

# Компания ZF повысила эффективность производства насосов благодаря универсальной системе цифровых шаблонов Equator™



**Клиент:**  
ZF Marine

**Отрасль:**  
Прецизионное производство

**Задача:**  
Контроль всех элементов на одной системе

**Решение:**  
Быстрое управление параметрами технологического процесса с использованием универсальной системы цифровых шаблонов Equator

Компания ZF Marine (Падюя, Италия), производитель насосов для морских пропульсивных систем, нуждалась в ускорении управления технологическими процессами, с обеспечением при этом более широких возможностей измерений. «Мы поняли, что существует возможность экономить время, – поясняет Джерардо Маттеразцо (Gerardo Matterazzo), менеджер службы контроля качества в компании ZF, – но нужно было найти правильный инструмент. Система Equator компании Renishaw, обеспечивающая управление технологическими процессами, оказалась именно тем устройством, которое обладает самыми современными функциями, точностью, исключительной эксплуатационной гибкостью и удобством в работе. Мы подвергли эту систему серии испытаний, и теперь Equator является основой измерений в нашей автоматизированной ячейке № 5».

Идет ли речь о военных, торговых или круизных судах, корабли веками были одним из самых распространенных и универсальных транспортных средств, вот почему безопасность, надежность и эффективность являются

Система Equator компании Renishaw, обеспечивающая управление технологическим процессом, оказалась именно тем устройством, которое обладает продвинутым функционалом, высокой повторяемостью, исключительной эксплуатационной гибкостью и при этом удобно в работе. Мы подвергли эту систему серии испытаний, и теперь Equator является основой нашего процесса контроля.

**ZF Marine (Италия)**

основными требованиями, предъявляемыми к системам привода для морских судов. Компания ZF Marine работает по всему миру, специализируясь в области проектирования и разработки полностью укомплектованных пропульсивных систем для судов любого типа. Продукция компании – это гарантированное качество и инновационные решения.

Для обеспечения производства современных изделий с высокими характеристиками, соответствующих запросам рынка, компания провела реорганизацию своих производственных мощностей с созданием эффективно работающих автоматизированных ячеек. На одной из них, № 5, предназначенном для насосов, был запущен проект, направленный на повышение эффективности и скорости процессов контроля качества.

## Повышение эффективности производства

Проблема, с которой столкнулась компания ZF, возникает во многих производственных компаниях, где необходимо вести постоянный мониторинг процесса производства: существует риск того, что измерительная лаборатория ограничивает эффективность производства, и этот риск зачастую становится реальностью. Используя системы Equator непосредственно в цехе, можно обойти возможные узкие места, связанные с измерительной лабораторией, исключив время, затрачиваемое на перемещение в детали лабораторию, и снижая время, затрачиваемое на их измерения.

Г-н Маттератцо объясняет подробнее: «В поисках решения этой проблемы мы разговаривали с компаниями, которые поставляют нам станки, и таким образом вышли на универсальную систему цифровых шаблонов Equator, мы еще называем ее «механическим пауком», – оказалось, что это то, что нам нужно. Система Equator позволяет нам грамотно управлять производственным процессом, обеспечивая контроль всех необходимых элементов различных деталей непосредственно в цеху на одной машине. Традиционные средства измерения и калибры позволяют контролировать только определенные размеры, а не все параметры на одной системе.

Эксплуатационная гибкость и возможность менять конфигурацию системы Equator дают нам возможность выполнять серию сканов, чтобы оценить размеры каждого элемента, включая контроль элементов, которые недоступны для традиционных средств измерения. Эта система способна также контролировать другие важные для нас параметры, например концентричность и плоскостность».

## Ключевой фактор – метод сравнения

Универсальная система цифровых шаблонов Equator не является традиционной машиной для абсолютных измерений – контроль размеров в этой системе осуществляется путем сравнения деталей с мастер-деталью. Почему это обстоятельство представляет собой большое преимущество для производства и управления техпроцессами? Разность между температурами измерительной лаборатории и цеха существует почти все время, а это неизбежно влияет на измерение деталей,



Контроль детали компании ZF на системе Equator

полученных с производственных участков. Даже если традиционная измерительная машина будет установлена в цехе, при присущих ей характеристиках потребуется слишком много времени, чтобы температуры уравнились, поскольку в цехах имеют место быстрые колебания температуры. И это не единственная проблема. Тепловые деформации не являются линейными, они зависят от формы и размера детали, что приводит к ненадежности измерений. Поэтому лучше оставить традиционную измерительную машину в метрологической лаборатории, где поддерживаются нужные условия окружающей среды.

Процесс измерений в системе Equator представляет собой, тем не менее, развитие традиционного принципа измерений путем сравнения деталей из партии со специальной эталонной деталью (мастер-деталью), что обеспечивает устранение различий, вызванных колебаниями температуры. Мастер-деталь получают при тех же параметрах техпроцесса, чтобы гарантировать использование такого же материала и такого же метода производства; эта деталь всегда хранится в цехе, чтобы она подвергалась воздействию тех же изменений окружающей среды. Система Equator обладает не жесткой, но прочной конструкцией, и, за счет своего принципа своей, обеспечивает гораздо более высокую повторяемость в условиях колебания температуры по сравнению с координатно-измерительной машиной.

«Всё начинается с калибровки мастер-детали на КИМ в метрологической лаборатории, – говорит менеджер службы контроля качества Джерардо Маттератцо. – Откалиброванная мастер-деталь переносится в цех, где под воздействием условий окружающей среды происходит ее тепловая деформация. Данная мастер-деталь измеряется на системе Equator, чтобы получить нулевые значения для технологического процесса. Последующие детали сравниваются с мастер-деталью, с использованием той же программы. Это позволяет нам определять любое отклонение от мастер-детали и, учитывая значения калибровки, полученные на КИМ, проверять, насколько параметры измеренных деталей отличаются от номинальных значений».



Оператор контролирует деталь на системе Equator

## Ремастеринг при изменении условий окружающей среды

«Поскольку условия на производстве меняются с течением времени, мы определили, что оптимальный интервал для проведения ремастеринга (выполнения повторного контроля мастер-детали) составляет около двух часов. При такой периодичности ремастеринга обеспечиваются отклонения между измерениями на уровне менее одного процента. Процедура ремастеринга занимает столько же времени, сколько требуется для измерения детали из партии, и таким образом, практически не влияет на общее время техпроцесса», – продолжает г-н Маттераццо.

Быстрое выполнение ремастеринга обеспечивает, таким образом, почти мгновенную компенсацию любого теплового эффекта и дает результаты, сравнимые с теми, которые достигаются в метрологической лаборатории с контролируемой температурой. Если по каким-то причинам происходит изменение характеристик техпроцесса, то машина Equator обеспечивает непрерывную корректировку техпроцесса, таким образом, что это никак не влияет на время изготовления деталей.

Однако это еще не всё. Помимо управления параметрами техпроцесса для отдельной детали можно быстро переключиться на измерение других деталей, или быстро редактировать программу измерений, чтобы учесть изменения, внесенные инженерами в конструкцию существующих деталей. Получаемые на машине Equator результаты измерений могут также использоваться для внесения изменений в значения коррекции на инструмент на станке и обеспечения полностью автоматического управления техпроцессом.

## Простота использования в цехе

Для работы с системой Equator оператору в цехе не требуется никакого специального обучения или опыта работы в метрологической лаборатории, поскольку принцип работы с системой понятен интуитивно. Результаты сравнения выводятся в окне приложения Process Monitor в виде графика и таблицы. В этом окне можно выбирать интересующие оператора элементы детали; здесь также выводится классическая цветная гистограмма, отображающая результаты измерений в виде доли допуска в процентах по каждому элементу. «Мы прошли быстрое обучение по работе с системой Equator в цехе, и теперь мы все знаем, как ею пользоваться, начиная с мастеринга и вплоть до интерпретации результатов измерений», – говорят операторы, работающие на производстве в компании ZF.

## Регулярное выполнение повторной калибровки не требуется, а затраты на техобслуживание снизились

Г-н Маттераццо указал на другой важный аспект: «Необходимо отметить, что преимущества на этом не заканчиваются. Здесь не требуется периодическая калибровка, потому что она заменяется периодическим выполнением мастеринга, так что мы экономим как на прямых затратах (стоимости калибровки), так и на непрямых затратах, связанных с простоями. Нам никогда не приходится прерывать работу для проведения техобслуживания, так как Renishaw сразу же предоставляет поддержку: такой подход – это не только экономия затрат, но и ответ на нужды реального производства, что очень важно».

Универсальной системе цифровых шаблонов Equator отводится ключевая роль в планах на будущее компании ZF Marine. Предполагается переместить систему Equator в центр автоматизированной производственной ячейки № 5, чтобы в полной мере воспользоваться преимуществами этой системы, а затем компания ZF изучит, где еще на производстве можно использовать другие системы Equator. Компания ZF также намерена выполнить модернизацию контактных датчиков на используемых станках – это еще одна услуга, предлагаемая компанией Renishaw.

## Принципы работы

В механизме системы Equator используется так называемый принцип «параллельной кинематики», что обеспечивает высокую степень повторяемости, снижение влияния инерционных сил и меньшее потребление электроэнергии. Этим она выгодно отличается от традиционных конструкций станков и координатно-измерительных машин, где перемещение выполняется в ортогональных осях.

Такие традиционные конструкции с тремя взаимно перпендикулярными осями X, Y и Z обычно отличаются большим весом, чтобы обеспечивать жесткость, необходимую для точного позиционирования. Массивная конструкция может, однако, быть причиной задержки ответного сигнала при работе под нагрузкой, которая может вызывать деформацию конструкции. Кроме того, большая масса осей означает в этом случае, что скорость перемещения не может быть высокой, поскольку существующие значительные инерционные силы требуют больше мощности для достижения такого же ускорения (как в системе Equator), что на практике накладывает ограничения на величину скорости перемещения. Небольшие отклонения, вызванные этими инерционными силами, приводят к перемещениям, которые, даже будучи минимальными, могут стать причиной ошибок измерения.

В системе Equator используется иное решение: три направляющие (тяги) с линейным приводом смонтированы на шарнирах Гука на верхнем узле конструкции. Другой конец каждой направляющей соединен напрямую с платформой измерительного датчика, так что датчик находится рядом с осями, обеспечивающими его перемещение. Направляющие перемещаются в нужное положение с помощью двигателей, а шарнирные соединения позволяют направляющим оставаться в состоянии только растяжения или сжатия, без какого-либо изгиба. На подвижных направляющих установлены линейные энкодеры, так что сигнал обратной связи по положению поступает из той же точки, в которой прилагается тяговое усилие. Совместное действие этих факторов устраняет нерегистрируемые перемещения. Три линейные направляющие, обозначаемые как оси P, Q и R, могут устанавливаться с нестандартной для осей ориентацией, однако выполняемые в фоновом режиме математические алгоритмы обеспечивают преобразование всех команд перемещения (в которых используются традиционные координаты X, Y и Z).



Г-н Маттерачцо рядом с системой Equator на производственной площадке компании ZF Marine

Подробнее см. [www.renishaw.ru/zfmarine](http://www.renishaw.ru/zfmarine)

ООО «Ренишоу»  
ул. Кантемировская 58  
115477 Москва  
Россия

телефон +7 495 231 1677  
факс +7 495 231 1678  
эл. почта [russia@renishaw.com](mailto:russia@renishaw.com)  
[www.renishaw.ru](http://www.renishaw.ru)

Адреса офисов Renishaw по всему миру указаны на сайте [www.renishaw.ru/contact](http://www.renishaw.ru/contact)

КОМПАНИЯ RENISHAW ПРИЛОЖИЛА ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ УСИЛИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРАВИЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИИ, СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В ДАННОМ ДОКУМЕНТЕ НА ДАТУ ЕГО ПУБЛИКАЦИИ. ОДНАКО КОМПАНИЯ НЕ ПРЕДОСТАВЛЯЕТ НИКАКИХ ГАРАНТИЙ ИЛИ СООБЩЕНИЙ В ОТНОШЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА. КОМПАНИЯ RENISHAW СНИМАЕТ С СЕБЯ ВСЯКУЮ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ЛЮБЫЕ НЕТОЧНОСТИ В ДАННОМ ДОКУМЕНТЕ.

© 2018 Renishaw plc. Все права защищены.

Компания Renishaw оставляет за собой право изменять технические характеристики изделий без уведомления  
RENISHAW и эмблема в виде контактного датчика, входящая в состав фирменного знака RENISHAW, являются зарегистрированными торговыми марками компании Renishaw plc в Соединенном Королевстве и других странах. apply innovation а также названия и обозначения изделий и технологий компании Renishaw являются торговыми марками компании Renishaw plc или ее подразделений.  
Все остальные торговые марки и названия изделий, встречающиеся в содержании настоящего документа, являются торговыми наименованиями, знаками обслуживания, торговыми марками или зарегистрированными торговыми марками их соответствующих владельцев.



H - 5650 - 1228 - 01

Номер для заказа: H-5650-1228-01-A  
Выпуск: 09.2018