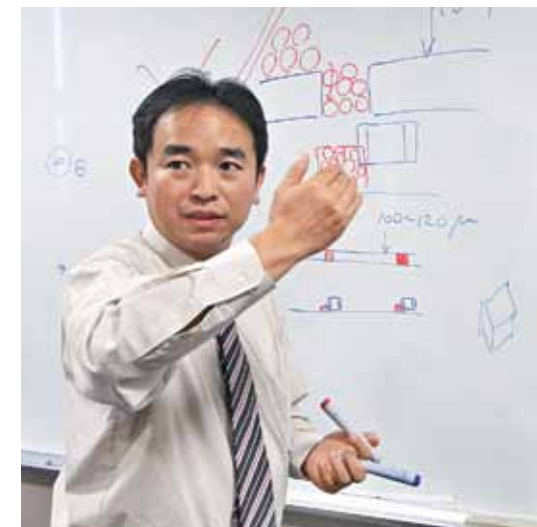
разрабатываем и ключевые технологии для SMT-оборудования, такие как системы технического зрения, контроллеры управления, питатели, программное обеспечение. Мы верим, что Yamaha делает огромный вклад в снижение себестоимости производства и успех бизнеса своих партнеров". В чем же заключается этот вклад?

Одна из целей визита была увидеть совершенно новую линейку SMT-оборудования, которую Yamaha выводит на рынок в 2015 году. В ее состав входят компактный высокопроизводительный трафаретный принтер YCP10, новый установочный автомат Z: LEX YSM20, система трехмерной оптической инспекции (3D АОИ) YSi-V и объединяющий их комплекс программного обеспечения. Об этой линейке, стратегии ее вывода на рынок нам подробно рассказал Нобу Нишизава\*, поэтому мы не будем повторяться, остановимся лишь на некоторых особенностях нового оборудования и ПО.

Конечно, появление новой линейки не означает полную смену продуктового ряда. Ведь портфолио Yamaha очень обширно. Так, в него входят три трафаретных принтера – новейшая бюджетная модель YSP10, классический принтер YSP и двухконвейерный принтер для массового производства YSP20. Представлено несколько различных моделей SMT-автоматов – от малопроизводительных до чип-шутеров. Есть установщики кристаллов из пластин для задач микроэлектроники, роботы для финальной сборки и установки специальных компонентов, автоматические дозаторы. Компания производит три системы автоматической оптической и рентгеновской инспекции – в том числе новейшую 3D АОИ YSi-V и комбинированную АОИ с рентгеновским контролем YSi-X. В целом, представлен весь спектр оборудования для SMT, кроме конвейерных систем и печей – это для Yamaha слишком просто.

О некоторых, наиболее интересных особенностях новой продукции Yamaha, рассказал **генеральный директор компании "АссемРус" Евгений Матов** (общение с техническими специалистами предприятия было затруднительно, поскольку в Японии

\* См.: ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2015, № 2, с. 8–16.



Нобу Нишизава

далеко не все инженеры знают английский, а российские – японский). "Yamaha ориентирована на потребности заказчика и всегда готова откликнуться на запросы клиентов – разумеется, если это экономически целесообразно. Вся новая продукция Yamaha – это, по сути, ответ на консолидированные запросы пользователей, то есть на глобальные индустриальные тренды. В частности, комбинированная линейная установка автоматической оптической и рентгеновской инспекции YSi-X – это отклик на потребности производителей автомобильной электроники, где необходим тотальный контроль, причем в ходе единого производственного цикла. Yamaha может даже изготовить оборудование того цвета, который нужен заказчику – например, чтобы сохранить общий стиль оформления производственных цехов. Вроде и мелочь, но насколько она порой важна.

В целом же, сегодня на рынке мало кого интересуют детали спецификации оборудования. Если раньше любили заниматься глубоким сравнением показателей технических характеристик, рисовали многомерные диаграммы, то сегодня можно выделить несколько классов оборудования, в каждом из которых представлены примерно одинаковые по спецификациям машины.



Евгений Матов



Демозал

Подчеркиваю – именно по спецификациям. Но если им верить, сегодня на лидирующих позициях должны быть южнокорейские производители, а не немецкие, японские или американские компании. Однако на практике это ведь не так – многие предпочитают именно бренды вовсе не из-за красивых логотипов.

Поэтому сегодня основное значение имеют бренд как гарантия качества и цена за единичную установку как экономический показатель. По большому счету, клиент покупает соотношение цена-качество – таков тренд рынка. Причем еще несколько лет назад в Европе, как и сейчас в России, при расчете стоимости контрактного производства исходили из числа точек пайки.

Система трехмерной оптической инспекции YSi-X



Например, монтаж чип-компонента с двумя выводами стоил 1 цент, а установка микросхемы в корпусе QFP – в соответствии с числом выводов. Сейчас ситуация кардинально иная – установка любого компонента, будь то чип-резистор или процессор в корпусе BGA-1024, должен стоить 1 цент. В Европе это уже реальность – если собирается плата из 500 компонентов, то цена монтажа будет 5 евро, невзирая на общее число выводов. Разумеется, мы говорим про обычные платы. Если есть специальные требования, например, нужна 100%-ная рентгеновская инспекция или внутрисхемный функциональный контроль, общая цена возрастает. В России по инерции пока считают каждую точку пайки, но тенденция аналогична.

Именно этот тренд и отражен в новой линейке Yamaha – экономичность при высоких характеристиках и свойственная бренду надежность".

### SMT-ЛИНИЯ 2015 ГОДА – СЕКРЕТНОЕ ОРУЖИЕ ЯМАНА

Скорость и гибкость –  
Все в одной установке  
С брендом Yamaha.  
Очень порой ты трудна,  
Инженера задача.

В новую линейку входят три совершенно новые системы: трафаретный принтер, монтажный автомат и АОИ. Снова слово Е.Матову: "Система Z: LEX YSM20 – это, по сути, новая платформа 2015 года для SMT-монтажа. Ее концепция – объединить в одной установке взаимоисключающие, казалось бы, возможности – высокую производительность и максимальную гибкость. Между тем, это вполне удалось. YSM20 – это единая система, которую можно конфигурировать под самые разные задачи. Например, заказывать одно- или двухпортальную систему, задавать одно- или двухконвейерный режим. В системе всего две сменных головы. Одна – высокоскоростная НМ (High-Speed Multi) с 10 захватами – позволяет устанавливать от чип-компонентов с типоразмером 03015 до элементов с планарными габаритами 45×100 мм и высотой до 15 мм. Более универсальная голова FM (Flexible Multi) предназначена для



установки более широкого диапазона компонентов – от 03015 до 55×100 мм высотой до 28 мм. У нее пять захватов, причем каждый из них позволяет развивать контролируемое усилие до 30 Н. Комбинируя число и типы голов, можно превращать систему YSM20 и в чип-шутер, и в универсальный установщик, и в комбинированный автомат. Так, в конфигурации с двумя порталами и двумя скоростными головами мы получаем номинальную производительность 90 тыс. комп/ч.

У системы 144 позиции для питателей – это очень много. Сегодня никого не удивит разнообразием типов питателей – из лент, из поддонов и т.п. Но обычно за универсальность приходится платить сокращением рабочего пространства. В YSM20 это не так. Например, раньше питатель из паллет был интегрирован в автомат установки, соответственно, занимал место на базе питателей. В новой системе компания пошла по пути сменных тележек. В результате возможна конфигурация, когда все питатели – только ленточные. Но достаточно сменить тележку и подкатить новый загрузочный модуль – и получаем питание как из лент, так и из паллет. Причем компания предлагает установки как со сменными тележками питателей, так и с фиксированной базой – как того захочет клиент.

Примечателен конструктив рабочих столов. База установки стала шире, можно независимо использовать два конвейера. Если же конвейеры работают как один с платой в центре, то у голов получают большими пробеги, падает производительность. Чтобы

решить проблему, специалисты Yamaha разделили конвейерную зону на два сегмента, в каждом из них можно монтировать платы длиной до 330 мм. При монтаже плата придвигается вплотную к зоне сборки, тем самым снижая максимальный пробег голов. В то же время установка позволяет работать и с одной платой максимальной длины до 800 мм. В этом случае производительность теоретически падает. Однако столь длинные платы, как правило, предназначены для панелей светодиодного освещения, на них монтируется достаточно мало компонентов, причем однотипных, и предельно высокая производительность здесь не принципиальна.

Конструкции питателей претерпели лишь одно, но важное изменение – в них появилась вторая, верхняя направляющая. Сегодня всем нужна функция горячей смены питателей. Менять питатели в процессе работы можно было и на автоматах Yamaha предыдущих серий. Добавив вторую направляющую, конструкторы исключили возможность неправильной установки питателя, что повысило их надежность. Причем новые питатели подойдут к прежним автоматам. А в новых системах можно использовать уже имеющиеся питатели, интерфейс остался прежним.

В целом, YSM20 – это машина, которая постепенно будет вытеснять другие автоматы Yamaha за счет универсальности. Причем помимо функциональности, эта система гармонизирована с другими представителями новой линейки – по внешнему виду, конструктиву, среде управления.

Модульный автомат установки компонентов YSM20: с питателями из паллет и с катушек (слева), только с катушек (справа)

Трафаретный  
принтер YSP10

Новый трафаретный принтер YSP10 – еще один представитель SMT-линейки 2015 года. Его ключевая особенность – он создан для потребителей, предпочитающих бюджетные решения. В то же время в принтере реализованы возможности и технологии, присущие топовым установкам. Это и особая конструкция ракеля с регулируемым углом атаки, и очень скоростные встроенные камеры 2D-инспекции нанесения паяльной пасты, и система очистки ракеля, ряд других особенностей.

Новая система АОИ YSi-V – это также уникальная установка, ключевая особенность которой – гибкость и высокая производительность. В одной машине поддерживается несколько режимов – и обычная 2D-инспекция, и традиционная схема 3D АОИ с одной фронтальной камерой и подсветкой, формирующей муаровую сетку.

Кроме того, в системе реализована полноценная 3D-инспекция с фронтальной и четырьмя боковыми камерами (режим 4D). Все эти возможности в рамках одной установки делают ее очень универсальным инструментом, единым для решения очень широкого спектра задач современного производства.

Более того, сам факт применения на производстве АОИ Yamaha можно использовать как конкурентное преимущество при продаже услуг. С помощью этой установки любому заказчику можно "вживую" показать, что АОИ – не только инспекционная машина, но и система улучшения качества монтажа электронных модулей. Ведь благодаря программным средствам и взаимосвязи между оборудованием, АОИ позволяет в реальном времени распознать проблему и остановить процесс, не генерируя новые ошибки.

Система  
3D АОИ YSi-V

И лишь выполнив необходимые корректирующие действия, можно продолжить выпуск продукции.

Наиболее ярко это достоинство проявляется в Японии, где традиционно принято контролировать не только конечную продукцию, но и сами технологические процессы. Здесь при контрактном производстве клиенты проверяют готовые платы не только посредством функциональных тестов. Они выборочно полностью демонтируют платы и анализируют, как легла паста, какой ее объем нанесен, как шел процесс оплавления и т.п. Поэтому технологическое оснащение производства, его возможности в плане контроля процессов – это очень важное конкурентное преимущество.

В новую платформу, помимо аппаратных решений, входит еще один, пожалуй, ключевой компонент – программное обеспечение Y.Fact (Yamaha Factory Tools). На нем стоит остановиться подробнее. Пакет включает четыре набора программ. Во-первых, это пакет подготовки данных для SMT-линии P-Tool, который используют практически все пользователи оборудования Yamaha. Пакет S-Tool также знаком многим, это система для предварительной подготовки и верификации питателей. Он очень важен, так как позволяет устранить ошибку на этапе подготовки производства. И сегодня S-Tool уже фактически базовый пакет.

Новым можно считать пакет мониторинга M-Tool, предназначенный для контроля за состоянием оборудования. Он ориентирован на менеджеров предприятий и позволяет увидеть текущую загрузку оборудования, собрать и проанализировать статистику, посмотреть состояние оборудования предприятия, оценить, сколько какая установка работала, какие были простои, какие продукты выпускались и т.д. С помощью M-Tool легко отслеживать остаток компонентов на каждом автомате, дистанционно управлять оборудованием. Более того, система позволяет управлять даже сложными производствами, с несколькими технологическими линиями.

Для обеспечения надежности и качества производства очень важна прослеживаемость. Для этого предназначен продукт T-Tool, который позволяет хранить статистику о каждом изделии – когда и кем

собрано, из каких компонентов, в каком режиме и т.п. Например, если брак обнаружен в одном изделии и анализ показал, что проблема носит системный характер (например, использована партия дефектных компонентов), можно выявить всю партию собранных изделий и предпринять превентивные меры – престиж производителя не пострадает, потенциально бракованные продукты не попадут к потребителям.

Очень важная особенность программных продуктов Yamaha – их можно интегрировать с пакетами САПР и системами управления производством ведущих производителей, таких как Mentor Graphics, SAP, iTAC и др. Причем все программы Yamaha обладают удобным, унифицированным, дружелюбным к пользователям интерфейсом.

Отмечу и такой важный программный продукт, как Quality Assistant. Он позволяет связать все машины в единую систему. Например, если АОИ обнаружила какой-либо дефект, посредством Quality Assistant она может остановить всю линию и либо вывести сообщение на монитор самой установки, либо передать его на смартфоны оператора и технолога. В таком сообщении указывается, что произошло, почему, что можно предпринять. Например, АОИ остановила машины и сообщает оператору, что такой-то компонент она считает дефектным. А оператор должен разобраться и принять решение – действительно ли это дефект или все нормально. В другом случае система может остановить процесс сборки и предложить оператору проверить определенный питатель, при необходимости – повторно провести обучение машины и т.д."

## ПРОИЗВОДСТВО YAMAHA MOTOR IM

Юная дева  
Ракель вставляет в принтер.  
Полдень в Yamaha.

Конечно, очень интересно не только посмотреть на столь замечательное оборудование, но и увидеть, как оно производится. Ведь именно на стадии производства закладываются, пожалуй, самые важные характеристики технологического оборудования – его надежность, стабильность и повторяемость параметров.

Завод Yamaha Motor IM в Хамамацу был построен в июне 1984 года. Сегодня на предприятии – 750 сотрудников. В 2014 году они обеспечивают ежегодный выпуск продукции на сумму 38,9 млрд. японских йен (порядка 338 млн. долл.). Это, разумеется, только оборудование для поверхностного монтажа, которое составляет в структуре продаж Yamaha Motor 2,6%.

На заводе в Хамамацу представлено сборочное производство – но с уровня монтажа печатных плат. В месяц фабрика выпускает до 300 единиц оборудования. Сам процесс организован достаточно стандартно – сначала собираются отдельные узлы (например, электронные узлы, установочные головы, рабочие столы и т.п.), затем из них монтируется вся машина.

Очень важный аспект производства – обеспечение качества продукции. Поэтому компания как можно больше узлов стремится делать сама. Разумеется, многие комплектующие закупаются, но при этом они проходят тщательный входной контроль, склад работает по принципу FIFO (первым вошел – первым вышел), проводится как визуальный входной контроль, так и выборочные испытания изделий из партии, например, кабелей. Однако ничего сверхъестественного.

Само производство достаточно компактно, функционально и, скажем так, внешне не эффектно. Здесь нет размаха крупных западных компаний, подчеркнутой функциональности и даже элегантности новых европейских производств, впрочем, как и камерной уютности небольших фирм. Все

как-то просто и очень организованно, причем очень естественно. Заметна жесткая производственная дисциплина, но к ней никто не принуждает – она на уровне ментальности японских рабочих. Примечательно, что на производстве мы ни разу не услышали про принципы канбан (хоть и видели эту систему в действии) – здесь им не следуют, здесь ими живут.

На заводе собственный участок поверхностного монтажа. Он оснащен, разумеется, исключительно установками Yamaha (за исключением печей и транспортных систем), и используется не только для производства, но и для демонстрации возможностей оборудования. В частности, здесь представлены все новые установки, включая систему АОИ YSi-V. На участке SMT собираются многие электронные узлы, однако не все. Например, управляющие контроллеры делают в другом месте, но есть планы перевести их производство сюда.

Финишное сборочное производство – это разделенный на функциональные зоны цех, где происходит сборка машин. Станины для своего оборудования Yamaha заказывает у компании-партнера. Они проходят входной контроль и поступают на сборку, где на них монтируются все необходимые направляющие, кабельные системы, устанавливаются заранее собранные узлы. По мере сборки машину могут передавать с участка на участок, причем делают это сами рабочие. При сборке машина установлена на подъемной платформе. Это очень удобно для монтажника, которому не нужно чрезмерно наклоняться или тянуться – можно поднять/опустить саму установку.

Операции сборки каждой установки на своем участке выполняет только один оператор, причем длиться они могут два-три дня. Когда сборка закончена, машину, не закрывая кожухом, ставят на испытательный прогон на восемь часов. Этим занимается отдельная команда. Специалисты загружают программное обеспечение, подают электропитание и запускают систему в режиме тестовой работы. Если все нормально – испытатели закрывают машину кожухом и отправляют в зону отгрузки. Затем установку перевозят в другое помещение, где упаковывают в транспортную тару и отправляют заказчику.



Участок SMT-монтажа на заводе Yamaha Motor IM

Полный цикл сборки стандартной установки длится 10 дней, общий цикл производства – 15 дней.

Каждая машина сопровождается специальным документом – контрольным листом. На нем указан серийный номер изделия, штрих-код, а также список технологических операций с отметками о выполнении. Когда машина полностью собрана, лист попадает в специальный отдел, где считывается код – так вся история производства машины оказывается в базе данных и обеспечивается прослеживаемость. Аналогичными контрольными листами сопровождаются и отдельные подсистемы, которые поступают на сборку. После выполнения ряда операций монтажник не только отмечает это на контрольном листе, но и вводит информацию в глобальную систему управления предприятием. В отделе планирования сидят специалисты, которые отслеживают текущее состояние всех производственных процессов на фабрике – они знают, в каком состоянии находится каждая машина на сборке, на какой стадии сборки, какие были проблемы и т.п.

Компания старается поддерживать примерно одни и те же объемы выпуска – здесь нет такого, что в один месяц сделано 100 машин, а в другой – 300. Компенсировать же колебания спроса позволяют складские запасы, которые созданы в каждом крупном регионе. Однако для производства очень важно предварительное планирование. Поскольку в каждой установке в среднем 2 тыс. деталей, их закупки планируются за 3–4 месяца, на основании общих планов продаж. Поэтому анализ текущего состояния рынка важен именно для производства, ему уделяют очень серьезное внимание.

### КАДРЫ, КОТОРЫЕ РЕШАЮТ

На производстве  
Два перекура за день,  
Лишь по сигналу.  
Вот почему не сойтись  
Западу и Востоку.

Один из наиболее удивительных моментов на производстве – отсутствие чего-то очень удивительного. Уровень автоматизации по современным меркам невысок,



сборкой заняты люди, никаких роботов. Даже на таком вполне автоматизируемом производстве, как сборка питателей. Причем на участке питателей трудятся наименее квалифицированные рабочие. Как правило, это даже не коренные японцы, а либо китайцы и филиппинцы, либо японцы из Бразилии. Эти категории работников социально практически не защищены, зачастую им платят официально установленный минимум, что в Японии составляет 800 йен (менее 8 долл.) в час, и уволить их можно в один день – например, так случилось во время кризиса 2009 года.

Конечно, работа по сборке установок доверена высококвалифицированным сотрудникам. Но и их работа жестко регламентирована. В день предусмотрено три перерыва – один перерыв на обед 45 мин, и два (!!!) перекура по 10 мин – утром и после обеда. О перерыве извещает специальный сигнал. Причем для разных производственных групп перерыв наступает в несколько разное время – отдыхают по очереди. На производстве нельзя пользоваться сотовыми телефонами. Они есть только у бригадиров. Во время работы все сконцентрированы на своем деле, например, никто не слушает музыку.

Предприятие работает в одну смену по 8 ч. Причем если кто-то по какой-либо причине не успел завершить свое сменное задание, он остается и заканчивает работу. Но это достаточно редкое явление. Поскольку здесь нет жесткого конвейерного производства, каждая операция не вымеряется по секундам. Счет идет на дни и часы – например, определено, что выполнение заданного

набора технологических операций требует двух рабочих дней. Их и отводят для данных работ, после чего машину перевозят на следующий участок. Теоретически, можно выполнить свое сменное задание и за полдня, но практически это нереально. Все технологические операции расписаны хоть и не слишком жестко, но без временных люфтов. И если кто-то заканчивает работу существенно раньше остальных, значит, он просто нарушил технологию. Поэтому на производстве Yamaha не бывает авралов, никто не работает по ночам – все очень планомерно.

Почему компания сохраняет свое производство в Японии, не стремится вынести его в близлежащие регионы, где рабочая сила дешевле? Исчерпывающий ответ дал Н.Нишизава: "Конечно, даже если платить работникам по минимальной ставке 800 иен в час, это все равно много. Поэтому наши конкуренты выносятся производство в Китай, где рабочая сила заметно дешевле. Мы не идем по этому пути. Ведь, во-первых, при сборке в Китае страдает качество, да и цены на рабочую силу там растут. Кроме того, если производство за рубежом, велик риск того, что о наших ноу-хау узнают другие. Поэтому стратегия Yamaha – развивать производство в Японии, удерживая долю ручного труда в себестоимости продукции на как можно более низком уровне. Это возможно за счет инженерных решений. Например, при всей сложности наших машин, их монтажника можно обучить за две недели. А чтобы натренировать сборщика питателей, достаточно трех дней. Поэтому дорогие

высококвалифицированные рабочие для многих операций не нужны.

Разумеется, на многих позициях работают только высококвалифицированные специалисты. Это инженеры, сотрудники сервисных служб, многие производственные специалисты и т.д. Их работа хорошо оплачивается, и для очень многих из них Yamaha – первое и последнее место работы".

### ЭПИЛОГ?

Сосны у моря,  
В дюнах гуляет ветер.  
О, Хамамацу!  
Есть ли еще города  
Музыки и моторов?

Конечно, визит на завод Yamaha Motor IM не был единственным событием в программе посещения Хамамацу, да и Японии в целом. Организаторы поездки устроили экскурсию на один из заводов Yamaha Motor по выпуску подвесных лодочных моторов – в этой сфере компания выступает мировым лидером, контролируя порядка 40% рынка – только об этом предприятии можно написать не одну статью. Но каждая история должна заканчиваться. И пусть ее завершат другие участники поездки.

**Алексей Эйрус, генеральный директор компании "Эрикон-монтаж" (Санкт-Петербург)**

Мне понравилась организация труда на заводах Yamaha – что на сборке SMT-оборудования, что на заводе лодочных моторов. Это было даже

удивительным – настолько все отработано, четко, продумано, расписано. Каждый делает только свое дело. В России такое встретишь не часто, и настрой у наших людей в плане работы совершенно не тот. Причем неважно, сколько денег им платить, это уже менталитет – поменьше работать, побольше получать.

В Японию стоило лететь даже просто ради того, чтобы увидеть страну. А уж тем более посмотреть производство оборудования, которое мы используем. И действительно, мы увидели, что никакого разгильдяйства на предприятии нет, а когда все так организовано, то качество оборудования может быть только на высшем уровне. Мы только начинаем работать с оборудованием Yamaha, первый установщик запустили в июне 2014 года. До этого использовали установочные автоматы MyDATA – один восемь, другой – шесть лет. Конечно, интересно подождать еще восемь лет и сравнить их с оборудованием Yamaha в плане надежности, эксплуатационных расходов, затрат на ремонт – ну, должно же что-то ломаться, не бывает иначе. Однако то, что мы увидели на производстве в Хамамацу, полностью подтвердило правильность нашего выбора.

Интересно было посмотреть и на новое оборудование в работе. Больше всего меня интересовала работа АОИ. Правда, то, что нам показали – это все же режим демозала, на основе таких демонстраций оборудование покупать нельзя. Система 3D АОИ YSi-V меня заинтересовала,ждемся возможности проверить ее в боевых условиях.

**Герман Менгден, главный инженер компании "Пантес" (Санкт-Петербург)**

Конечно же, поездка была не напрасной, ведь Япония – это совсем другой мир. Было очень интересно посмотреть, как делаются одни из лучших в мире механизмов. Очень интересно увидеть сборочное предприятие лодочных моторов. Вообще самое яркое впечатление – японская дисциплина. Насколько они организованы, как работают, по звонку ходят на перекур. Рабочие ведут себя на производстве, как солдаты. И чистота – очень чисто в Японии. Видимо, поэтому и делают качественные вещи.

В плане оборудования самое важное, что я увидел, – Yamaha не стоит на месте,

постоянно обновляет свой модельный ряд. Я работаю в компании уже восемь лет, и за это время сменилось три поколения установщиков – сначала были MC, затем YS, потом появились модульные автоматы YS40. Теперь представлен и универсальный автомат YSM20, с новой концепцией, суть которой – упростить жизнь и Yamaha, и ее клиентам. Очень интересное решение. В целом, мы увидели новинки, будем думать, как их применить. Такие поездки, как и посещение выставок, очень важны – ведь если не знать, что нового появляется в мире, то непонятно, куда двигаться дальше.

**Сергей Игонин, начальник участка поверхностного монтажа компании "Элтекс" (Новосибирск)**

Очень понравился уровень организации производства. Насколько все проработано и расписано, несмотря на то что сборка SMT-оборудования – совсем не основной для Yamaha Motor производственный бизнес. Компания, безусловно, производит SMT-оборудование мирового уровня. Мне показался интересным новый автомат YSM20, интересно было бы посмотреть на эту систему в реальной работе.

В целом же, за последние десять лет мы в компании "Элтекс" использовали немало SMT-оборудования различных производителей, в том числе американских и немецких. Но сейчас мы все активнее применяем автоматы Yamaha, и могу сказать, что эти установки – самые надежные. После того как мы увидели их производство, становится понятным, откуда берется эта надежность.

**Виталий Мацукевич, заместитель директора компании "Нанотех" (Минск)**

Целью визита было не только познакомиться с новинками оборудования Yamaha, но и с методами его производства. И для меня наиболее яркий момент – посещение сборочного цеха автоматов, там я подметил несколько интересных деталей в плане организации производства. Очень понравилась и экскурсия на производство лодочных моторов – впечатляет организация процесса, особенно когда все это видишь вживую, можешь понаблюдать за работой операторов, всего персонала – это здорово.

Российские и белорусские специалисты на заводе Yamaha Motor IM в Хамамацу





Что касается самого оборудования, то новая концепция универсального станка вызывает бурю восторгов. Когда можно сконфигурировать станок на этапе заказа и наращивать возможности в дальнейшем, уже эксплуатируя установку. Например, купить вторую голову и нарастить мощность. Либо при расширении спектра элементной базы, докупить модуль для работы с матричными поддонами и т.п. Новый поход Yamaha крайне прогрессивен, и это порадовало больше всего.

Заинтересовала и комбинированная АОИ с рентгеновским контролем YSi-X. К сожалению, в работе нам ее не показали, но сама концепция "два в одном" выглядит привлекательно. Пока структура наших заказов такова, что в рентгеновском контроле нет необходимости, но через некоторое время он может понадобиться. Мы недавно приобрели АОИ YSi-12, но об ее эффективности говорить пока рано – мы только формируем библиотеки элементов для распознавания, результаты от внедрения АОИ будут видны в 2015 году.

В целом, когда мы подойдем к следующему этапу модернизации и расширения нашего производства, для нас первым приоритетом будет Yamaha. Если бы сегодня нам нужно было закупать дополнительное оборудование, мы, не задумываясь,

остановились на новой линейке. Наше производство уже оснащено оборудованием этой компании, и то, что Yamaha не дремлет, идет вперед, предлагая новые решения, вызывает лишь уважение. Кроме того, имея единую инфраструктуру программно-аппаратных комплексов, гораздо легче решать различные проблемы – когда нет нужды конвертировать данные из одного формата в другой, когда все работают с одним программным обеспечением, с единым и интуитивно понятным интерфейсом, причем не только на этапе технологической подготовки заказа. Даже размеры кнопок и символы в программах для разного оборудования Yamaha одинаковы.

**Борис Кулаков, генеральный директор компании "Компонент-АСУ" (Черноголовка)**

Ярких впечатлений от производства в Хамамацу очень много, даже затруднюсь выделить что-то одно. Все по-другому, не так, как даже на европейских производствах. Если говорить про практическую пользу визита, мы увидели, что оборудование реально собирается именно в Японии, а не в Китае, что немаловажно. Мы уже используем оборудование Yamaha, собираемся покупать вторую линейку, поэтому демонстрация оборудования была очень полезной.

**Артем Чепрак, начальник производственного управления НИИЦЭВТ (Москва)**

Самое яркое впечатление – это конвейерное производство на заводе лодочных моторов. Стало ясно, что в плане организации производства мы еще очень и очень далеки от этих ребят. Очень понравился участок монтажа печатных плат на сборочном производстве Yamaha Motor IM. Мы обратили внимание на новую систему АОИ YSi-V, скорость ее работы – потребовалось меньше минуты, чтобы обнаружить дефект. Полагаю, для нашей производственной программы это очень хорошее решение. Машина очень интересная, видно, насколько сейчас технологии продвинулись вперед.

Сборочный цех по производству SMT-оборудования какого-то особо яркого впечатления не произвел. Когда мы ехали в Японию, представлялось, что попадем в некий мир будущего, где все автоматизировано, сплошные роботы и самоходные

машины. Оказалось, в подобном просто нет необходимости. В цеху мы не видели никаких электронных систем управления производством – вся информация, производственные планы на обычных досках, на бумаге. Поразило, что нет высокого уровня автоматизации, но зато очень высок уровень организации производства. Сама организация процесса понравилась своим порядком – видно, что люди знают, чем занимаются, виден высокий уровень организации труда. Порой даже расстраиваешься, когда видишь, насколько мы отстаем от наших зарубежных коллег – в организации, в менталитете, в отношении к работе. Я четко понимаю, что нам невозможно организовать такую же систему отдыха, как мы видели на Yamaha: перекуры по сигналу два раза в день. Мы пробовали внедрить у себя подобное, лишь в одном из цехов, но смогли выдержать такой режим только полгода, не увидели нужного эффекта.

Поездка в целом была очень полезной. Всегда важно видеть некую цель, к которой нужно стремиться. И сейчас мы ее

увидели. Кроме того, помимо собственно посещения заводов Yamaha, мы пообщались со своими успешными российскими и белорусскими коллегами. У нас в стране есть успешные предприятия, которые очень хорошо организовали свой производственный процесс, у них есть что перенять. Возвращаемся с новыми идеями и надеемся их воплотить.

\*\*\*

Остается только присоединиться к общему мнению – визит, безусловно, удался, каждый вынес из него что-то свое, но никто не потратил время безрезультатно. А закончим рассказ словами Н.Нишизавы: "Пожалуйста, поймите, Yamaha может поставить решение. Но успех бизнеса зависит только от вас. Никто не поможет вам, поэтому вы должны быть успешными, увеличивать свою добавленную стоимость – конечно, вместе с Yamaha. Сотрудничество с Yamaha – это хорошая возможность, и в России вы должны ей воспользоваться. Поэтому давайте снова встретимся здесь, в Хамамацу, в 2020 году и обсудим наши успехи". ●