

На волне ИННОВАЦИЙ

Масштабное событие для специалистов в области металлообработки – выставка EMO-2015, состоялась в этом году в Италии (г. Милан). Накануне открытия, в период активной подготовки к выставке, журналу «ИТО» представилась возможность познакомиться с производством одного из постоянных участников этой выставки, признанным мировым лидером в производстве расточных станков, итальянской компанией PAMA.

Станки PAMA во многих странах мира успешно используются для обработки крупногабаритных и уникальных деталей в энергетическом машиностроении, производстве тяжелой строительной техники, судостроении и нефтегазовой отрасли.

Компания, отсчитывающая свою историю с 1926 года, и сегодня продолжает динамично развиваться. Наибольшую известность PAMA получила с выпуском расточно-фрезерных станков с подвижной стойкой – SPEEDRAM. Зарождалась концепция этого станка в 70-х годах прошлого столетия, первый станок этой линии выпущен в конце 80-х. В настоящее время более 1000 станков SPEEDRAM введены в эксплуатацию на крупных предприятиях в разных странах мира, в том числе и в России. В дальнейшем к основному направлению добавились еще две базовые линии: расточно-фрезерные станки с подвижным столом – SPEEDMAT и вертикальные обрабатывающие центры с передвижным порталом – VERTIRAM.

Компания PAMA, успешно занимающая свою нишу в производстве металлорежущих станков, взяла курс на расширение своего присутствия на мировом рынке, открывая новые направления.

О развитии компании в настоящее время, рассказывает Андреа Фритч (Andrea Fritsch), директор по продажам компании PAMA: «Новые направления не заменяют традиционный выпуск расточных станков, а дополняют линейку новым оборудованием с передовыми на сегодняшний день технологиями. На предыдущей выставке EMO в 2013 году мы представили станок серии SPEEDRAM, но уже с гидростатическим шпинделем, и тогда это стало передовым решением. Важный



этап инноваций произошел в компании за последние два года. Стратегическое развитие компании идет по двум направлениям:

первое направление – это дальнейшая разработка и усовершенствование технологий для заказчика в тех секторах, где компания PAMA уже была представлена. Решаются задачи многофункциональной высокоскоростной обработки с сокращением вспомогательного времени на установку заготовок;

второе направление – это выпуск новой продукции для расширения своего присутствия на рынке в таких отраслях, как аэрокосмическая, изготовление пресс-форм, общего машиностроения, а также в строительной индустрии.

В этих двух направлениях решаются задачи создания многофункциональных комплексов с высокой степенью автоматизации и применением прямого (безредукторного) привода шпинделя.

В развитии линейки станков основной серии SPEEDRAM появились 5 базовых модификаций станков SPEEDRAM HP с прямым приводом, с диаметрами расточных шпинделей от 130 до 180 мм и высотой обработки от 2000 до 8000 мм, станки могут оснащаться поворотными и перемещающимися столами грузоподъемностью от 50 до 600 т. Модельный ряд тяжелых вертикальных расточных станков портального типа серии VERTIRAM расширяется с созданием более легких станков с уменьшенным диапазоном обработки, которые имеют роликовые направляющие для увеличения скорости перемещений. Теперь в серии портальных станков VERTIRAM имеются станки с просветом между стойками от 2 000 до 10 000 мм. Еще одна новизна – к выпускаемым станкам с подвижным порталом типа GANTRY (обозначение VERTIRAM GT) добавились станки с подвижным столом (обозначение VERTIRAM TT).

Все станки концептуально разрабатывались для многофункциональной обработки, где предусмотрена интеграция поворотных столов для операции точения. В каждом направлении разработчики компании внедряют свои эксклюзивные патентованные технологические решения. Компания PAMA лидирует: в применении прямого привода в расточном шпинделе; во внедрении гибридного стола для токарной обработки, который одновременно является и столом для расточно-фрезерной обработки, т. е. у одного стола два привода и соответственно разные скорости, которые дают возможность при одном установе детали произвести многофункциональную обработку, с сохранением высокой жесткости и точности, что





является традиционным для компании».

«Как обеспечивается жесткость? – продолжает Андреа Фритц (Andrea Fritsch), – применяем систему гидростатических направляющих по всем направлениям, и даже в легких станках VERTIRAM, где используются по оси X роликовые направляющие, в ползуне, сердце расточно-фрезерного станка, всегда используются гидростатические направляющие. Кроме того, в расточных центрах мы имеем гидростатические подшипники расточного шпинделя. Таким образом РАМА сохраняет выверенную годами жесткость своих станков, а теперь еще и в сочетании с высокой скоростью».

Какое оборудование РАМА экспонирует на EMO-2015?

«Эта выставка очень важна для компании, – продолжает разговор Флавио Тозато (Flavio Tosato), менеджер по региональным продажам, – РАМА впервые представляет два совершенно новых станка:

SPEEDMAT HP2T – горизонтальный обрабатывающий центр с токарным столом, который должен стать лидером в своем классе. Это действительно инновационный, прорывной многофункциональный обрабатывающий центр. По сути это гибрид, который имеет: стол токарно-карусельного станка и бабку 5-координатного обрабатывающего центра. Стол, в данном случае диаметром 1 600 мм, скорость вращения для точения – более 200 мин⁻¹. Так называемый гибридный стол, предназначенный для токарной и 5-координатной контурной обработки, имеет две опоры. Опорой стола для токарной функции служит роликовый механический подшипник, для контурного фрезерования остается гидростатическая опора. Два приводных двигателя обеспечивают необходимую токарную скорость и зазор при контурной обработке – 0,001 градуса для особо точного позиционирования.

Обрабатывающий центр SPEEDMAT HP2T оборудован магазином смены инструмента башенного типа, позволяющим при относительно небольшой площади и объеме разместить до 200 инструментов. Робот-манипулятор производит замену инструмента как в вертикальном, так и в горизонтальном положении шпинделя. В этом обрабатывающем центре все направлено на высокопроизводительную обработку сложных деталей. Новый обрабатывающий центр SPEEDMAT HP2T ориентирован на применение в авиакосмической отрасли и нефтегазовом секторе, может также использоваться в обработке зубчатых колес.

Второй экспонат выставки представляет новую линию станков – SPEEDMILL, которая воплощает концепцию ком-

пани РАМА на многофункциональную скоростную обработку. На этом станке выполняется несколько операций, к традиционным, расточной и фрезерной, добавляется операция точения.

В этой модели применяется хорошо отработанная конструкция ползуна с полной гидростатикой, и это одно из главных отличий в этой линейке станков. По другим осям используются роликовые направляющие из семейства обрабатывающих центров (ОЦ). Гидростатические направляющие на ползуне обеспечивают жесткость и высокую точность в течение всего срока эксплуатации станка. Кроме того, применение гидростатики позволяет в полной мере задействовать систему геометрических компенсаций. Все эти решения были отработаны на ползунах семейства SPEEDRAM. Представленная новинка имеет следующие характеристики: скорость перемещения по линейным осям – 40 м/мин, ускорение – 3 м/с², аналогичное ускорению на ОЦ, т. е. максимальное в своем классе. Для обеспечения этой скорости и ускорения по оси X два двигателя вовлечены в процесс перемещения стойки и два двигателя – в процесс перемещения бабки по оси Y. Два двигателя на каждом направлении позволяют решать следующие задачи: кроме обеспечения скоростей и усилий параллельно решается задача выбора зазора для обеспечения точности позиционирования. Важным аспектом в этой модели с прямым приводом является применение мощного двигателя, что позволяет обеспечить не только высокую скорость, но и достаточно серьезный крутящий момент.

Существуют два исполнения:

- в представленной модели с фрезерным шпинделем и мощность двигателя составляет – 73 кВт;





– в исполнении с выдвижным расточным шпинделем, мощность соответственно – 90 кВт.

Многофункциональный обрабатывающий центр SPEEDMILL направлен на обеспечение высокой производительности и рекомендуется для применения во многих отраслях».

Компания PAMA постоянно инвестирует в новые разработки своей производственной линейки. Удачные решения, освоенные на станках одной модели, применяются по возможности и на других моделях. Так решение, отработанное на горизонтальных станках, попадает на вертикальные станки VERTIRAM: центральное расположение бабки пришло со станков SPEEDMAT, гидростатический ползун и система геометрической компенсации – со станков SPEEDDRAM. А в результате появляются совершенно новые станки уникальной компоновки, воплотившие в себя лучшие конструкторские решения.

Разработка и производство станков осуществляется на трех заводах в Италии. Основная производственная площадка компании PAMA находится на севере Италии, в г. Роверето, вписываясь в красивый альпийский горный ландшафт, а два других завода в г. Брешия, по направлению к Милану. На главном заводе собирают все станки с гидростатическими направляющими, и здесь же производится механическая обработка всех главных корпусных элементов станков. В г. Брешия две производственные площадки: на одной собирают обрабатывающие центры, на другой осуществляется полный цикл

изготовления накладных узлов для всей линейки выпускаемых станков. Сильная сторона компании PAMA – большинство компонентов деталей и узлов изготавливается компанией самостоятельно. «Создание производственной площадки для выполнения только одной задачи – изготовление накладных узлов, это уникальный случай в сообществе итальянских станкостроителей, – рассказывает Флавио Тозато (Flavio Tosato) о заводе в г. Брешия. – Здесь полная производственная цепочка по изготовлению накладных узлов (головок) для всей гаммы станков SPEEDDRAM, SPEEDMAT, VERTIRAM, обрабатывающих центров. Путь здесь начинается с проверки заготовок корпусных деталей, полученных по кооперации, производится полностью механическая обработка, сборка, проверка и тестирование. Измерительные машины осуществляют строгий входной контроль заготовки и промежуточный контроль обработки корпуса головки. Все типы головок подвергаются полному тестированию: геометрии, позиционирования. Многофункциональный испытательный центр позволяет всесторонне проверить головку: многочасовой прогон делается для того, чтобы на высоких скоростях проверить нет ли перегрева, таким образом проверяется правильность сборки, установки подшипников, попутно проверяется качество всех уплотнений для исключения утечки СОЖ. На выходе получаются полностью готовые изделия, которые уходят на один из сборочных заводов, где устанавливаются непосредственно на станок».

Второй завод в г. Брешия не имеет механического произ-



водства. Он предназначен для эффективной, производительной сборки станков SPEEDMAT и обрабатывающих центров.

Для обработки базовых корпусных деталей PAMA применяет в основном свои станки, а там, где для производственного цикла необходимо другое оборудование, используются станки элитных европейских брендов, обеспечивающие высокую точность и качество обработки. Например, сквозной контроль при обработке базовых деталей осуществляется на современной, координатно-измерительной машине, сделанной по спецзаказу PAMA, фирмой ZEISS.

На ответственном участке детально-узловой сборки шпинделей и бабок, требующем особо точных операций точения и шлифования, используется многофункциональный обрабатывающий центр другого европейского бренда. Такую же схему обработки за один установ, компания PAMA сейчас внедряет на своих станках. Работа на этом участке осуществляется в термоконстантном помещении, как и при проверке базовых деталей. Одно из запатентованных компанией решений при создании шпинделей и ползунів – система автоматической термокомпенсации реальных физических деформаций. Эта система компенсации теплового удлинения расточного шпинделя и ползуна корректирует изменение их размеров непосредственно во время работы станка, что гарантирует точность выполнения каждой операции и исключает простои, существующие при промежуточных контрольных измерениях.

В шпиндельной бабке предусмотрено все. Когда PAMA использует карманы для гидростатических направляющих, в качестве материала всегда применяется бронза. Направляющие полностью закрыты, это значит на каждой поверхности по 2 бронзовых кармана на переднем и заднем опорном узле, которые обеспечивают отсутствие контакта по всем направлениям, т. е. 16 гидростатических карманов образуют замкнутый контур, а внутри передвигается ползун, полностью бесконтактно. Зона гидростатических направляющих максимально изолирована от попадания СОЖ и стружки двойной защитой: резиновая гармошка внутри телескопической защиты.

Использование в производстве собственного оборудования позволяет постоянно совершенствовать свои станки и отрабатывать применение новых технологий обработки в соответствии с собственным опытом и требованиями рынка.

На главном заводе, в г. Роверето, в производстве используется целая гамма станков PAMA. Так первый обрабатывающий центр в производственной цепочке SPEEDRAM используется для обработки всех ползунів, включая самые большие, например, для станков серии VERTIRAM. Производится как внутренняя, так и внешняя обработка, с использованием специальных приспособлений. Точность по соосности расточных отверстий достигает 10 мкм на всю длину ползунів.

Станок SPEEDRAM с применением гидростатического шпинделя, изготовленный для собственного производства, был введен в эксплуатацию четыре года назад, а через два года стал уже коммерческим продуктом, который компания PAMA вывела на рынок.

Самый первый порталный станок VERTIRAM 4000, который также был создан для собственного производства, позволил расширить диапазон обработки тяжелых корпусных деталей любых, необходимых производству, габаритов. Это был первый станок нового направления, который стал тестовым: на нем компания PAMA училась, отрабатывала новые методы и технологии.

Впечатляет размерами новый тяжелый обрабатывающий центр – VERTIRAM 4000 GT, имеющий перемещение порта-



ла – 35 м, расстояние между стойками — 7,6 м, поперечина может подниматься и опускаться на 3,6 м, выдвижение ползуна – до 2,5 м. Этот многофункциональный ОЦ укомплектован токарным столом диаметром – 7 м с макс. частотой вращения – 60 мин⁻¹ и максимальной нагрузкой на стол до 200 тн. Стол одновременно может применяться как для контурной фрезерной и расточной, так и для токарной обработки. В этом случае используются те же двигатели, но разные редукторы. Два двигателя работают одновременно, независимо от того в каком режиме, токарном или фрезерном, работает стол. Два редуктора: первый – для токарной обработки и второй – для фрезерной. Шпиндель этого станка имеет мощность 100 кВт и макс. частоту вращения до 4000 мин⁻¹, крутящий момент более 10 000 Нм. Максимальный вес инструмента, заменяемый роботом – манипулятором – до 60 кг.

Каждый станок компании PAMA уникален. Один станок от другого отличается как минимум размерами и комплектацией, набором различных приспособлений, применяются разные системы ЧПУ. Индивидуальный подход к решению технических задач каждого клиента обеспечивается четкой организацией производства.

Большая работа проводилась по оптимизации самого сборочного процесса. В сборочной цепочке существует ряд промежуточных финишей, к которым должен подойти сборщик. В своей работе он обязан следовать пониманию, что точность





станка складывается из точности изготовления компонентов и узлов, а надежность и работоспособность определяется сборкой. В станках PAMA все автоматизировано: базировка, оптимизация, обработка, но роль хорошего оператора еще никто не отменял. В компании должное внимание уделяется подготовке и отбору кадров. Более половины работников имеют не только специальное, а высшее техническое образование.

Об организации производства рассказал директор по производству Уго Лазари (Ugo Lazzari), – «Программа по модернизации производства началась 10 лет назад, была взята за основу система LEAN*, которую впервые применила компания TOYOTA. Конечно, PAMA выпускает совсем другую продукцию. Время изготовления разных типов станков отличается в несколько раз. Но взяли за основу из этой системы определенные элементы и приспособили к своему реальному производству. В этой системе попытались совместить такие несовместимые вещи как логистика малых компонентов внутри самого производства и управление производством тяжелых компонентов. Проще вести обработку серийно, все стремятся к серийности. Раньше, например, на станках, которые уста-



новлены в цехах механообработки, производилась обработка десятка станин одновременно, несколько десятков головок, каких-то других корпусных деталей. И не все из них одновременно подавались в производство. Краеугольный камень LEAN системы – оптимизация. Система гарантирует, что на сборку подойдет только необходимое количество элементов и именно в нужное время. Например, если стоит задача выпустить 3 станка в месяц, то «такт тайм» получается 8 дней. Т. е. за 8 дней нужно обработать 1 станкокомплект, все сборочные единицы должны быть обработаны. Если нужно увеличить производственную программу до 4-х станков в месяц, то время создания одного станкокомплекта уменьшится до 6 дней. Каким образом? – Можно увеличить собственную производительность; использовать большее количество времени. А если все станки уже задействованы, то в данном случае можно обратиться к субпоставщикам, которые одновременно являются и клиентами. Они используют станки PAMA, можно договориться о том, чтобы комплект их заготовок приходил в большей готовности, чтобы снизить обработку в производственных цехах PAMA. Между всеми заводами PAMA существует общее стратегическое планирование производства. Не случайно выбрано место для строительства заводов в г. Брешия (в 2009 г.), так как в этом районе сосредоточены квалифицированные людские ресурсы из машиностроительной отрасли, находятся малые и крупные предприятия, которые могут быть субпоставщиками. Близость к поставщику также позволяет контролировать, например, качество литья.

Кстати, работа по оптимизации собственного производства позволили компании PAMA создать и коммерческий продукт – систему управления производственной линией PR2, в которую интегрированы несколько станков, в том числе и других производителей. Эта система контролирует оптимальную загрузку линии, осуществляет контроль за инструментом, чтобы он своевременно менялся и предварительно подзагружался по мере износа, контролирует управление паллетами при работе с многопаллетными системами. Стенд с демонстрацией PR 2 так же представлен на выставке ЕМО 2015, в рамках общей экспозиции компании PAMA».

Внутри компании для четкой организации ежедневной работы проводятся совещания. У информативной доски в цехе, визуализирующей производственный процесс по системе LEAN, собираются руководители всех производственных участков, чтобы обсудить тактическую ситуацию и скорректировать ее, если это требуется. В каждом направлении есть возможность маневрировать. Существуют группы специалистов, которые могут работать на любом участке производства.

Благодаря оптимизации механообработки производительность компании по выпуску увеличилась более чем вдвое. Например, общее время изготовления одного станка модели SPEEDRAM, сократилось с 12 до 8 месяцев.

Вся продукция, выпускаемая в настоящее время, отгружается конкретному заказчику, а не ожидает его в складских помещениях.

Сейчас в компании есть крепкий «сплав»: костяк профессиональных рабочих, опыт и хорошая организация».

Ирина Жесткова

*Производственная система LEAN, описываемая в литературе как «бережливое производство», – это системный подход к выявлению и устранению потерь путем непрерывного совершенствования, настройка производственных процессов в зависимости от потребности заказчика и стремление к безупречности во всем.