Innerspec Technologies

www.innerspec.com

Ультразвуковой контроль с применением EMAT

World **Leader** in **EMAT** Technology

©2010 Innerspec Technologies, Inc. All Rights Reserved.

Содержание

- Основы УЗК с применением EMAT
- Оборудование Innerspec Technologies
- Платформа систем Temate®
- Innerspec Technologies, Inc.

InnerspecTechnologies © 2010

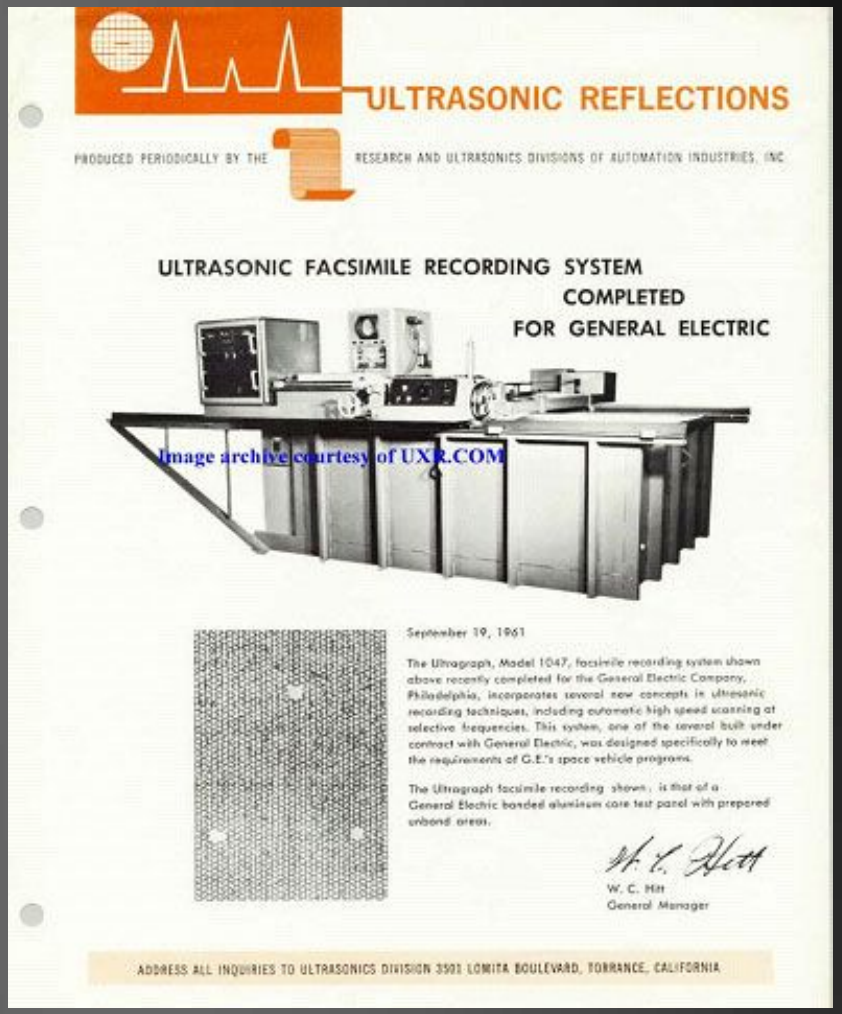
Основы УЗК с использованием EMAT

InnerspecTechnologies © 2010

Ультразвуковой контроль (УК) используется более 70 лет

История:

- Первые результаты УК получены российским ученым С.Я.Соколовым в 1929г.
- Первый патент на ультразвуковое оборудование зарегистрирован в 1931
- Практически использовался во время Второй Мировой войны в гидролокации
- Первые эксперименты с ЕМАТ УК проводились в ’70х


ULTRASONIC REFLECTIONS

PRODUCED PERIODICALLY BY THE RESEARCH AND ULTRASONICS DIVISIONS OF AUTOMATION INDUSTRIES, INC

ULTRASONIC FACSIMILE RECORDING SYSTEM COMPLETED FOR GENERAL ELECTRIC

Image archive courtesy of UXR.COM

September 19, 1961

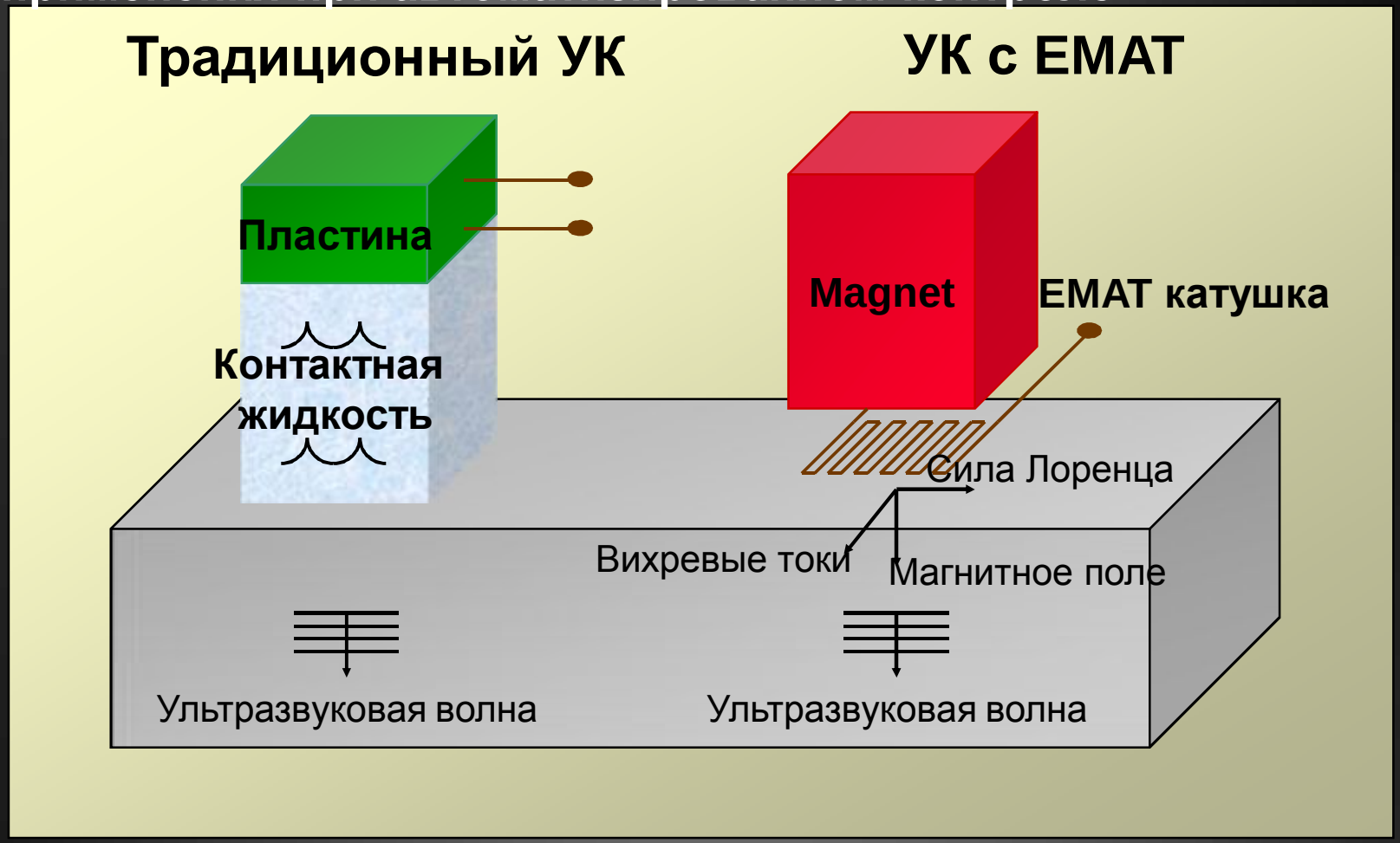
The Ultragraph, Model 1047, facsimile recording system shown above recently completed for the General Electric Company, Philadelphia, incorporates several new concepts in ultrasonic recording techniques, including automatic high speed scanning at selective frequencies. This system, one of the several built under contract with General Electric, was designed specifically to meet the requirements of G.E.'s space vehicle programs.

The Ultragraph facsimile recording shown, is that of a General Electric bonded aluminum core test panel with prepared unbond areas.

W. C. Hitt
General Manager

ADDRESS ALL INQUIRIES TO ULTRASONICS DIVISION 3501 LOMITA BOULEVARD, TORRANCE, CALIFORNIA

Системы temate® применяют ультразвуковой метод с использованием EMAT, технологию, которая не требует контактной жидкости и поэтому очень хорошо подходит для применения при автоматизированном контроле.



EMAT позволяет воспользоваться всеми преимуществами УЗК и в то же время имеет ряд дополнительных преимуществ

Стандартный УЗК
- Объемный контроль
- Легкий односторонний доступ
- Соответствует стандартам УЗК
- Безопасный

Ультразвук генерируется непосредственно в контролируемом материале

Сухой процесс(нет контактной жидкости)
- Легко автоматизируется и внедряется в производство
- Нет КЖ, снижение ошибок
- Высокая скорость контроля (до 60м/с)
- Работает при высоких и низких температурах

Нечувствительный к состоянию поверхности
- Работает на грубых, грязных, окисленных и неровных поверхностях

Проще использовать датчики
- Сигнал не зависит от датчика
- Небольшие изменения в расположении датчика по отношению к объекту контроля не влияют на результат

Уникальные моды волн
- Возможность генерировать горизонтальную поперечную волну
- Направленные волны (особенно при контроле швов)

Самокалибровка
- Самокалибровка сигнала для направленных волн
- Точность и повторяемость результатов
- Не требуется расшифровка результатов оператором

InnerspecTechnologies © 2010

EMAT может использоваться для контроля большинства металлов и геометрических форм для всех стандартных применений УК

Вид контроля	Материал	Геометрия
• **Дефектоскопия** - Точки (1D) - Соединения (2D) - Поверхности (2D) - Объем (3D) • **Толщинометрия & Расстояния** • **Характеристики материала** - Прочность - Шаровидный графит (зерно)	• **Электрическая и магнитная проводимости** - Черные металлы: Углеродистая сталь, Нержавеющая сталь, Никель, Кобальт - Цветные металлы: Алюминий, Медь, Бронза, Уран и большинство других металлов	• **Отдельные и непрерывные формы** - Пластины, листы (тонкие и толстые) - Цилиндры, прутки - Трубы (круглые, квадратные и др.,) - Элементы конструкции

Технология с применением EMAT позволяет генерировать уникальные моды волн такие как горизонтально поляризованная поперечная волна или волна Лэмба

Граница	Ориентация луча	Мода волны	Метод	Основные применения
Объемные	Прямой	Продольные	Piezo EMAT	-Толщинометрия измерение скорости -Дефектоскопия -Структурные Измерения
		Поперечная горизонтальная	EMAT[1]	
	Под углом	Поперечная вертикальная	Piezo EMAT	-Дефектоскопия
		Поперечна горизонтальная	EMAT[1]	-Дефектоскопия, включая аустенитные швы
Направ-ленные	Поверхность	Релея	Piezo EMAT[2]	-Дефектоскопия (поверхность)
	Объем	Лэмба	Piezo EMAT[2]	-Дефектоскопия (включая коррозию) -Скорость и структурные измерения
		Поперечная горизонтальная	EMAT[1]	-Дефектоскопия (включая коррозию) -Скорость и структурные измерения

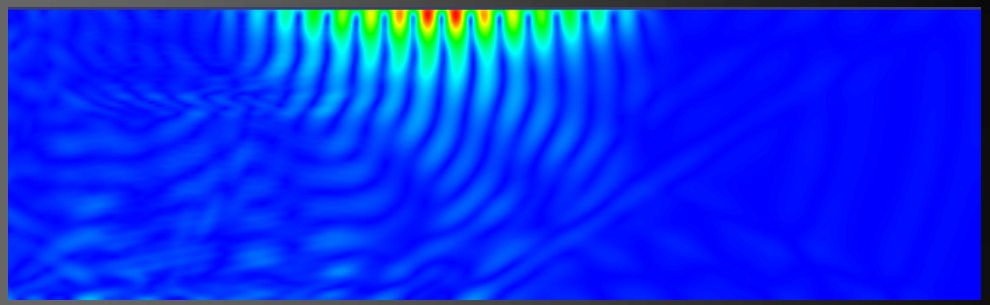
1 Практическое применение ограничено применением с использованием EMAT
2 Очень эффективное применение с использованием EMAT

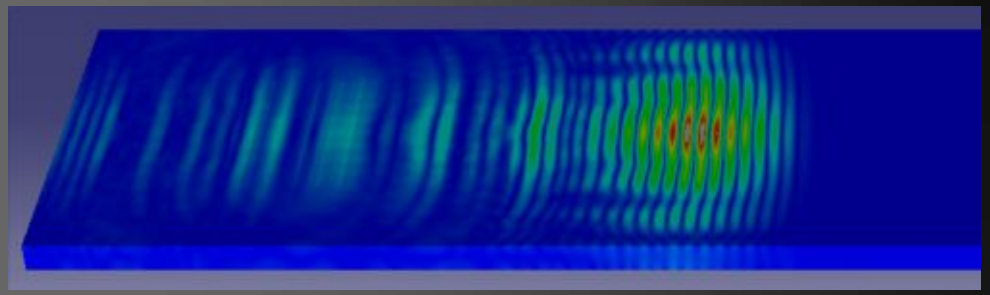
InnerspecTechnologies © 2010

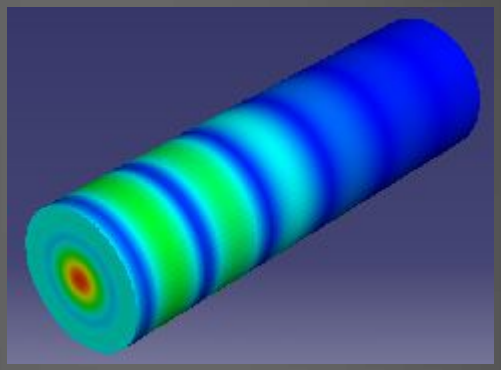
Волны, которые распространяются в определенных границах обычно называют Направленными волнами

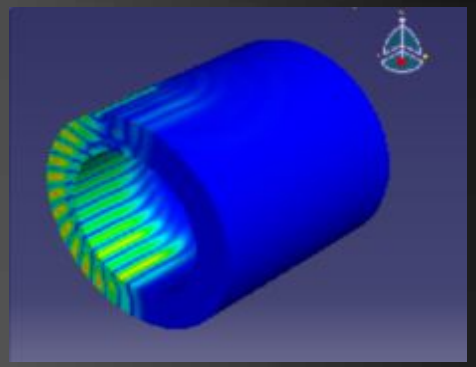
Направленные волны:

- Что может служить волноводом?
  - Поверхность
  - Пластина
  - Пруток, труба
  - Рельс или другая структура
- В ультразвуке диапазон направленных волн может меняться от сантиметров до десятков метров



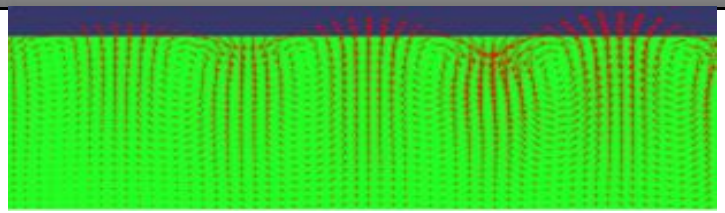
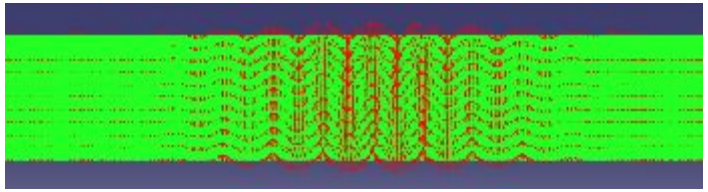
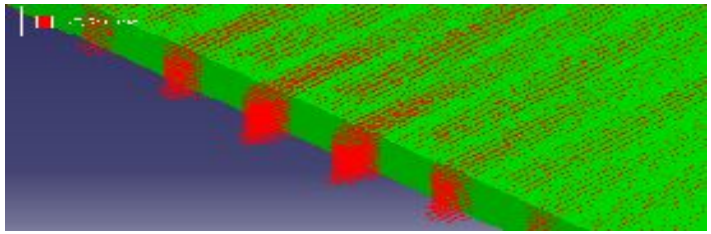






InnerspecTechnologies © 2010

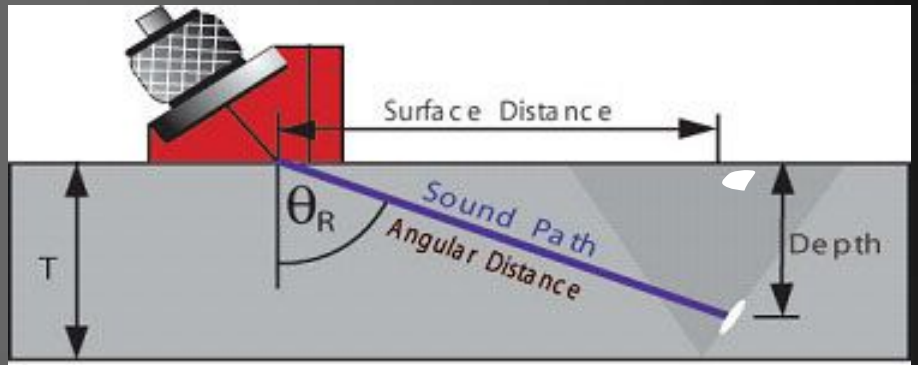
Наиболее известные направленные волны, это волны Релея, Лэмба и поперечная горизонтально ориентированная волна

Направленные волны	Движение частиц	Изображение
Релея или Поверхностные	Эллиптическое , проникновение на одну длину волны	
Лэмба	Ассиметричное или Симметричное	
Поперечная Горизонтальная	Перпендекулярно направлению распространения в горизонтальной проекции	

Для контроля сварных соединений традиционный ультразвуковой контроль использует Поперечную вертикально ориентированную волну (Shear Vertical (SV))

Характеристики:

- Преобразователь превращает электрическую энергию в акустическую и и направляет ее в контролируемый объект
- Для передачи энергии необходимо наличие контактной жидкости (обычно жидкость)
- Обычно используются углы ввода луча от 30º до 60º
- Расположение преобразователя влияет на результаты контроля

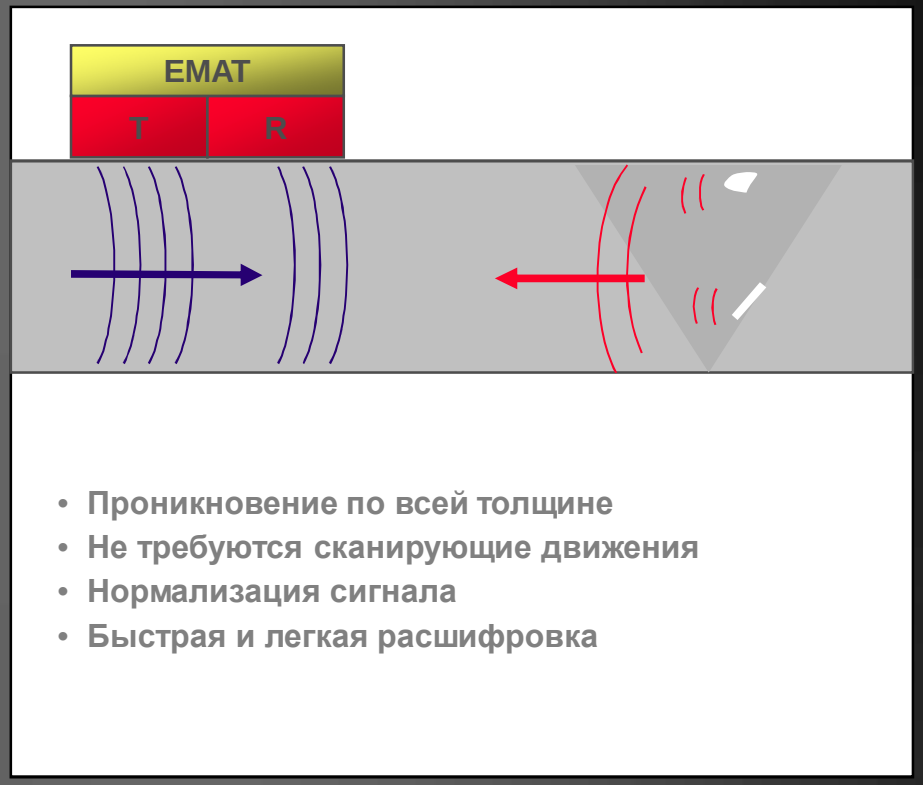


θ_R = Angle of Refraction
T = Material Thickness
Surface Distance = $\sin\theta_R$ x Sound Path
Depth (1st Leg) = $\cos\theta_R$ x Sound Path

Объемные направленные волны (Поперечная горизонтальна (ПГ) или Лэмба) оптимально подходят для проведения контроля сварных швов толщиной до 12 мм.

Характеристики:

- Практическое применение возможно только с применением EMAT
- ПГ/Лэмба волны заполняют полный объем материала независимо от толщины
- Не требуется никаких сканирующих движений или использования преобразователей с фазированной решеткой
- Использование отдельно излучателя и приемника обеспечивают нормализацию сигнала (само калибровка)
- Мало чувствителен к расположению преобразователя



При использование направленных волн, EMAT огромное преимущество по сравнению с традиционным УЗК при автоматизированном контроле сварных швов

Характеристики	EMAT УЗК	УЗК
Сухой (нет контактной жидкости)	Да	Нет
Работает на искривленных и неровных поверхностях	Да	Ограничено
Направленные волны	Да	Нет
Не восприимчив к загрязнению поверхности	Да	Нет
Скорость	+1 m/s	Ограничено наличием контактной жидкости
Постоянная само калибровка	Да	Нет
Постоянство и качество получаемых результатов	Очень высокое	Зависит от контактной жидкости и шумов

InnerspecTechnologies © 2010

Технология с использование EMAT лучше подходит для автоматизированного контроля направленными волнами

Характеристики	УЗК с EMAT	Традиционный УЗК
Сухой (нет контактной жидкости и контакта)	Да	Нет
Работает на изогнутых и неровных поверхностях	Да	Ограничено
Волны в пластинах	Да	Ограничено
Легко интегрируется в производство	Да	Нет
Скорость	+400 m/min	Ограничено применением контактной жидкости
Непрерывная самокалибровка	Да	No
Постоянство и качество получаемых данных	Очень высокое	Зависимость от шумов и контактной жидкости

InnerspecTechnologies © 2010

Оборудование Innerspec Technologies

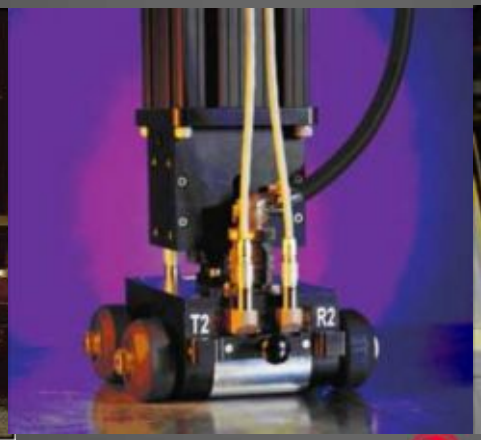
В настоящее время технология EMAT широко используется при работе в непрерывном производстве

- Контроль швов: Особенно хорошо подходит для контроля тонких швов (толщина стенок до 12 мм) с использованием для контроля направленных волн. Около 100 in-line систем установлены на автоматизированных производствах для контроля лазерной сварки, сварки сопротивлением и других видов сварки.
- Контроль прямым лучом. Идеально подходит для тяжелых производственных условий (например при низких ил высоких температурах). Используется для контроля листов, прутков, труб.
- Объемный контроль всего тела объекта. Несколько применений для листов /полос (с одним или несколькими слоями) и труб с использованием направленных волн. Обеспечивает 100% контроль с минимальным количеством датчиков на промышленных скоростях.
- Контроль оборудования находящегося в эксплуатации. Портативное оборудование для уникального применения, например контроль аустенитных швов, контроль поверхностей нагрева и трубопроводов

InnerspecTechnologies © 2010

КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ ШВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАПРВЛЕННЫХ ВОЛН I

- Контроль сварных швов:
  - **temate® Si-CJ.** Контроль сварных швов выполненных стыковой сваркой оплавлением в металлических лентах (катушки)
  - **temate® Si-WB.** Контроль сварки по выкройке. Возможность обнаружения и разделения плоских (вогнутость шва, смещение кромок, непровар, непровар по глубине) и точечных (раковины, поры). Определяет пору диаметром 0.3mm при скорости контроля 1m/s
  - **temate® Si-BW.** Контроль других видов стыковой сварки. Системы для контроля труб сваренных сваркой сопротивлением, дуговой сварки в стальных резервуарах, лазерной сварки. Идеальна для сварки трением и других видов стыковой сварки с/без корнем и валиком усиления.



InnerspecTechnologies © 2010

КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ ШВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАПРВЛЕННЫХ ВОЛН II

- **temate® Si-MW.** Контроль роликовой (точечной сварки) с раздавливанием кромок (RSEW-MS) так же известная как сварка внахлест, широко используется в автомобильной промышленности и при производстве бытовой техники.
- **temate® Si-MWC.** Контроль роликовой (точечной сварки) с раздавливанием кромок (RSEW-MS) так же известная как сварка внахлест при производстве стальных (лента) катушек (при оцинковке, закалке (нормализации)). Легко интегрируется в сварочную систему.
- **temate® Si-LL.** Контроль лазерной сварки внахлест. Используется при производстве крыш автомобилей.

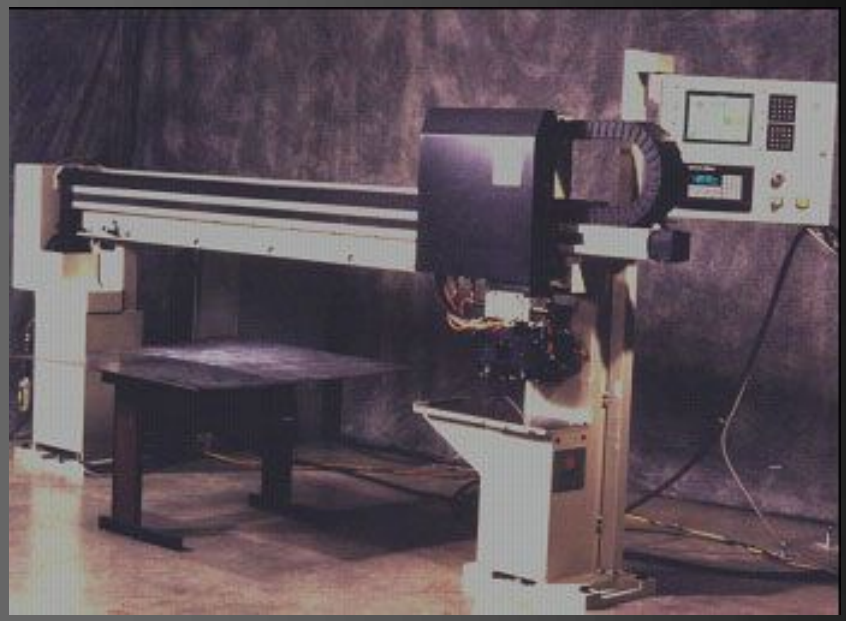
InnerspecTechnologies © 2010

Система temate® Si-CJ.

В 1994 году компания Innerspec представила систему temate® 2000 для контроля сварных стыковых соединений

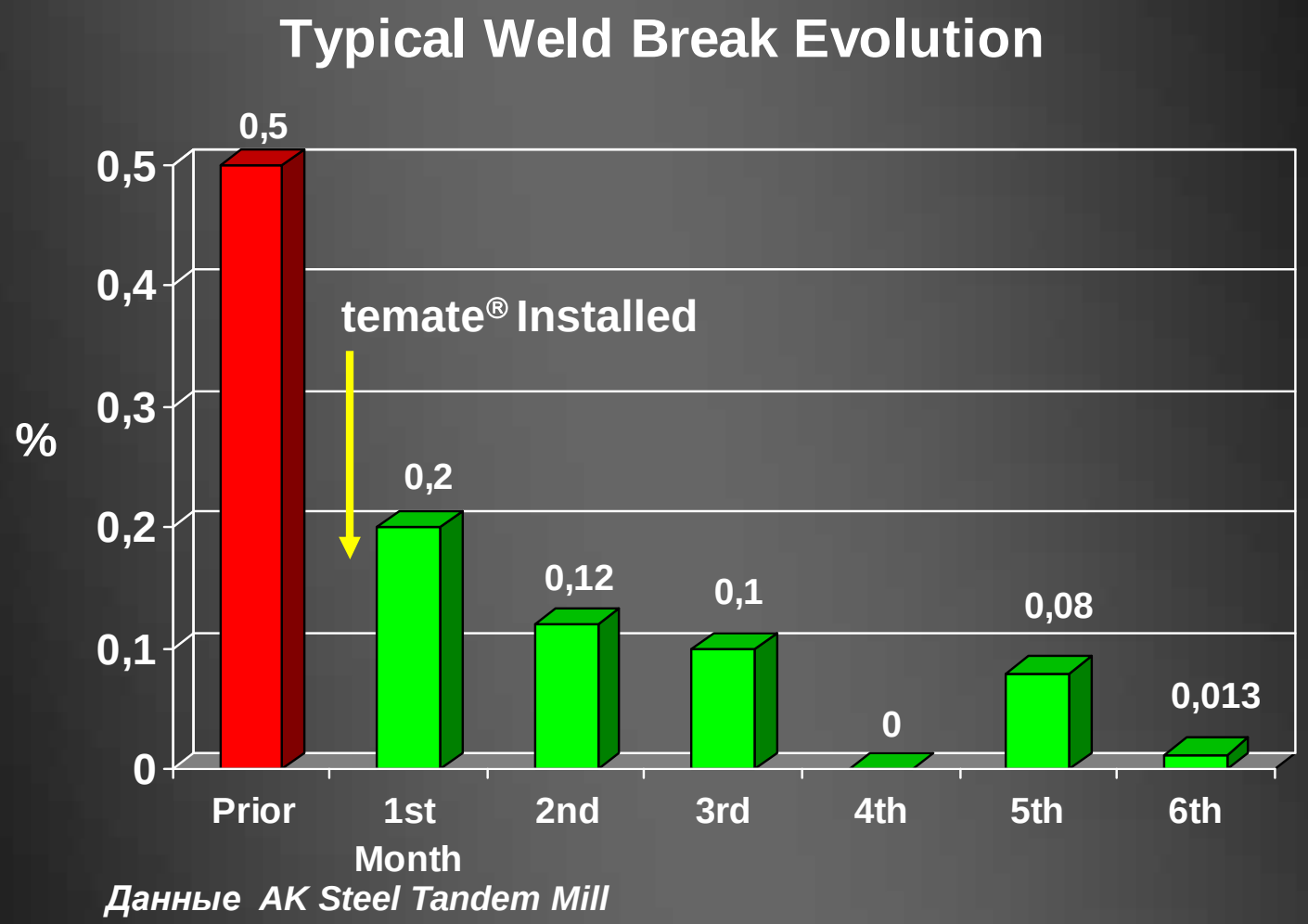
Характеристики:

- Первая интегрированная система на рынке
- Возможность обнаружения таких дефектов как поры, непровары, смещение кромок и др.
- Интегрированный в обрезной станок на установках для термической сварки
- Интегрированный с внешней стороны на обрезных станках сварочных установок Miebach и др. (дополнительный цикл)



temate® 2000

Используя данную систему, ее пользователи более чем на 90% снизили количество разрушений в сварном шве.



Данные AK Steel Tandem Mill

InnerspecTechnologies © 2010

Результаты влияют на весь процесс

Запросы потребителя	Цели	temate® Si-CJ
Увеличить доход	Непрерывное производство высококачественной продукции	• Снижение брака вследствие улучшения качества швов и уменьшение производства продукции не соответствующей спецификациям • Операторы больше уделяют внимание качеству конечной продукции
Снизить затраты	Уменьшение издержек за счет улучшения качества	• 100% использование катушек для любой длины • Снижение трудозатрат (устраняется контроль швов, очистка при поломках, проверка шаровых опор, текущий ремонт) • Снижение отходов • Устранение поломок оборудования из-за катастрофических разрушений
Увеличение оборачиваемости активов	Увеличить коэффициент использования сварочных устройств, линий травления, линий прокатки	• Снижение временных затрат , связанных с поломками • Увеличение скорости линии проката • Уменьшение времени сварочного цикла (не требуется визуальный контроль) • Увеличение времени безотказной работы сварочных систем.

InnerspecTechnologies © 2010

Среднее время возврата вложений менее одного года.

“Производительность линии проката увеличилась на 6% (с 186 тонн/ч до 198 т/ч) в течение первых 2 недель использования системы **temate®**. Производительность в феврале увеличилась еще на 7.8% (с 198 т/ч до 215 т/ч) и простои оставались на уровне ниже ожидаемого.”

После 6 недель производительность увеличилась до 215 тонн в час

13.5% увеличение менее, чем за два месяца!

LTV Steel Hennepin Works

COMMON GROUND

March, 1997 — Volume II Issue 3

To improve the level of communications at the Hennepin Plant

TEMATE commissioning better than expected

by JIM CARBONI[illegible] / KEITH STUFFLEBEAM

On January 16, the Temate 2000 weld inspection system was commissioned on the Pickle Line. The Temate 2000 is a nondestructive Butt Weld Inspection and Welder Diagnostic System. Weld inspection is done by electromagnetic acoustic transducers producing ultrasonic waves to help identify poor welds which can include lack of fusion, mismatched edges, overlapped welds, cold welds, under/over trim and voids.

The commissioning of the Temate 2000, with the help of Assigned and Central Maintenance went along without any drastic setbacks. However, shortly after the initial startup on January 17, the "Mother Board" malfunctioned and was replaced.

The performance of the Temate 2000 has exceeded all expectations the first month of operation. The weld break performance is at 0.115 percent (3 weld breaks out of 2,652 welds through the Tandem Mill) since commissioning. Through February there were NO WELD BREAKS OUT OF 1,484 WELDS.

The Tandem Mill productivity increased 6% (186 to 198.4 TPH) during the first two weeks of Temate operation. February productivity has also increased another 7.8% (198.4 to 215.1 TPH) and delays remain below goal. The continuous operations has resulted in additional tons available to the Annual Department. During the first two weeks of January, the Tandem Mill changed 15 sets of rolls due to 12 weld breaks. There has been NO ROLL CHANGES due to weld breaks during February.

The Roll Shop has a larger inventory of available rolls due to fewer weld breaks. They are now able to utilize the chrome rolls for stands 1, 2 and 3. The overall lineal footage on the rolls in stands 4 and 5 has increased by 33% (600,000 ft. to 800,000 ft.).

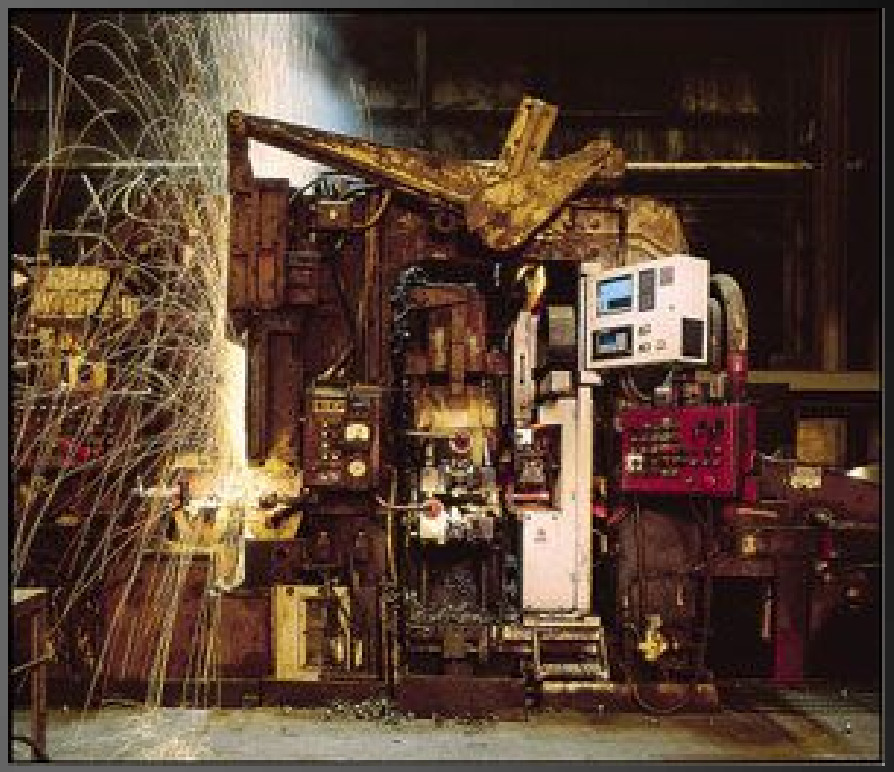
All of these results have been accomplished by the efforts of the Pickle Line Welders and Entry personnel. The welders are experiencing a cut-out and re-weld rate of 6% on motor lamination and 2% on all other material. With good welds, larger coils can be produced to maximize customer coil weights.

Bob Miles, Pickle Line Welder Operator, [illegible] the Temate console. Photo by [illegible]

Каждый год поставляется несколько новых систем по всему миру.

Пользователи систем temate® 2000 и Si-CJ

- AK Steel (2)
- ArcelorMittal Steel (LTV) - Indiana Harbor
- ArcelorMittal Steel (LTV) - Cleveland
- ArcelorMittal Steel (LTV) - Hennepin
- US Steel (Stelco) (2)
- ArcelorMittal (I/N Tek)
- USS-POSCO
- US Steel - Mon Valley (2)
- US Steel - Gary
- US Steel (National Steel) – Midwest
- US Steel (National Steel) – Great Lakes
- ArcelorMittal (Ispat/Inland Steel)
- ArcelorMittal (Dofasco) (temate® Si-CJ)
- Bluescope Australia (temate® Si-CJ)
- California Steel (temate® Si-CJ)
- Dongbu (temate® Si-CJ)
- ArcelorMittal (EKO Stahl) (temate® Si-CJ)
- US Steel Kosice (temate® Si-CJ)
- Bluescope New Zealand (temate® Si-CJ)



Установка на ArcelorMittal Steel Cleveland

InnerspecTechnologies © 2010

С момента установки первой системы в 1994 г., Innerspec не прекращает улучшать систему

Цели

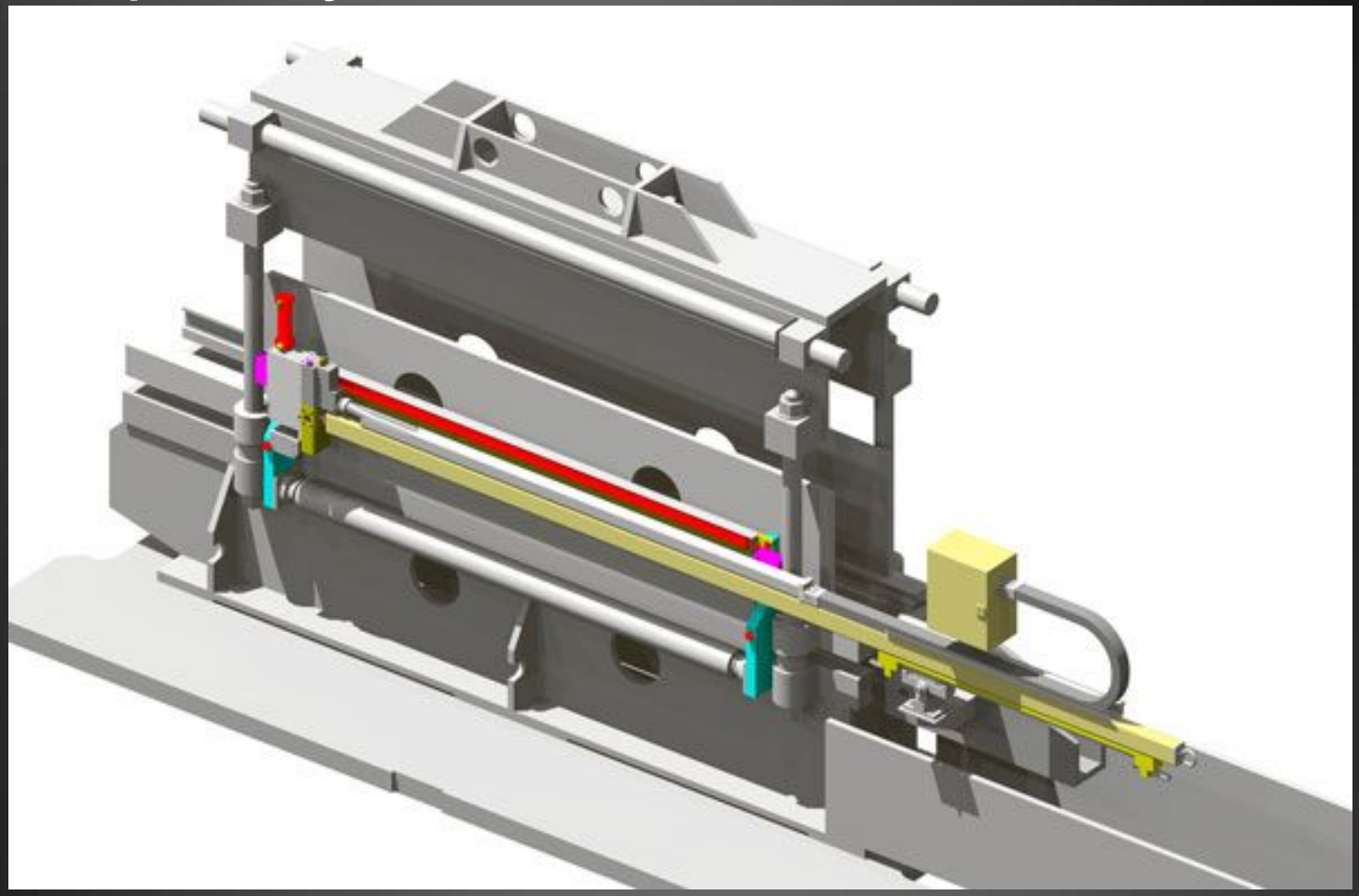
- Улучшение возможностей для обнаружения дефектов
- Улучшение возможностей для контроля быстрорежущих сталей, двухслойных сталей и новых материалов
- Улучшение интеграции со сварочными системами
- Снижение (устранение) времени цикла контроля (для Miebach)
- Облегчение установки и пуска в эксплуатацию
- Улучшение обслуживания
- Снижение стоимости оборудования

InnerspecTechnologies © 2010

Последнее, 3-е поколение систем, представленное в 2009 г., имеет возможность диагностировать любой тип стали, легче в настройках, использовании и более рентабельный, чем предшественники.

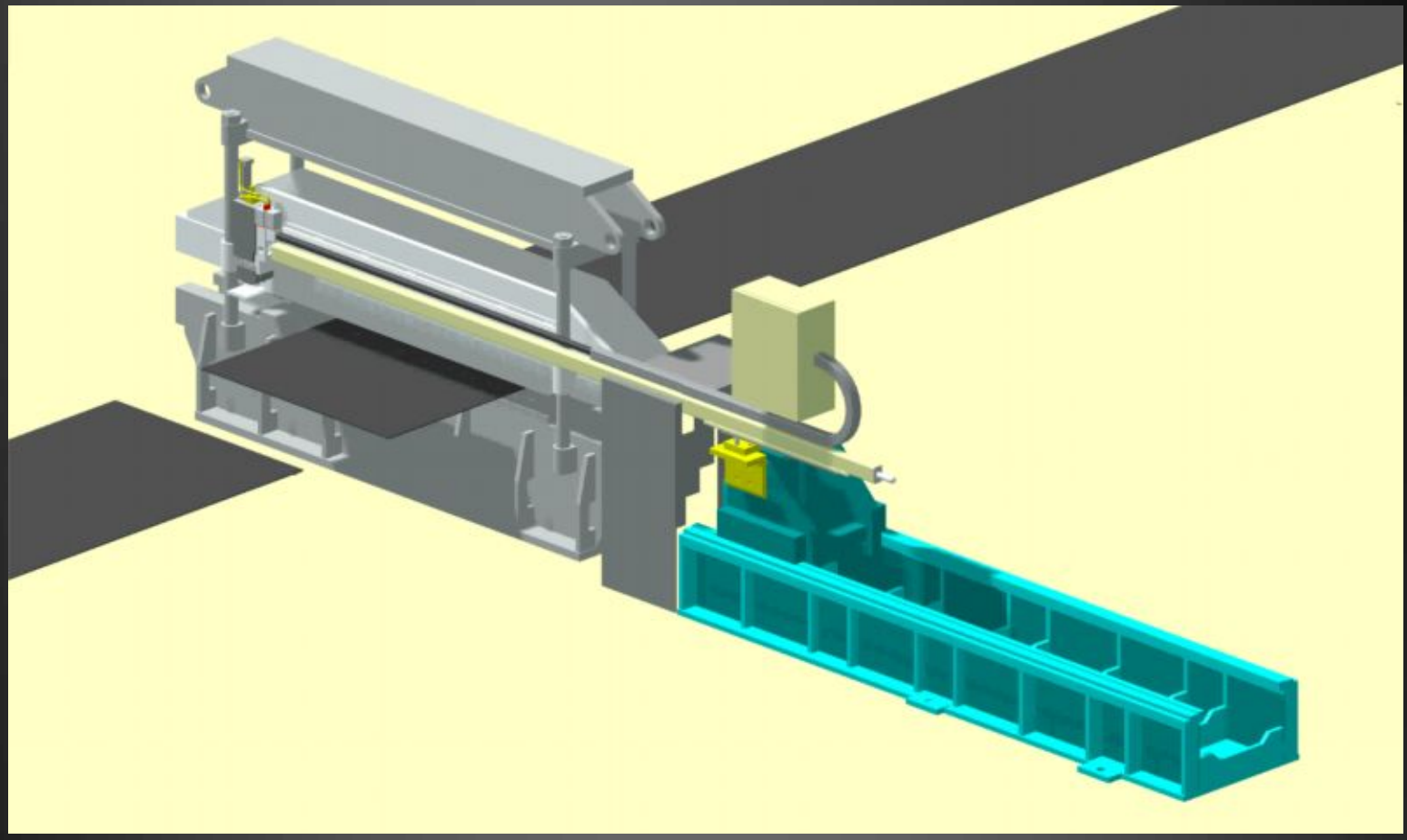
Возможности	G1	G2	G3
Год представления	1994	2003	2009
Интегрирование внутри сварочной системы	TW	TW & Miebach	TW & Miebach
Типы сталей	Малоуглеро-дистые стали	большинство инструментальных, сплавы и стали с повышенным содержание кремния	Все типы сталей
Настройки для различных типов сталей	Off-Line	Off-Line	Не требуется
Независимый процессор	Нет	Да	Да
Модульная конструкция, основанная на базе платформы temate®	Нет	Да	ДА
Компьютерное обучение	Нет	Да	Да

Новая система temate® Si-CJ(TD) может устанавливаться внутри обрезного станка установки для термической сварки или сварочной установки Miebach



InnerspecTechnologies © 2010

Интеграция внутри сварочной машины, позволяет использовать движение каретки для проведения контроля



InnerspecTechnologies © 2010

Датчик перемещается вдоль желоба примыкающего к отрезному станку

InnerspecTechnologies © 2010

Вся система устанавливается внутри сварочной машины

InnerspecTechnologies © 2010

Сенсорная головка в сборе опускается во время контроля и поднимается вверх когда контроль не требуется или когда обнаруживается преграда.

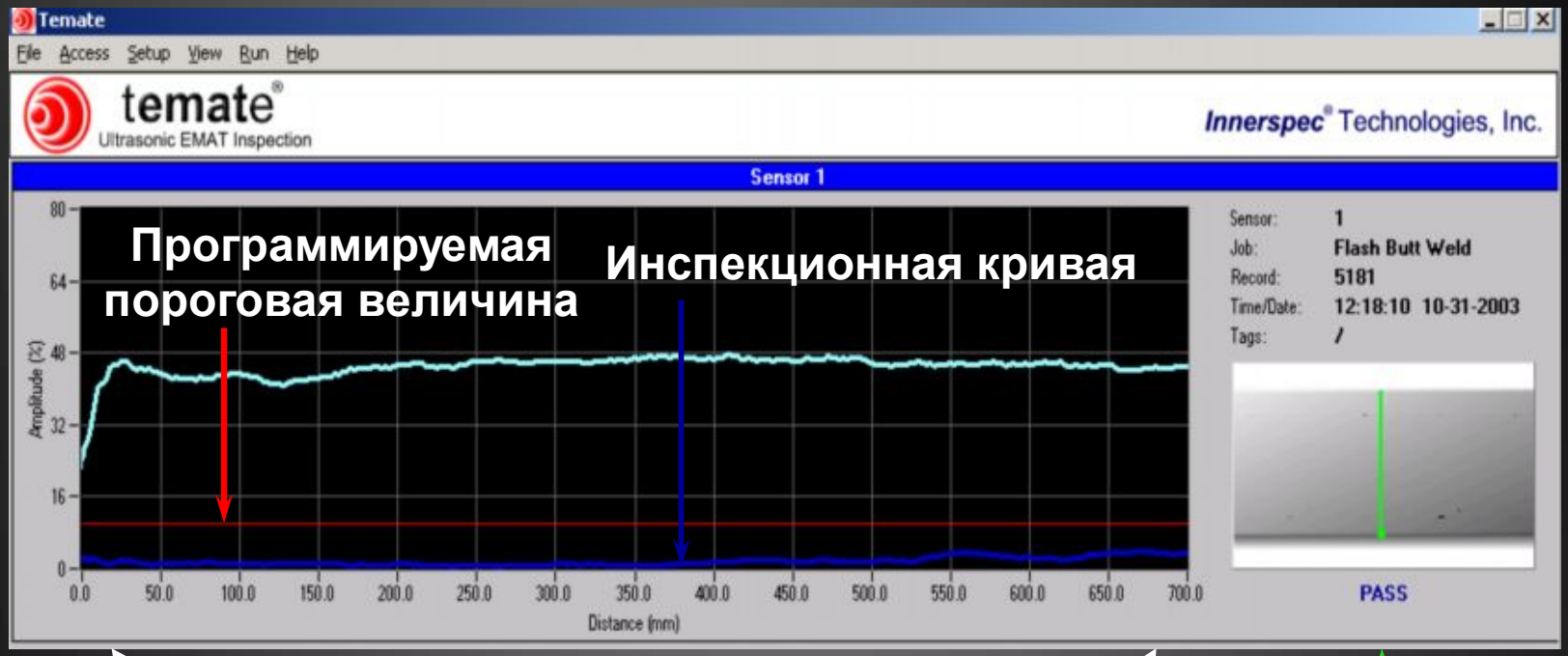
InnerspecTechnologies © 2010

На некоторых сварочных установках используется система temate® Si-CJ(AD) с независимыма приводом для передвижения сенсора

InnerspecTechnologies © 2010

Система контролируется с удаленного терминала или со стойки для сбора данных

Контроль осуществляется автоматически



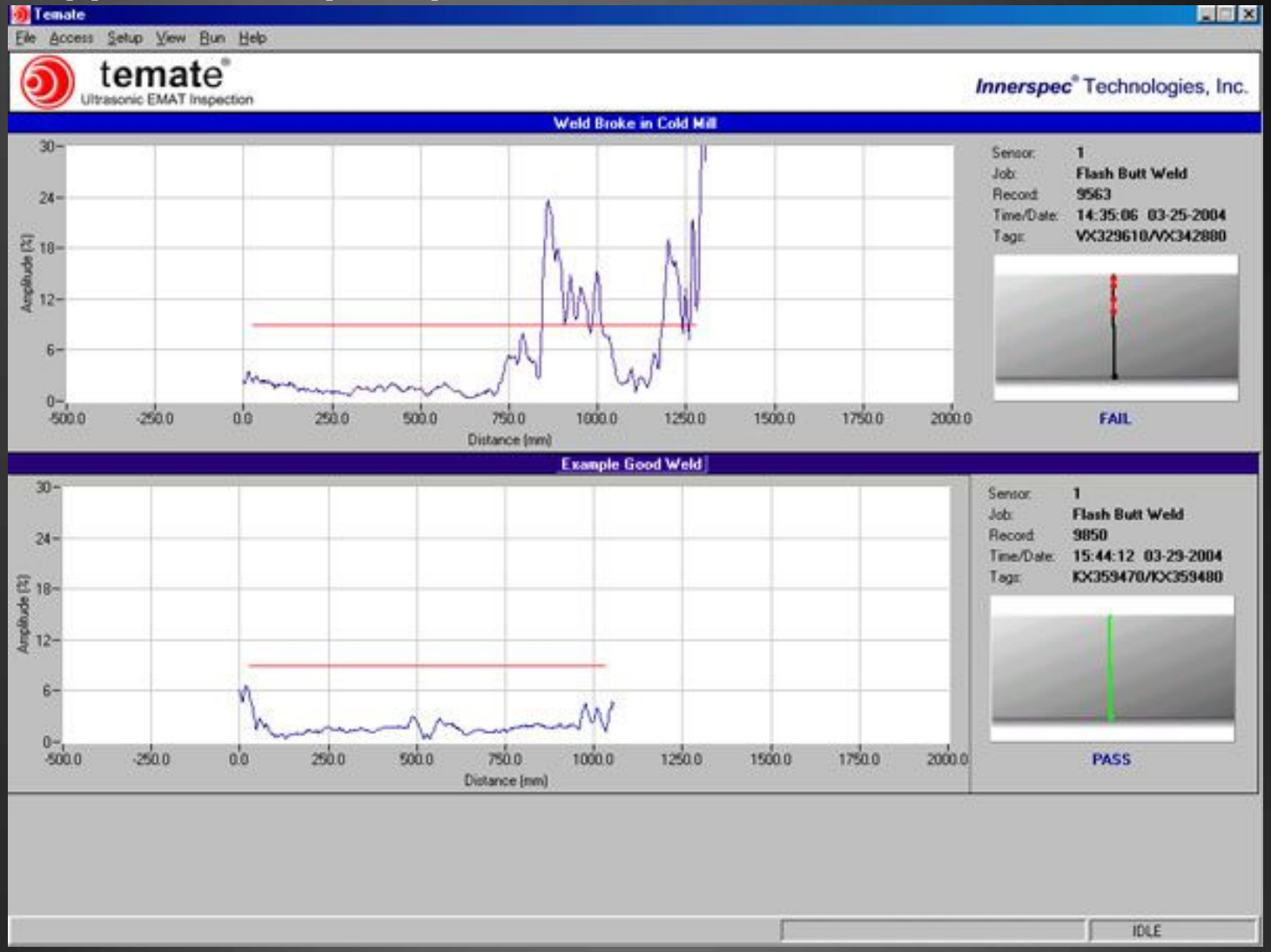
Сторона оператора

Направление перемещения

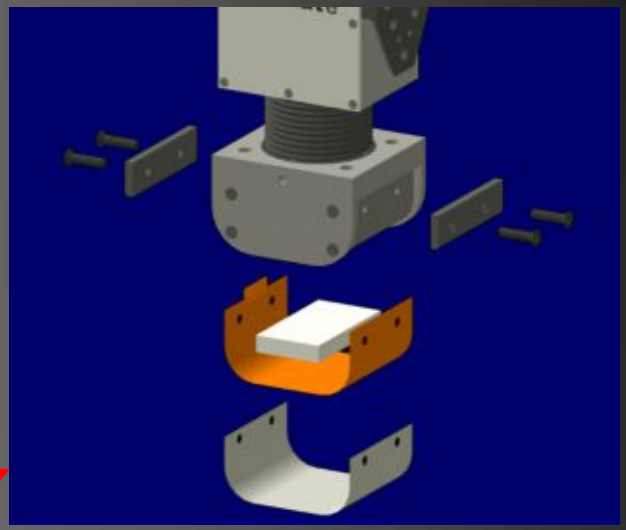
Местоположение шва

InnerspecTechnologies © 2010

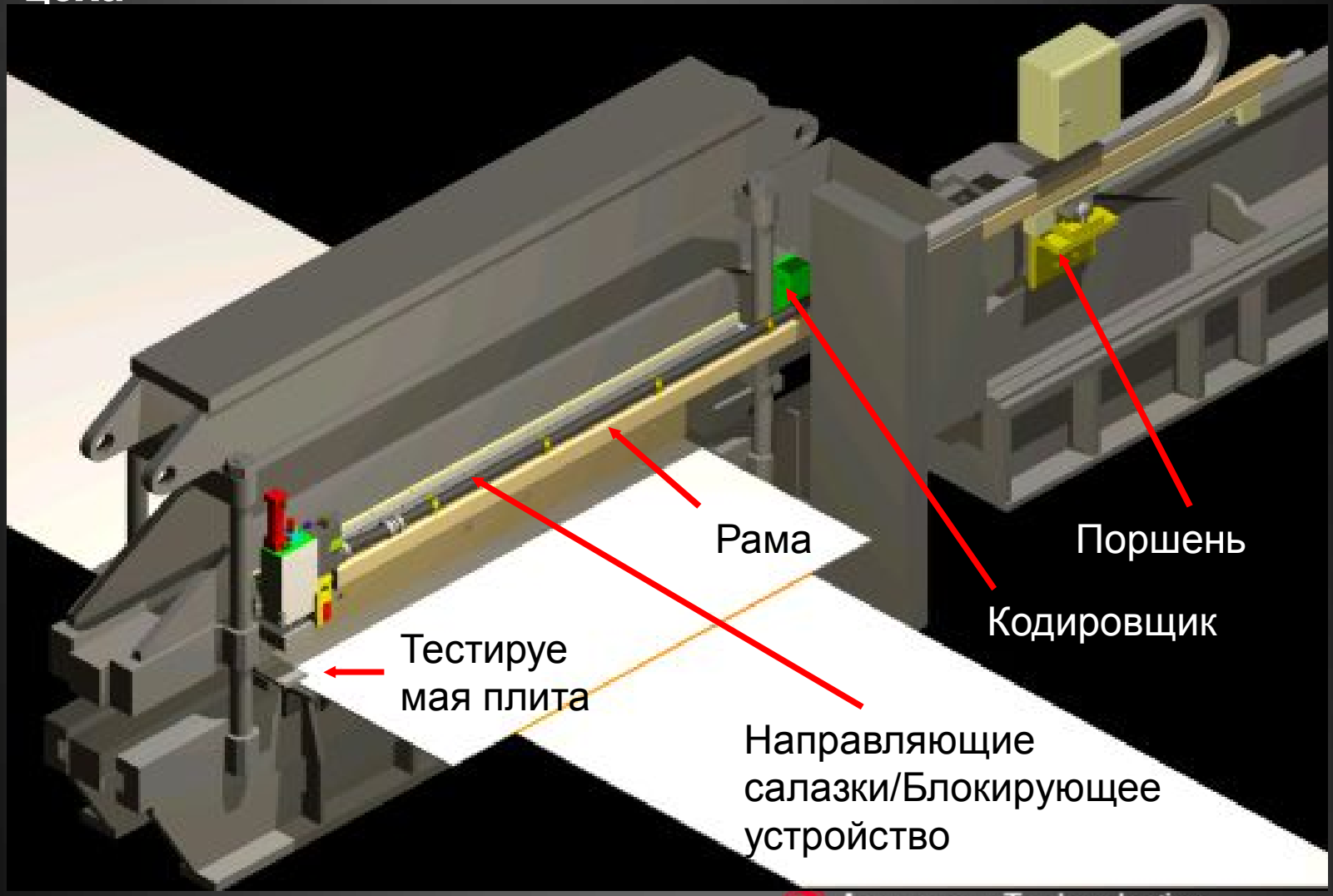
Прямое определение хорошего или плохого шва не требует расшифровки оператора



Обслуживание требует только съемная головка сенсора



Установка не требует специальных приготовлений и может быть установлена во время планового отключения прокатного цеха

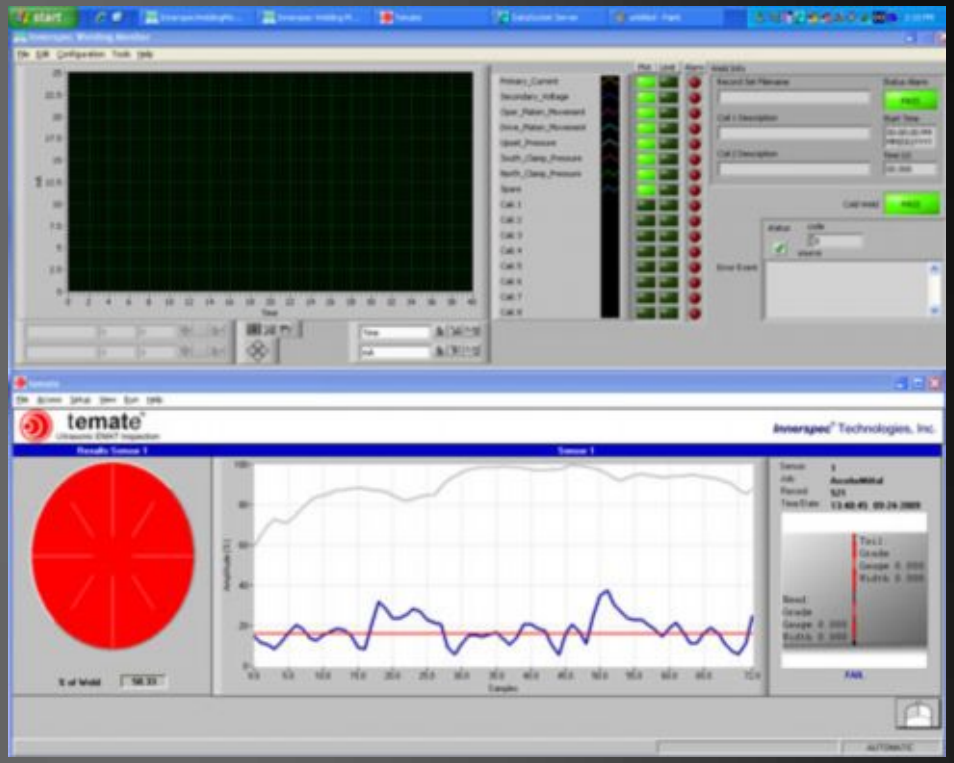


InnerspecTechnologies © 2010

Как опция, система может поставляться с программным пакетом для диагностики сварочной установки

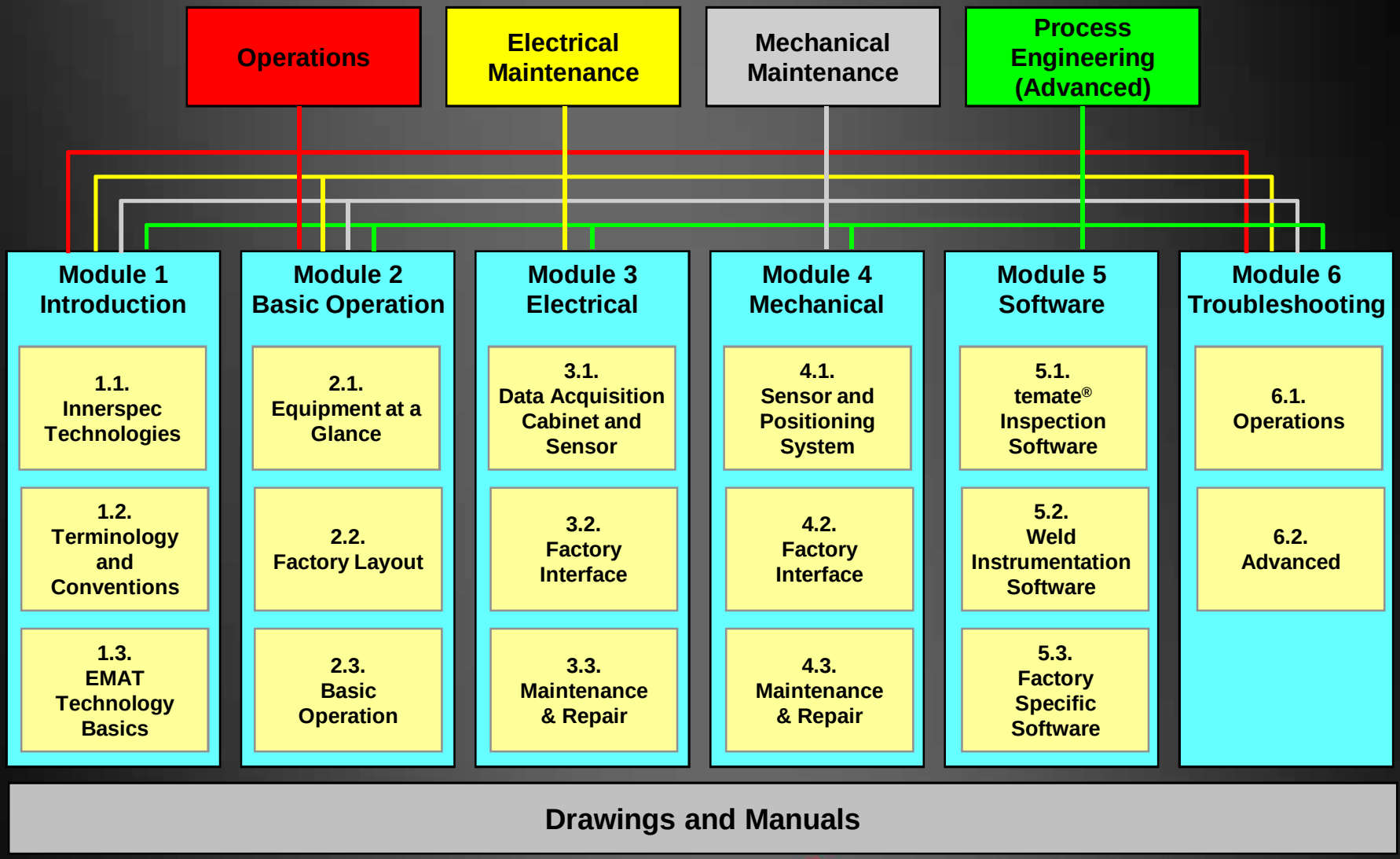
Характеристики:

- Система мониторинга сварочного процесса с возможность предоставления результатов в одном окне с результатами контроля
- Отслеживает до 8 параметров; напряжение и ток сварки, передвижение стола, давление
- Предоставляет алгоритм расчетов и полный пакет статистики для обработки информации



Integrated Weld Machine Diagnostics and Post-Weld Inspection

Система включает полный компьютерный курс обучения



InnerspecTechnologies © 2010

Новая система temate® Si для контроля сварки на установках для соединения концов полос, рекомендована и одобрена двумя крупнейшими производителями сварочного оборудования для стыковой сварки

temate®

Miebach

TW Taylor Winfield

“Новая система Si-CJ работает как чемпион! Единственная операция по обслуживанию, замена защитной прокладки датчика. Она была заменена через три недели после установки (было проконтролировано 5200 стыков). Фантастика! Мы влюблены в эту машину! “

(Jeremy Mathis-USS Gary, IN)

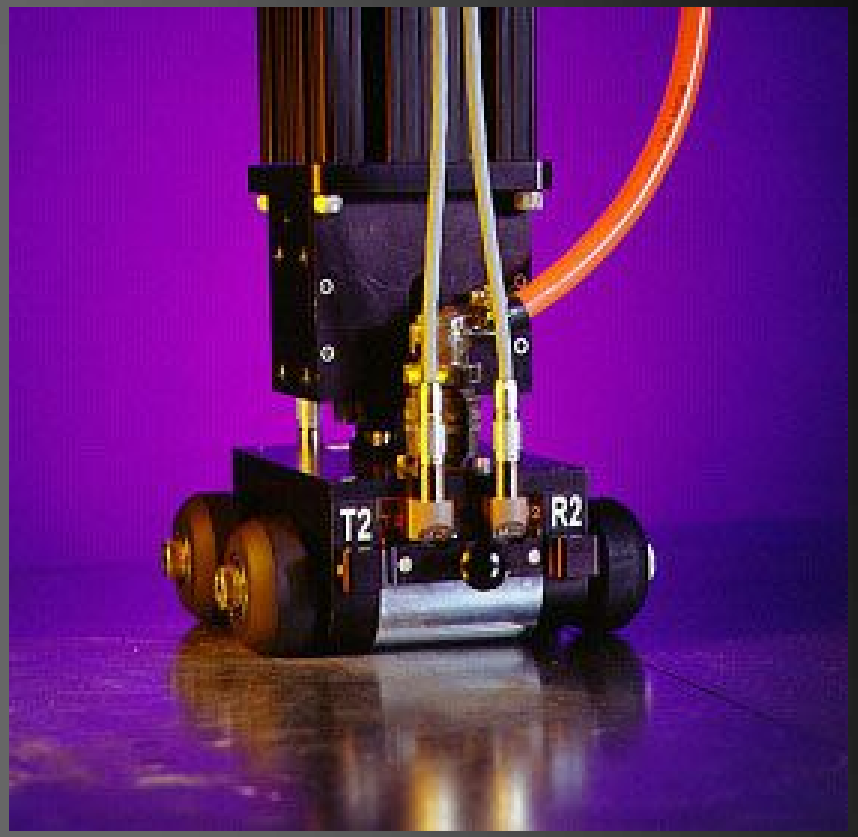
Система temate® Si-WB
Контроль сварных швов «по выкройке»

InnerspecTechnologies © 2010

Система Temate® Si-WB разработана для контроля сварки «по выкройке» (TWB – tailor welded blanks)

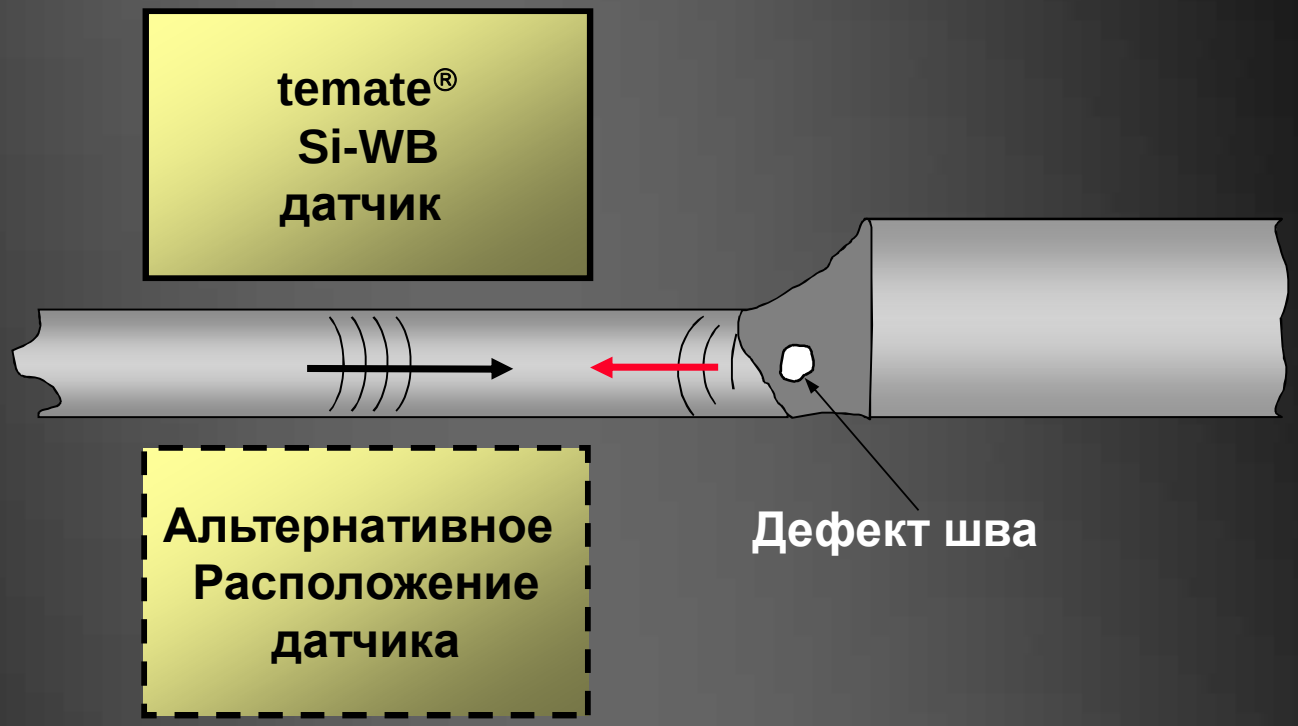
Характеристики:

- Автоматизированный или ручной контроль прямолинейных и криволинейных швов
- Двухканальная система определяет плоские и точечные дефекты независимо
- Возможность контроля с высокой скоростью (1 m/s)
- Одна система поддерживает до трех сенсорных головок
- Наиболее достоверная и надежная система на рынке



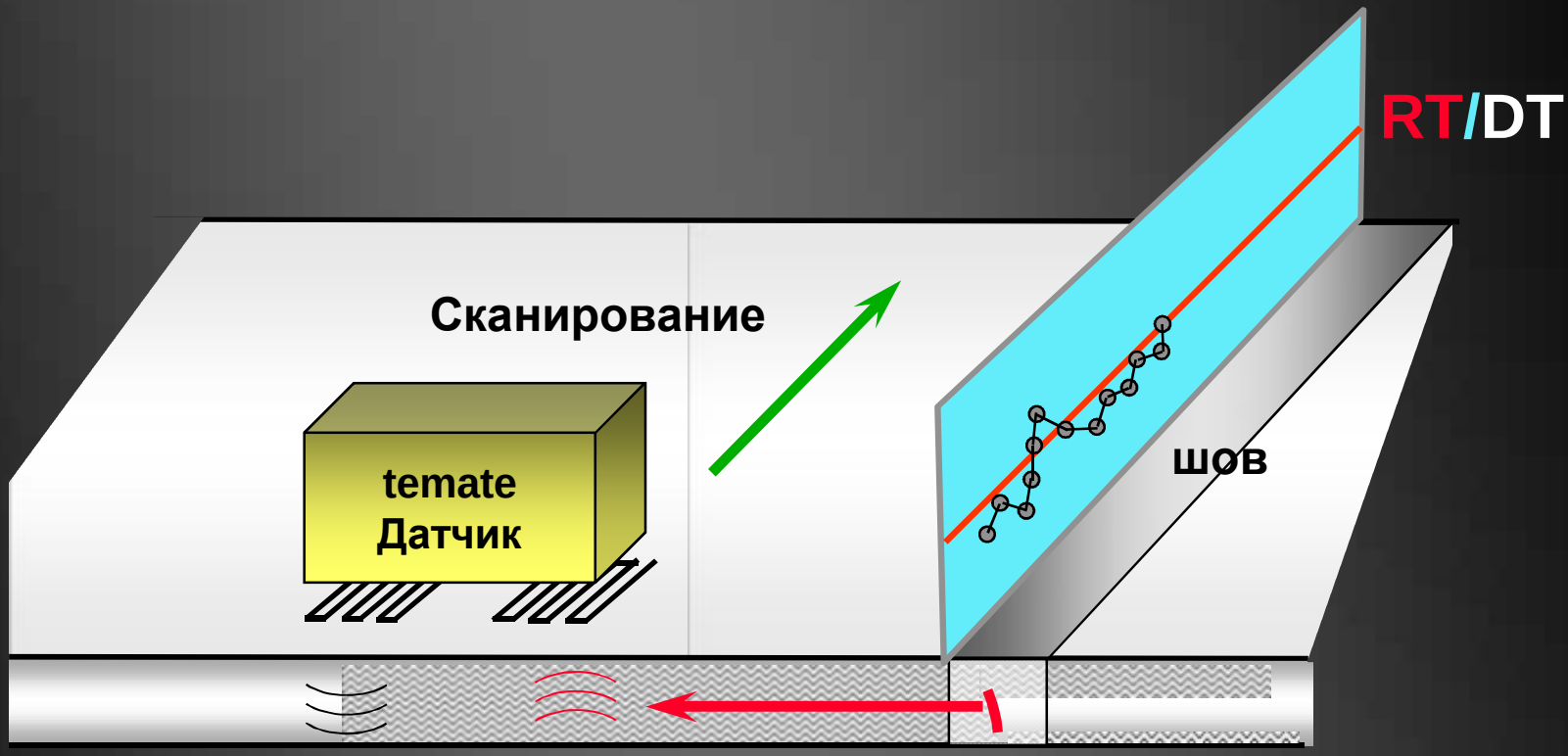
Сенсор изготавливается под нужды заказчика

Направленные волны полностью заполняют объем заготовки, поэтому датчик может располагаться как на верхней, так и на нижней поверхности.



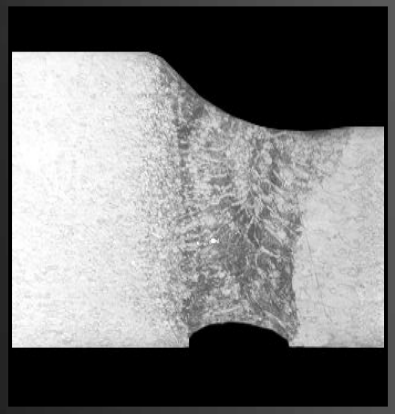
Датчик перемещается вдоль линии шва, обеспечивая его полный контроль

- Само калибровка. Система автоматически отслеживает и калибруется в зависимости от изменения типа стали и других изменений процесса.

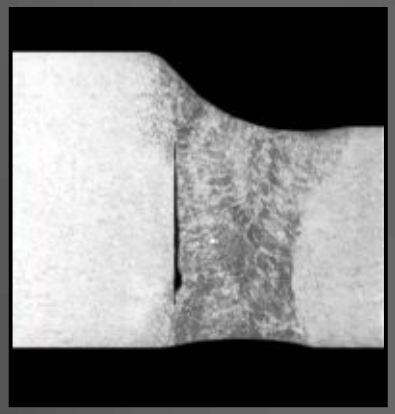


Дефекты шва могут классифицироваться как точечные или плоские

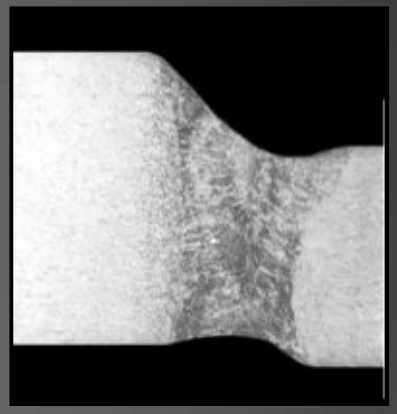
Плоские дефекты



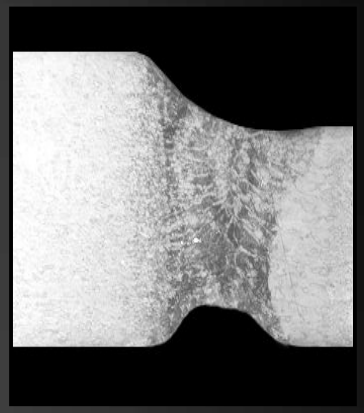
Непровар шва по глубине



Непровар

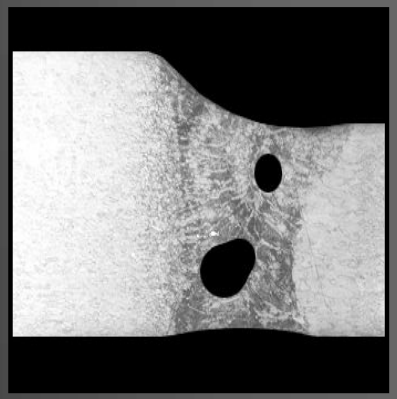


Смещение кромок

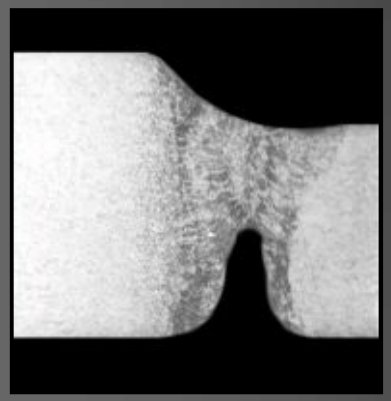


Вогнутость

Точечные дефекты



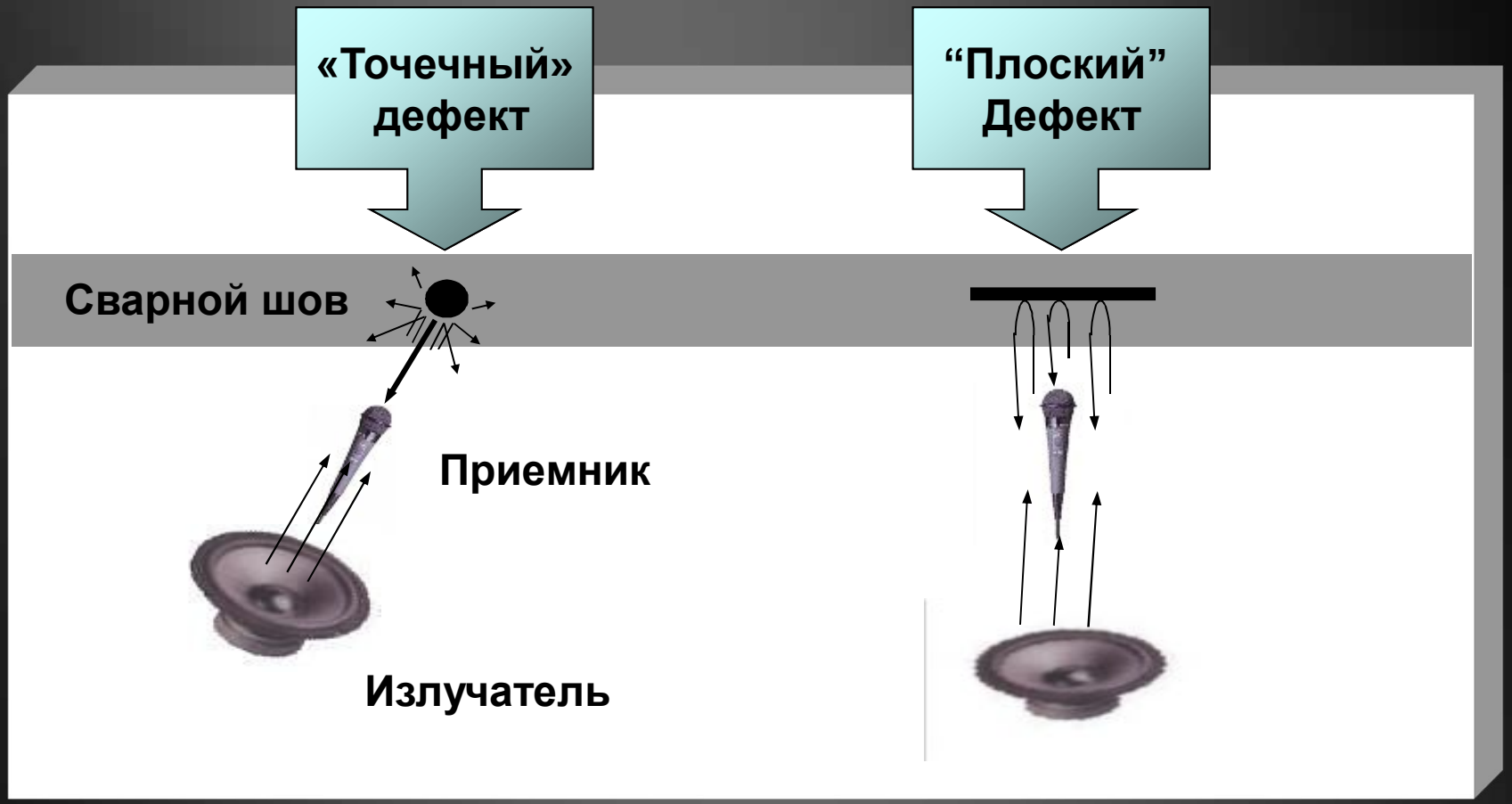
Поры



Пора

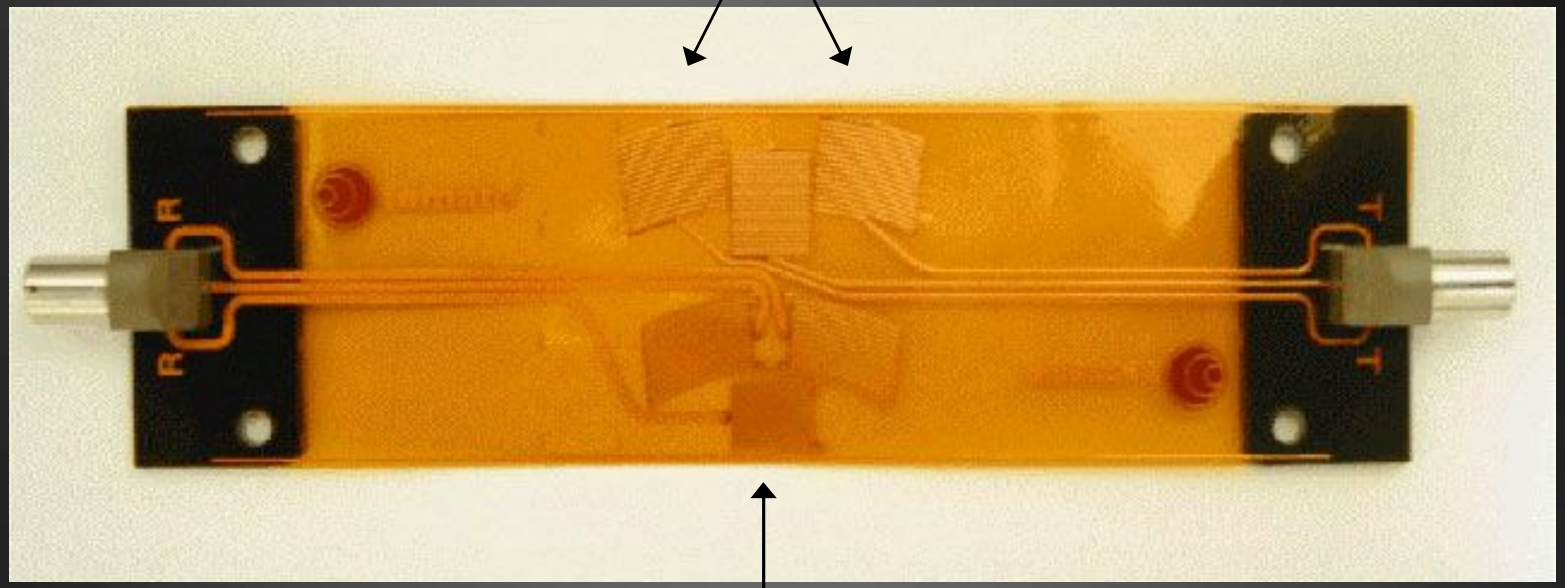
InnerspecTechnologies © 2010

Точечные и плоские дефекты отражают УЗ волну по разному



Соответствующий EMAT сенсор разработан с учетом возможности различать оба типа дефектов

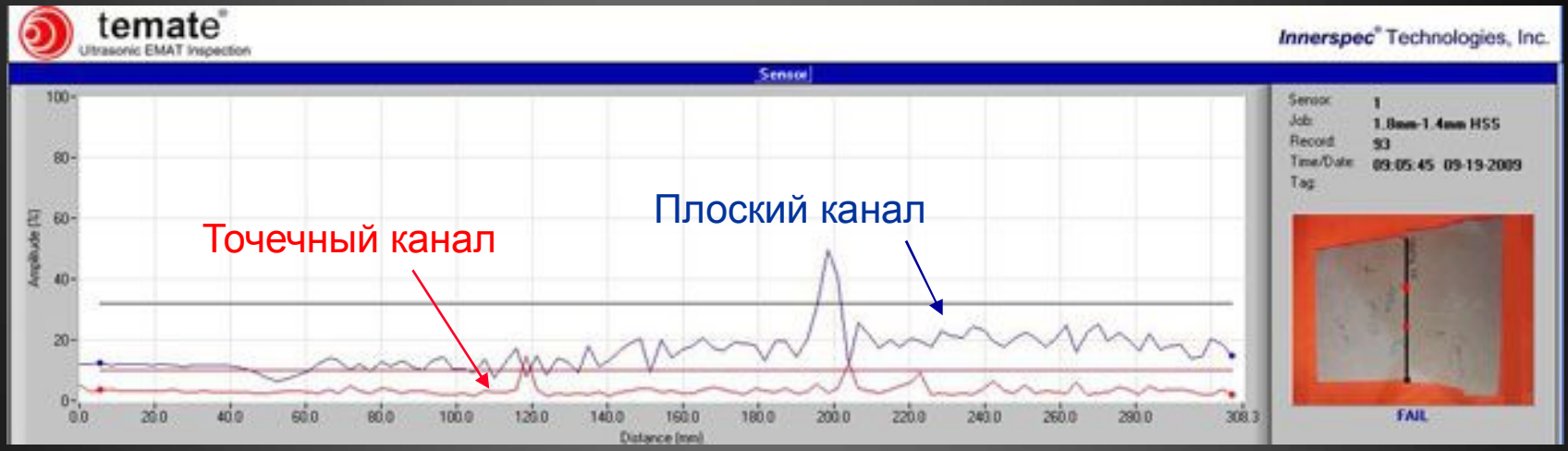
Канал для Точечных дефектов



Канал для плоских дефектов

InnerspecTechnologies © 2010

Система распределяет результаты в реальном времени на «плохой шов»/«хороший шов», и не требует расшифровки оператором



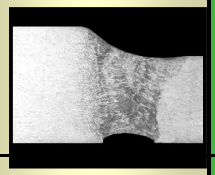
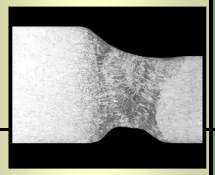
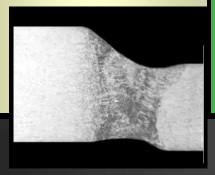
Датчик может устанавливаться на роботизированный манипулятор или стационарно на контролируемую деталь

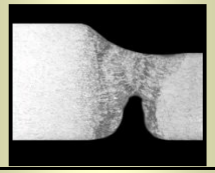
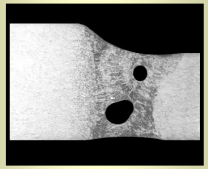
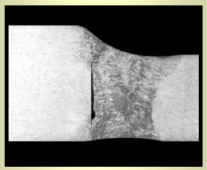
Роботизированный манипулятор

Стационарная установка в in-line режиме

InnerspecTechnologies © 2010

Система temate® является единственной системой для определения внутренних дефектов

Дефект	temate®Si-WB	Видео
	Очень хорошо	Хорошо (Требуется камера с 2-х сторон)
	Очень хорошо	Хорошо (Требуется камера с 2-х сторон)
	Хорошо	Хорошо

Дефект	temate® Si-WB	Видео
	Очень хорошо	OK
	Очень хорошо	НЕ определяется
	Очень хорошо	НЕ определяется

- Видео системы хорошо работают для определения поверхностных дефектов и геометрических проблем со швом, но требуют доступа с двух сторон и не определяют внутренних дефектов. Ultrasonic EMAT provides full volumetric inspection
- Система **temate® Si-WB** является **единственной** системой, определяющей все дефекты шва.

InnerspecTechnologies © 2010

Месячное сравнение результатов системы temate® и видео системы от ведущего европейского производителя, показали, что система temate® является лучшей альтернативой

- Демо версия системы **temate®** была установлена на линию, на которой уже имелась видео система контроля
- После месяца работы, система **temate®** не пропустила ни одной бракованной детали
- Видео система не определила ни одного внутреннего дефекта и пропускала дефектные детали как с внутренними , так и с внешними дефектами.
- Процент брака системы **temate®** был намного ниже чем у видео системы. Система **temate®** не отбраковывала материал из-за «косметических» проблем

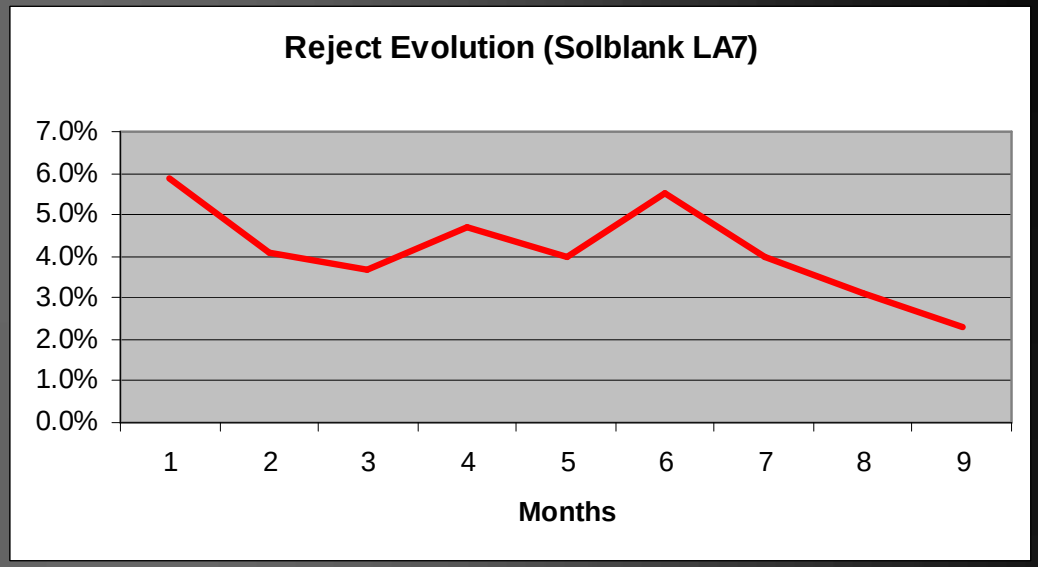
Заключение

“Ультразвуковая система с EMAT, temate® Si-WB, является лучшим инструментом для выявления существенных, структурных проблем при контроле сварных соединений «по выкройке», и держит процент брака на минимальном уровне”

InnerspecTechnologies © 2010

Опыт работы системы на Solblank (LA7), Испания. Дверная панель с криволинейным швом.

- **Система temate®** установлена в Ноябре 2003. Робот устанавливал деталь на верхнюю часть сенсора
- Ни одной отбраковки из-за качества штамповки с момента установки системы (особенно критично на кривых участках)
- Увеличилось время сварочных работ и увеличилась производительность



*"Производительность стала самой высокой за все время работы, и мы смогли запустить проекты по внесению улучшений и снижению затрат, которые были бы невозможны без уверенности, которую обеспечила система **temate**"*

Adolfo Costa.
Генеральный менеджер Solblank SA

Более 50 установленных систем, демонстрируют ценность системы temate® Si-WB по всему миру

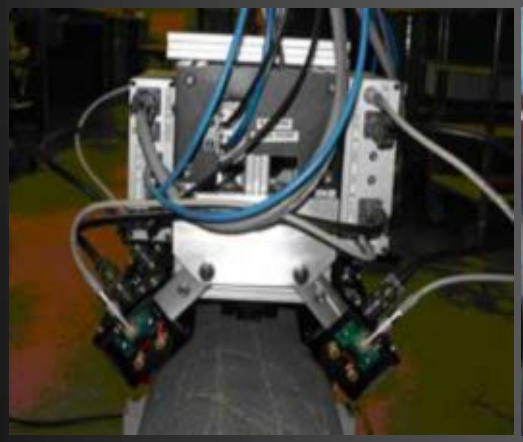
"После тестирования различных систем для контроля швов, мы решили приобрести систему ***temate®*** *за ее выдающиеся эксплуатационные качества и возможность беспрепятственного интегрирования в нашу производственную линию. Система* ***temate®*** *обеспечивает надежные и повторяемые результаты контроля, которые требуются нам для производства сварных соединений «по выкройке» и она сразу стала важным инструментом для нашей компании."*

Adolfo Costa. Генеральный менеджер Solblank SA

Независимый отсек для контроля швов «по выкройке»

Объемный контроль с использованием направленных волн I

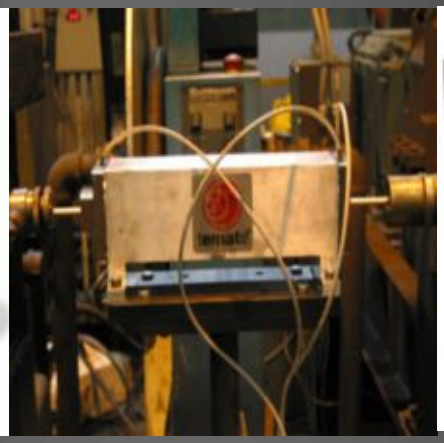
- Объемный контроль с использованием направленных волн: Позволяет контролировать большие объемы с использованием малого числа датчиков и без прямого доступа к контролируемой области.
  - **temate® Ti-DP.** Контроль чугунных (ковкое железо) труб в производственных условиях. Определяются продольные трещины и измеряется толщина стенки по все трубе
  - **temate® Ti-HPC.** Определение продольных и поперечных трещин, толщинометрия, коррозионная карта объекта, в сосудах высокого давления.
  - **temate® Ti-P.** Контроль трубопроводов и резервуаров для определения коррозии, включая участки к которым нет прямого доступа (под поддержками, на границе раздела земля-воздух)



InnerspecTechnologies © 2010

Объемный контроль с использованием направленных волн II

- **temate® Pi-GW (Стальные катушки (ленты)).** Контроль стальных полос при производстве на предмет обнаружения расслоений и других внутренних дефектов с применением двух комплектов датчиков в центре полосы.
- **temate® Pi-GW (Материалы с покрытием).** Определение расслоений в композитных металлах, в металлах с покрытием, имеющих несколько слоев. Контроль проводится двумя датчиками, расположенными с двух сторон ленты (полосы).
- **temate® RI.** Используется для объемного контроля прутков, возможность определения дефектов диаметром до 0.05mm



Система temate® Pi-GW

Применение 1. Определение поверхностных и внутренних дефектов в стальной полосе

Характеристики

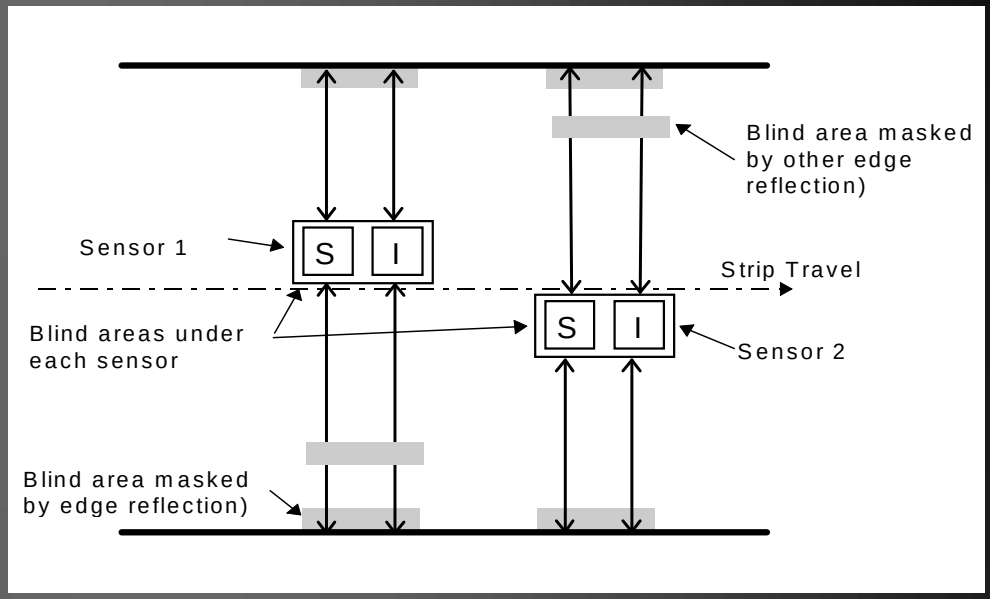
- Разработано для контроля стальной полосы толщиной от 2 до 7 мм после травления
- 100% объемный контроль
- Многоканальная система для различных материалов
- Определяет внутренние дефекты на производственной скорости (свыше 400 м/мин).
- Разрабатывается под специальные требования заказчика

InnerspecTechnologies © 2010

Технология с использованием двух сенсоров определяет дефекты в направлении прокатки с использованием направленных волн

Характеристики:

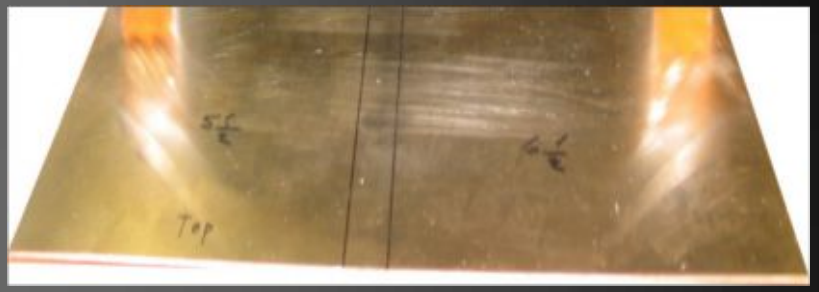
- Два сенсора направляют волну от центра к краям полосы
- Контролируется полоса толщиной до 7 мм, протравленная или нет
- Обнаруживаются дефекты величиной до 0,1 мм в направлении прокатки
- Минимальная длина определяемого дефекта 7 мм при максимальной скорости на линии
- 100% объемный контроль за исключением области приблизительно в 40 мм от концов полосы
- Экономичный и надежный метод



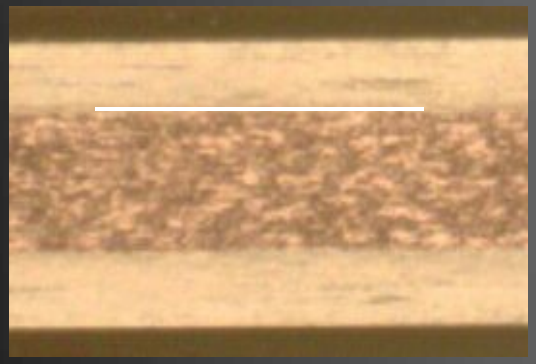
Система с двумя сенсорами

Применение 2. Выявление расслоений в композитных материалах

Катушки с покрытием



Лента с искусственными дефектами



Поперечное сечение, фото

Монета с и без дефекта

InnerspecTechnologies © 2010

Для данного применения разработана специальная версия системы

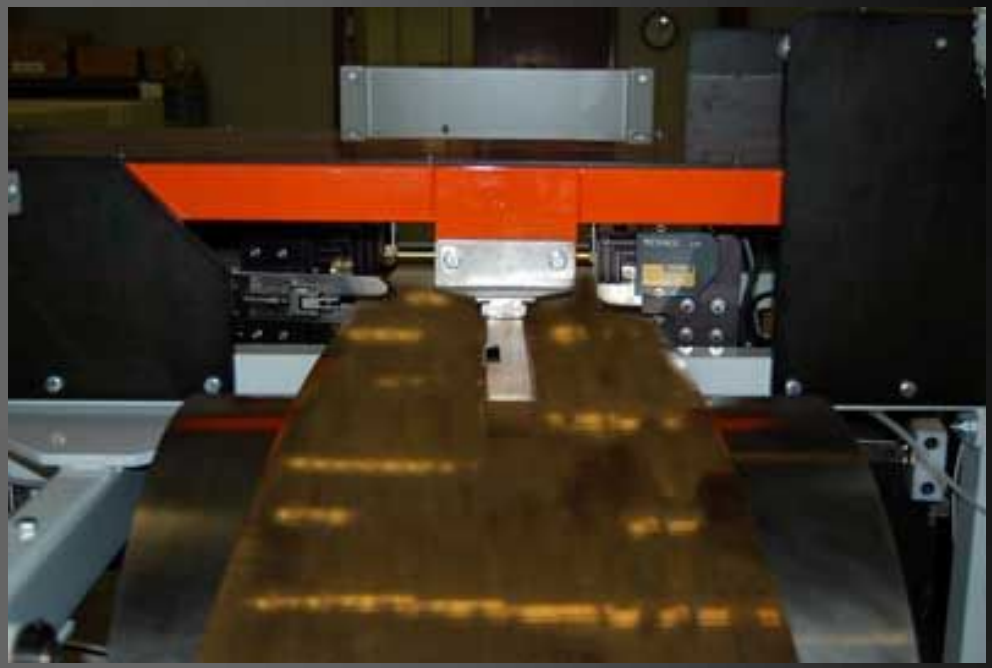
Характеристики

- Для изготовления монет используется никель/латунный с медным покрытием композит
- Определяет расслоение в каждом из слоев
- Многоканальная система для различного типа материалов
- Определяет внутренние дефекты на производственной скорости (свыше 400m/min)
- Разрабатывается под специальные требования заказчика

В этом случае сенсоры располагаются на обоих краях

Характеристики:

- Два сенсора посылают волну от краев ленты
- Система определяет разность во времени прохождения сигнала и амплитуду сигнала от внутреннего расслоения
- Двойная частота гарантирует что будет определен дефект любого размера
- Контролируется 100% материала
- Первое рентабельное решения для данной проблемы

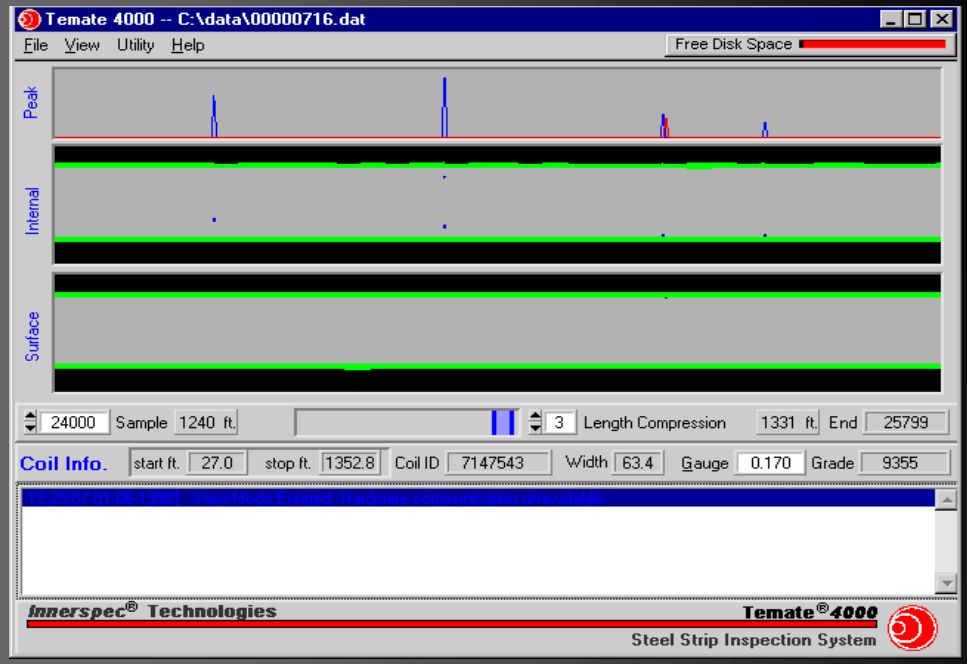


Сенсоры по краям

Результаты предоставляются в режиме реального времени и хранятся в базе данных для возможного дальнейшего анализа

Особенности:

- Пользовательский интерфейс на базе Windows
- Текущие и сохраненные данные могут выводиться на один экран
- Просмотр диаграммы в реальном времени при максимальном разрешении
- Раздельное цветовое представление для режима сканирования поверхности и внутренней области
- Верхний график показывает амплитуду для каждого дефекта



♦ Зеленые линии указывают скрытые области на краях

Опыт и результаты

Система temate 4000 была установлена на выходе с линии травления на заводе LTV (Cleveland), сейчас именуется ArcelorMittal Steel

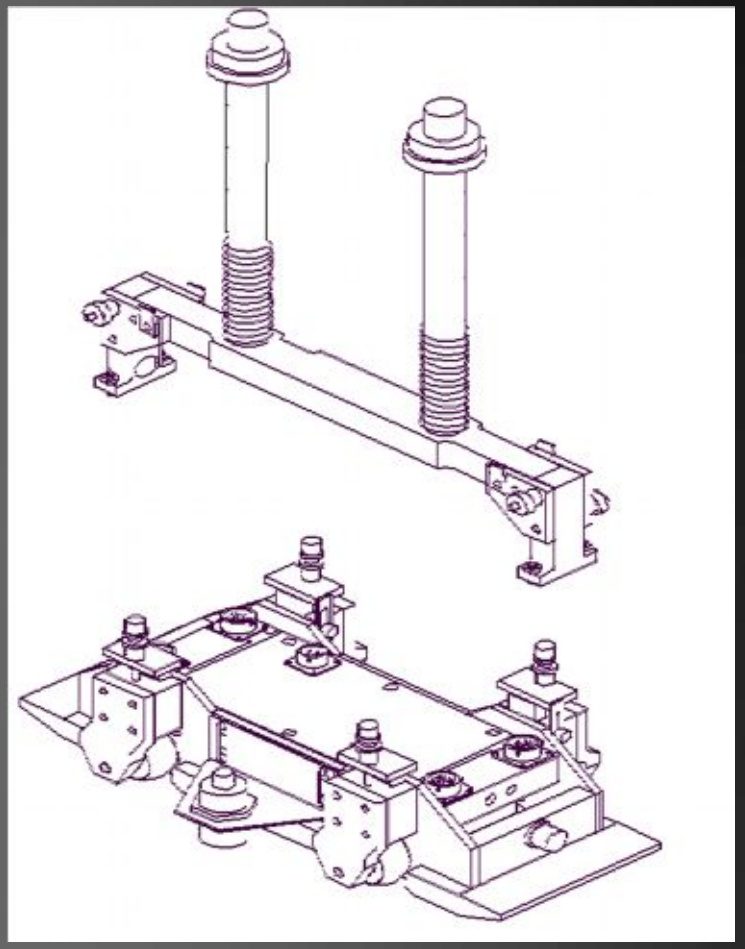
Скорость контроля около 360 м/мин

InnerspecTechnologies © 2010

Оборудование было разработан для полностью автоматизированного контроля на линии

Характеристики:

- Пневматически втягивающееся устройство
- Заменяемая катушка и рабочая поверхностьEMAT
- Не повреждаемые ролики
- Автоматический выбор катушки для текущего диапазона размеров
- Автоматический пропуск швов (в ответ на посылаемый пользователем сигнал о пропуске)
- Сенсоры для определения всех необычных условий
- Автоматическое втягивание в случае отсутствия подачи энергии или воздуха



InnerspecTechnologies © 2010

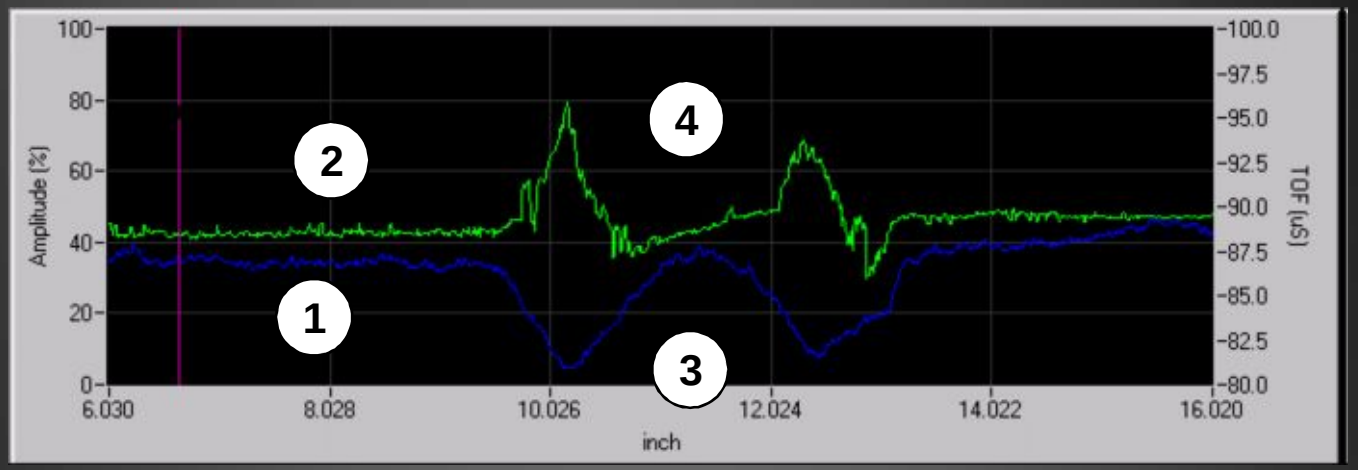
Тесты , проведенные во время ввода в эксплуатацию показали высокую чувствительность и надежность контроля

TABLE 1. Results of LTV Demonstration, Coil #3

DEFECT #	DETECTED BY EMAT	VISUAL DURING PICKLE-BAND	VISUAL AFTER COLD REDUCTION	VISUAL AFTER ELECTRO-GALVANIZING
1	✓			✓
2	✓			✓
3	✓			✓
4	✓			✓
5	✓	✓	✓	✓
6	✓		✓	✓
7	✓		✓	✓
8	✓			✓
9	✓		✓	
10	✓			✓
11	✓			✓
12	✓			✓
13	✓	✓	✓	✓
14	✓			✓
15	✓			✓
16	✓			✓
17	✓	✓	✓	✓
18	✓		✓	✓
TOTAL	18	3	7	17

InnerspecTechnologies © 2010

Система для определения расслоения в материалах с покрытием была установлена в январе 2009 с оптимальными результатами



1. Кривая разности времени прохождения сигнала
2. Кривая амплитуды
3. Паление кривой времени прохождения в месте обнаружения дефекта
4. Амплитуда сигнала реагирует на наличие дефекта обеспечивая дополнительные возможности для определения дефектов

Контроль прямым лучом

- Контроль прямым лучом. Идеально подходит для тяжелых производственных условий (например очень высокие или очень низкие температуры). Используется для контроля плит, балок, труб в соответствии с существующими стандартами по контролю.
  - **temate® Pi-NB.** Разработана для контроля плит толщиной от 6 до 100 мм толщиной. Контроль в соответствии со стандартом EN10160 и аналогичными.
  - **temate® IB.** Используется для контроля двутавровых балок. Контроль в соответствии со стандартом ASTM 898/A 898 M
  - **temate® SB.** Используется для контроля квадратных прутков (брусков) с возможностью определения дефекта размером. Контроль в соответствии со стандартом MIL-STD-2154
  - **temate® TG-IL.** Используется для толщинометрии в режиме in-line. Возможность контроля материалов с температурой поверхности до 650ºC с предоставлением полного профиля толщин.

Портативное оборудование

- В 2009 запущена новая линейка портативного оборудования для использования в лабораторных условиях и на рабочих площадках
  - **temate® PowerBox** электронный блок, для работы с EMAT
  - Большое количество датчиков и аксессуаров, которые можно использовать для работы в поле и проведения исследовательских работ
  - Уникальное программное обеспечение **PowerUT®** и **temate® GWAT**, разработанное специально для работы с технологией EMAT
  - Специальное оборудования для контроля поверхностей нагрева бойлеров, контроля труб, фазированные решетки для контроля аустенитных швов и другие применения.

InnerspecTechnologies © 2010

Портативная система temate® TG-IS (B) для контроля бойлерных труб

Целью контроля является быстрое обследование бойлерных труб на предмет выявления коррозии и трещин

Цель контроля

- Контроль всех критических частей бойлера за максимально короткое время
- Точное определение потери толщины стенки, вызванной различными видами коррозии/эрозии
- Определение ВКР (водородное коррозионное растрескивание) и ЩКР (щелочное (каустик) коррозионное растрескивание), как правило скопление таких трещин
- Различать потери толщины стенки от трещин для правильной диагностики и отслеживания проблем

Система Temate® TG-IS(B) определят потери толщины стенки и повреждения вызванные действием водорода в бойлерных трубах

Характеристики:

- Контроль бойлерных труб с минимальной подготовкой поверхности
- Ручные преобразователи со встроенным датчиком пути для создания точной карты толщины стенки трубы
- Световая индикация дефекта на датчике
- Программное обеспечение , позволяющее создавать полный отчет о проведенном контроле

TG-IS(B) датчик

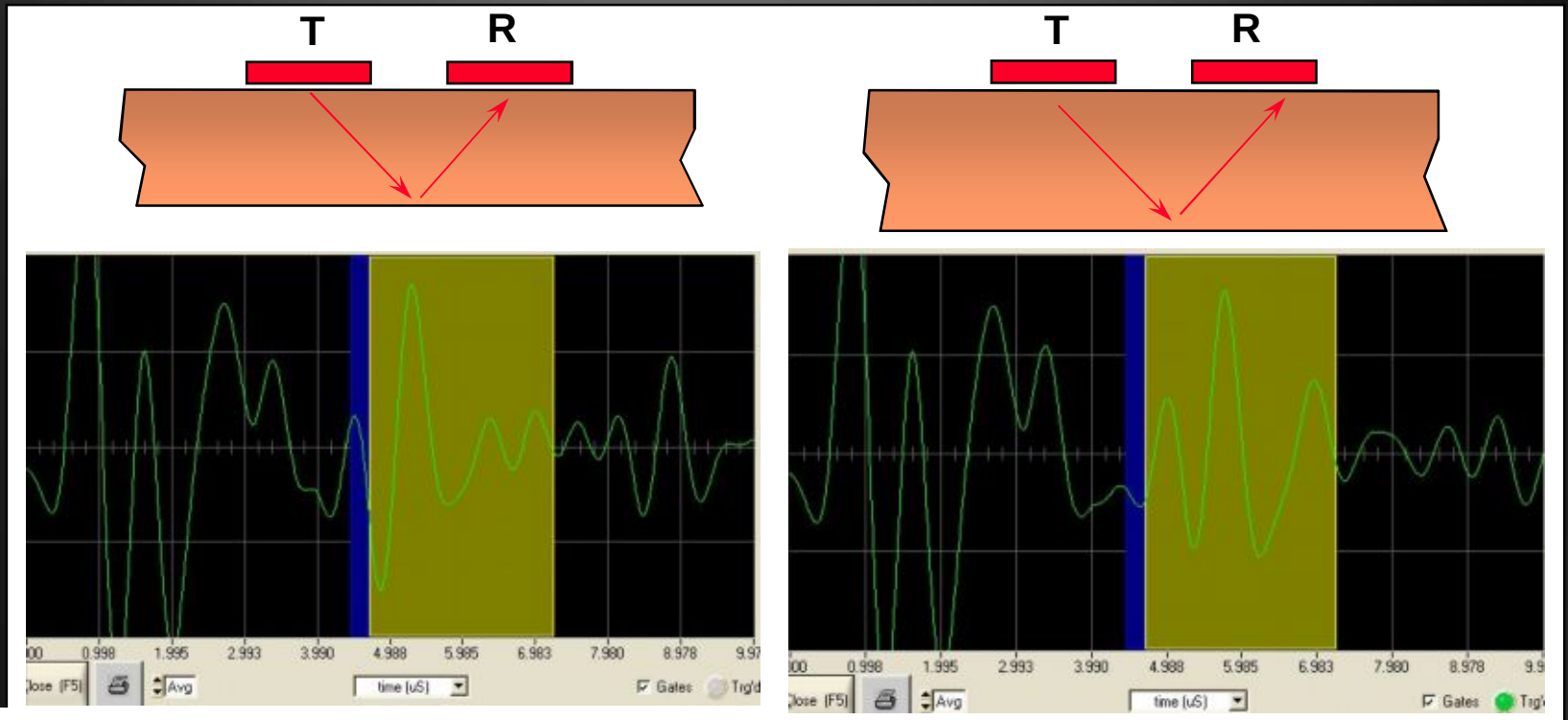
InnerspecTechnologies © 2010

Сравнение наиболее часто применяемых методов контроля

Метод	Эффективность		Заключение
	Измерение потери толщины стенки	Определение трещин	
Стандартный УЗК прямым лучом	- Непараллельные стенки и язвенная коррозия (раковины) на ВД или ВнД приводят к потере сигнала. Не работает при сильной эрозии на ВД/ВнД - Осадок (накипь) препятствуют прохождению сигнала	- Теневой метод позволяет проводить количественный анализ проблемы при условии предварительного определения другими методами	- Практичен при проведении точечного контроля при тщательной подготовки поверхности - Плохо работает при наличии язвенной коррозии на внутренней поверхности
EMAT УК (прямым лучом)	- Непараллельные стенки и язвенная коррозия (раковины) на ВД или ВнД приводят к потере сигнала. Не работает при сильной эрозии на ВД/ВнД - Возможен контроль труб при наличии осадка (накипи) при минимальной подготовке поверхности	- Теневой метод позволяет проводить количественный анализ проблемы при условии предварительного определения другими методами	- Практичен при точечном контроле. - Требуется минимальная подготовка поверхности - Плохо работает при наличии язвенной коррозии на внутренней поверхности
LFET (низкочастотное поле вихревых токов)	- Определяет язвенную коррозию , но не определяет потери толщины стенки - Возможен контроль труб при наличии осадка (накипи) при минимальной подготовке поверхности	- Определяет трещины. Количественный анализ выполняется с использованием других методов	- Возможно сканирование трубы с возможностью определения наиболее часто встречающихся дефектов - Не различает трещины и язвы и не измеряет толщину стенки. Возможно получение ложных сигналов.
temate® TG-IS(B)	- Точное измерение толщины стенки даже при наличии язвенной коррозии (раковин) на внутренней и внешней поверхностях - Возможен контроль труб при наличии осадка (накипи) при минимальной подготовке поверхности	- Определяет трещины. Количественный анализ выполняется с использованием других методов	- Позволяет проводить сканирование трубы - Измерение потери толщины при любых условиях - Различает трещины и потери толщины стенки

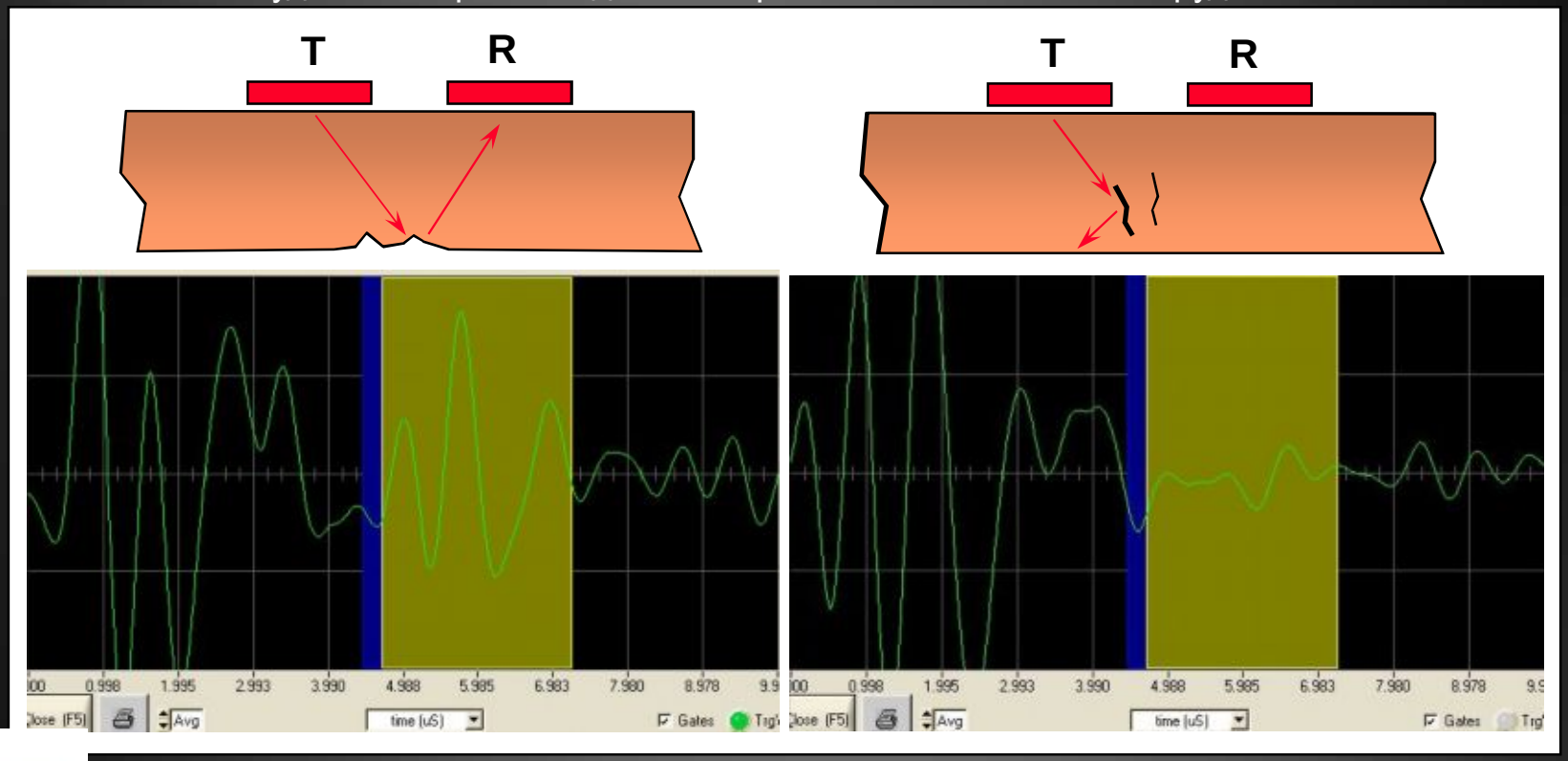
Система temate® TG-IS(B) позволяет проводить толщинометрию используя измерения времени прохождения ультразвукового сигнала

- Наибольший сигнал –пик- относится к основной волне, которая была принята
- Меньшие сигналы включают боковые лепестки и вторичные волновые моды
- Толщина измеряется по отслеживанию изменений в главном пике, который соотносится с различными расстояниями, проходимыми ультразвуковой волной (время прохождения)



Потеря толщины стенки может измеряться даже при наличии высокой эрозии на внутренней и внешней поверхности. Трещины определяются легко независимо от состояния поверхности

- Благодаря уникальной моде, эрозия не гасит основной сигнал, позволяя проводить точное измерение толщины на не ровных и не параллельных поверхностях
- ВКР, ЩКР и язвенная коррозия вызывают сильное или полное падение амплитуды, что хорошо видно на экране и записывается оборудованием



Портативная система включает 5 компонентов

Характеристики:

- Система включает:
  - Датчик в сборе
  - **temate® PowerBox 1** электронный блок
  - Программное обеспечение для сбора данных
  - Сборный кабель
  - Вспомогательные кабели и карта
- Упаковано в двух кейсах размером 87x115x140cm каждый, вес около 30кг. Подходит для авиа перевозки
- Датчики и программное обеспечение разработаны специально для контроля бойлерных труб.

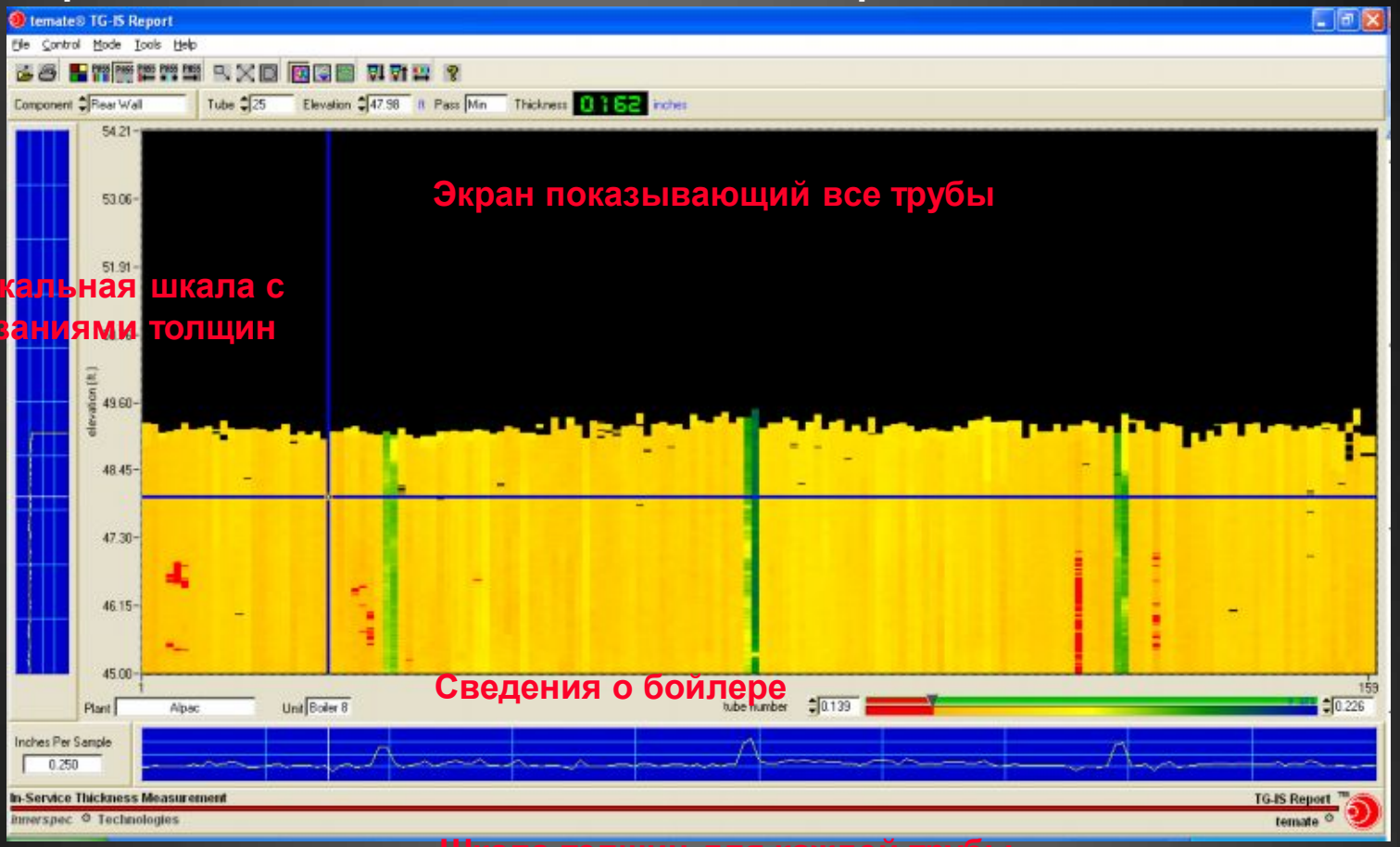
Датчик в сборе включает преобразователь EMAT, Электронные компоненты для формирования сигнала, Декодер и световой индикатор состояния

Есть три режима работы

- Авто сохранение
  - Наиболее часто встречающийся режим, при котором кодируются пусковые импульсы. Данные сохраняются автоматически в конце каждого сканирования.
- Ручное сохранение/По времени
  - Система работает без каких-либо кодировок. В большинстве случаев используется для обнаружения водородного растрескивания и растрескивания от действия едких веществ, когда пользователя не интересуют показания толщинометрии
- Ручное сохранение/по положению
  - Система работает с кодировщиком. Данные сохраняются в ручную.

Программные отчеты

Программное обеспечение позволяет создавать пользовательские отчеты, дающие полное представление о состоянии объекта контроля



Экран показывающий все трубы

Вертикальная шкала с показаниями толщин

Сведения о бойлере

Шкала толщин для каждой трубы

InnerspecTechnologies © 2010

Портативная система temate® Ti-P

для контроля коррозии трубопроводов и

резервуаров.

InnerspecTechnologies © 2010

Цель контроля - найти поврежденные места быстро и эффективно.

Цели контроля

(Надземные трубопроводы и резервуары)

- Надежный и полный контроль всего тела объекта, особенно в проблемных местах (под поддержками и т.п.)
- Быстрый контроль, способный покрывать большие области за короткое время
- Минимальные помехи для основного производства
- Адаптируемый под различные диаметры и толщины с возможностью применения в ограниченном пространстве (трубы расположенные близко друг к другу)

Система Temate® Ti-P для контроля труб, находящихся в эксплуатации с использованием Направленных волн

Характеристики:

- Контроль по окружности и вдоль оси для быстрого объемного контроля, позволяющего определять трещины, язвенную и обычную коррозию
- Использование постоянного /или импульсного магнита для контроля магнитных и немагнитных труб
- A-B с C Scan развертки
- Анализ и сохранение результатов в режиме реального времени

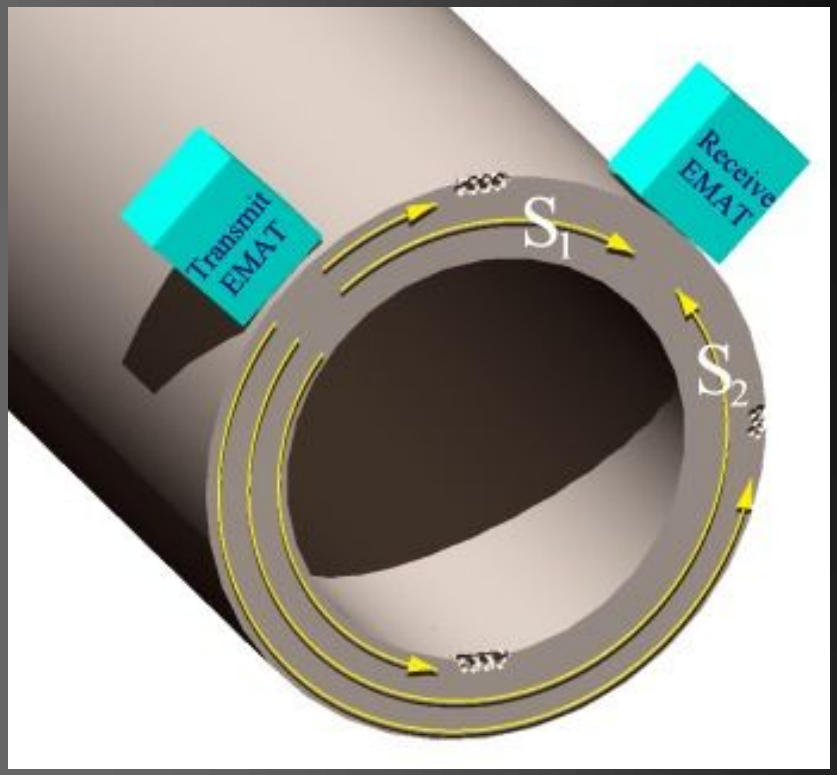
temate® Ti-P сенсоры

Техническая спецификация системы temate® Ti-P

Параметры	Трубопроводы		Пластины (резервуары)
	Контроль по Окружности	**Контроль по оси**	**Контроль по плоскости**
Скорость контроля	- Настройка в течение часа - Пропуск швов в ручную - 15 cm/s до 75 m/hour	- Xxx cm/s	- До 22m²/hour
Определяемые Дефекты	- Более чем 20% для не сильной коррозии - Более 10% для перпендикулярных трещин - 1,4% Площади поперечного сечения для труб от 14” - 3,3% от ППС для труб от 4”	- Более 30 % для не сильной коррозии - На расстоянии 1 м вдоль оси	- Более чем 20% для не сильной коррозии - Более 10% для перпендикулярных трещин - 0.125mm (0.005”) поверхностные дефекты (при соответствующей настройке)
Контролируемые объекты	- Диаметр от 4” (100 мм) до 24” (600мм) за один проход (короткие и длинные проходы) - Толщина стенки до 12mm с покрытием 1mm	- Толщина до 12 мм, толщина покрытия до 1 мм (например карбонокомпозитные покрытия)	- Толщина стенки до 12 мм - Контроль большей толщины возможен с применением специальных катушек и с соответствующей настройкой

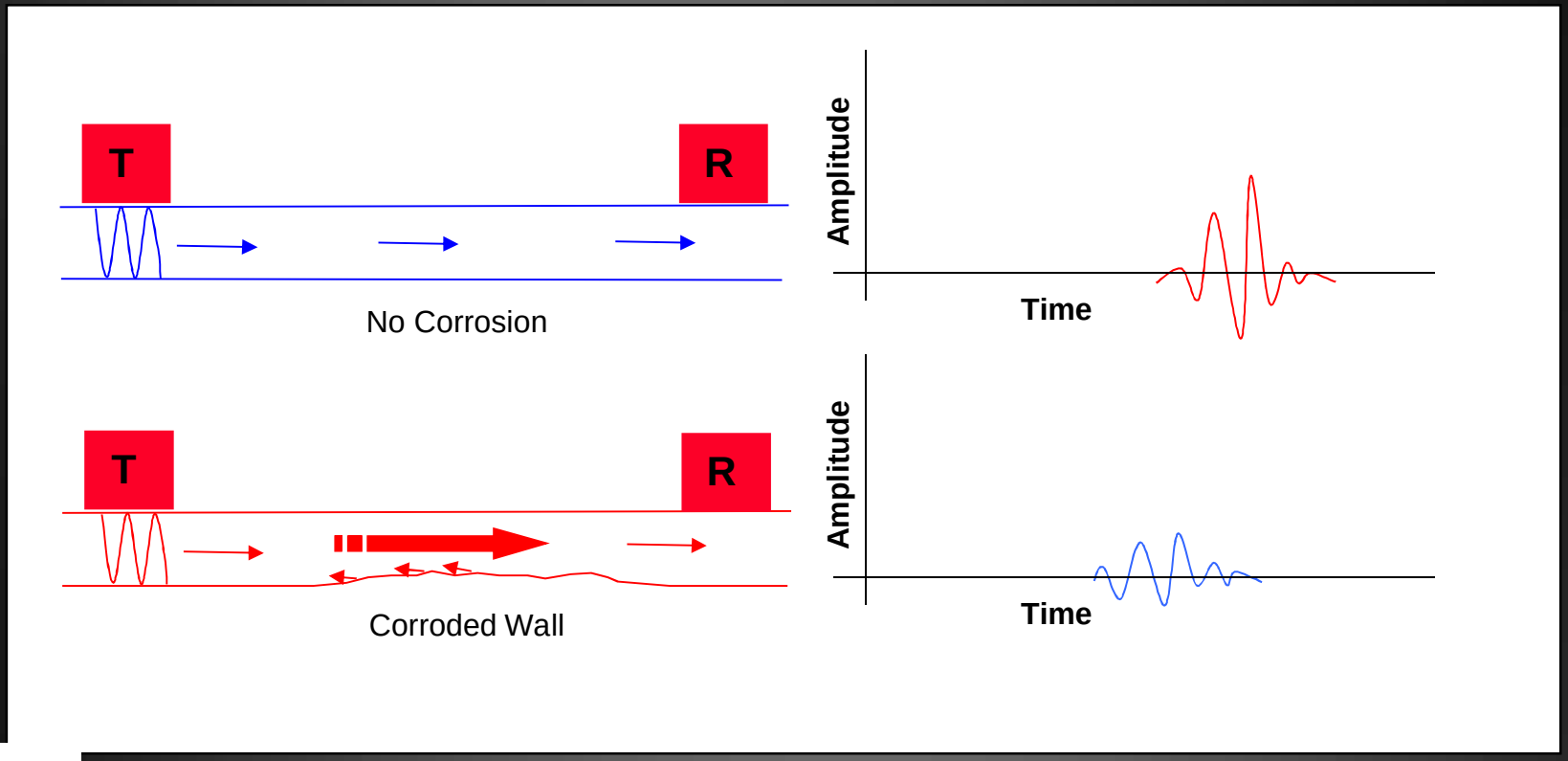
Система temate® Ti-P дает возможность проводить два различных типа контроля – Сканирование по окружности

- Датчики перемещаются вдоль оси по внешнему диаметру трубы.
- Излучатель посылает волны Лэмба вокруг трубы в двух направлениях
- Приемник улавливает сигнал, измеряет потерю амплитуды и/или изменение времени прохождения сигнала
- Сканирование на 360° со скоростью примерно 6” (25 мм) в секунду.
- Наиболее эффективно на диаметрах > 6” (25 мм) <24” (600 мм)



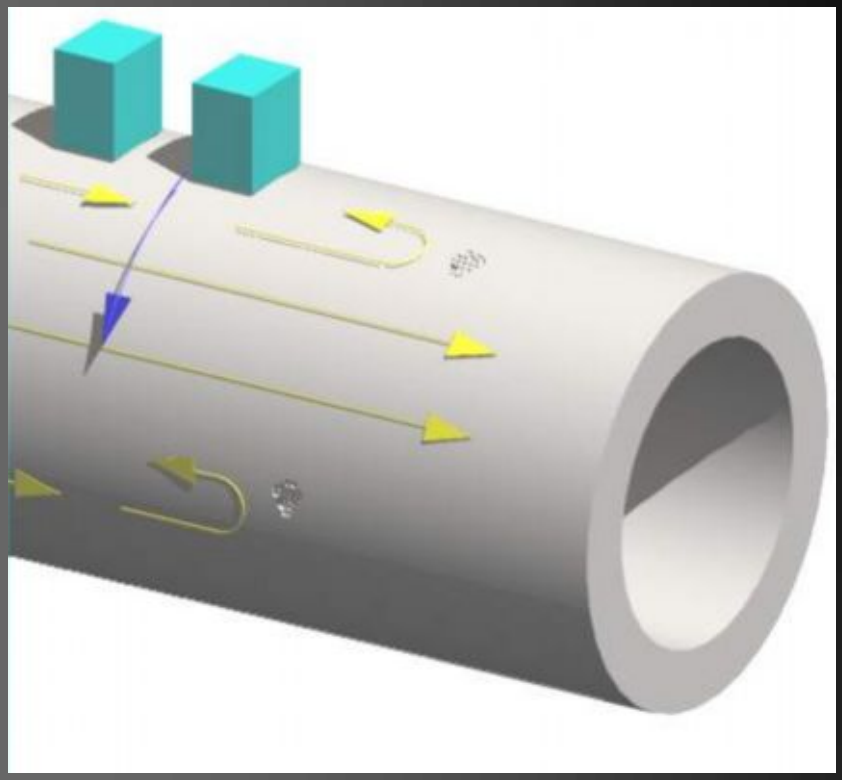
Система temate® Ti-P Сканирование по окружности

- Корродированная стенка вызывает изменение времени прохождения сигнала и падение амплитуды.
- Изменение времени прохождения сигнала вызвано изменением скорости при прохождении через более тонкую часть трубы.
- Снижение амплитуды вызвано потерей энергии при отражении от корродированной зоны.



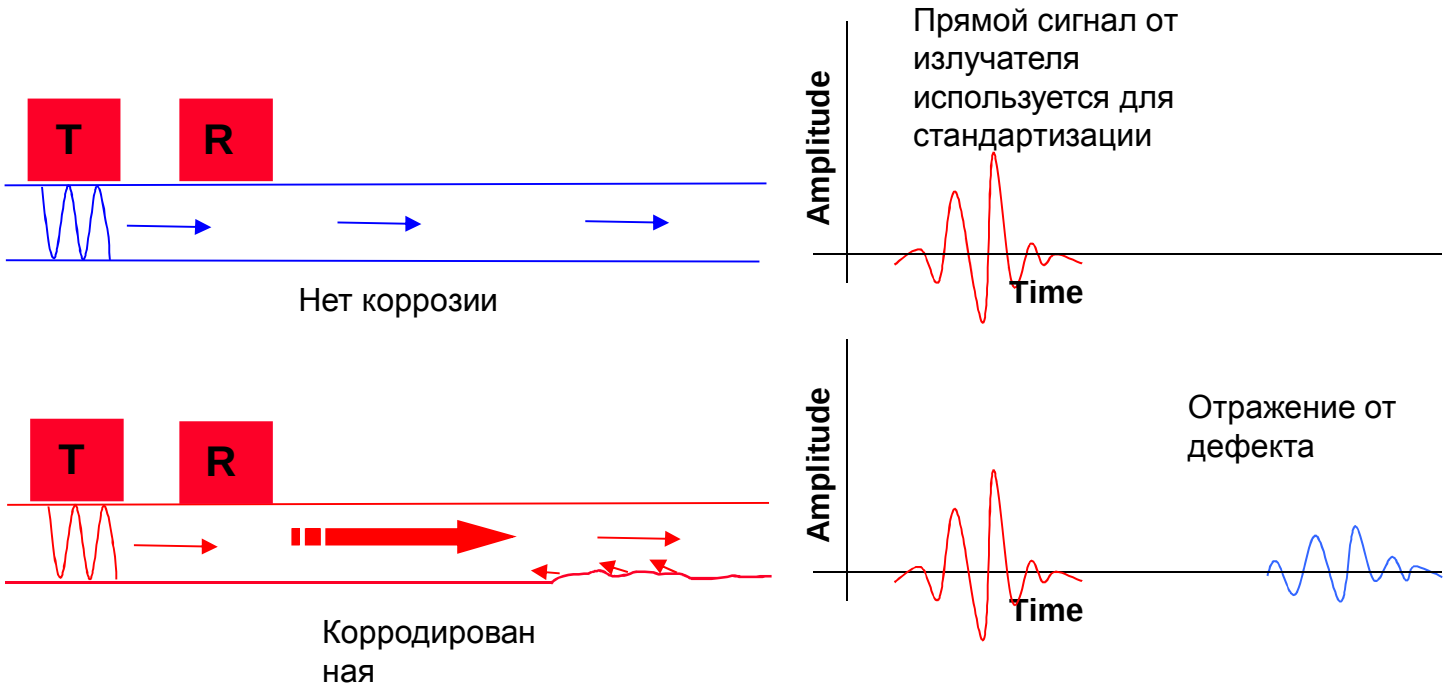
Система temate® Ti-P дает возможность проводить два различных типа контроля – Осевое сканирование

- Обычно санирование происходит с использованием моды S1 волны Лэмба
- Тандем из излучателя и приемника перемещается по окружности
- Датчики работают в совмещенном режиме и принимают сигналы от дефектов вдоль линии на которой они расположены
- Специально разработанные датчики посылают сигнал только в одном направлении
- Сигнал стандартизуется для автокалибровки
- Используется в основном для контроля на границе раздела земля воздух (уход по землю например) и для подтверждения результатов контроля при сканировании по окружности в местах расположения поддержек.



Осевое сканирование

- Совмещенная схема
- Первый сигнал, полученный приемником используется для стандартизации.
- Сигнал от дефекта приходит с задержкой по времени

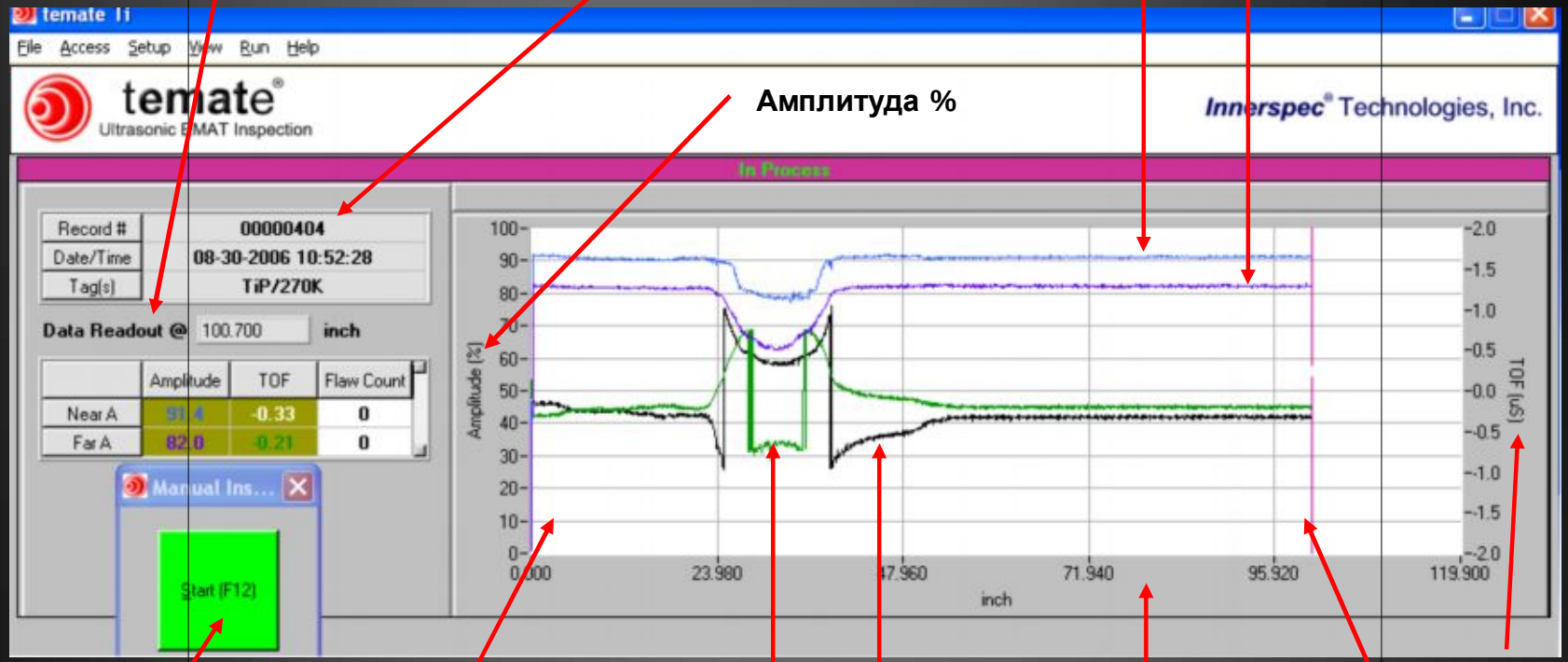


Портативная система включает семь отдельных компонентов

Характеристики:

- **Система включает**:
  - **Датчик в сборе**
  - **Дистанционный блок согласования**
  - **Электронный блок temate® PowerBox 2**
  - **Электронный блок temate® PowerBox MP**
  - **Система сбора данных с программным обеспечением**
  - **Сборный кабель**
  - **Вспомогательные кабеля и карта**
- **Транспортировочные кейсы для перемещения авиатранспортом**

Стандартный вид экрана при контроле



Считывание данных

Запись # / Дата / Время /Часть
Идентификационный ярлыкs

Амплитуда ближнего сигнала

Амплитуда дальнего сигнала

Амплитуда %

Старт/стоп контроля

Область диаграммы

Ближний сигнал TOF

Дальний сигнал TOF

Курсор вывода данных

Время прохождения TOF

Расстояние в дюймах

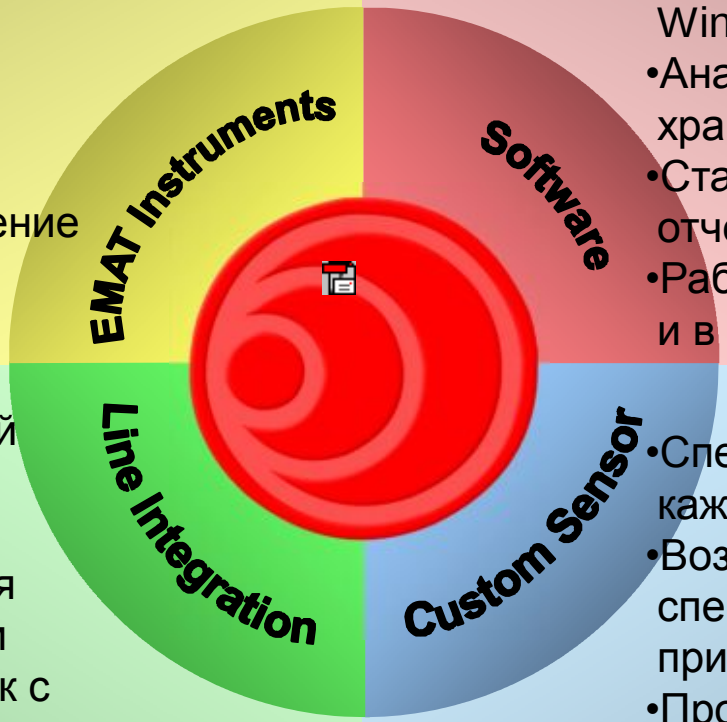
InnerspecTechnologies © 2010

Платформа систем Temate®

InnerspecTechnologies © 2010

Оборудование разработано на базе платформы temate®, интегральное решение компании для технологии с применение EMAT

- Разработано специально для работы с EMAT
- Разработано и протестировано для работы в режиме 24/7
- Проверенное исполнение и надежность



- Все компоненты интегрированы в интерфейс Windows
- Анализирует, пересылает и хранит полученные результаты
- Стандартные и клиентские отчеты
- Работа как в непрерывном так и в обычном режиме

- Часть первоначальной разработки
- Полностью сконфигурирована для подключения к любым портам для работы как с линейным оборудованием так и отдельно
- Минимальное обслуживание

- Специально разработано под каждое применение
- Возможно добавление специальных функций, для применения УК EMAT
- Простая и надежная конструкция для промышленного использования

Для систем, работающих в режиме реального времени, предлагается монтаж оборудования в стойке, для обеспечения гибкости и возможности дальнейшего расширения системы

Возможности:

- Идеально подходит для систем, работающих в режиме реального времени, для интеграции с другим оборудованием и машинами
- Защищен, и имеет функции контроля окружающей среды
- Легко монтируется в стойку
- Модульная конструкция , с возможностью расширения от 1 до 100 каналов
- Возможности мультиплексирования

PowerBox™2 двухканальный прибор, идеально подходит для случаев, когда необходима большая мощность и портативность

Характеристики:

- Генератор импульсов от 50KHz до 7MHz
- 1200V и 8KW выходная мощность на канала. Обработка сигнала в режиме реального времени
- Соединение с любым ПК через PCMCIA
- Встроенный интерфейс кодировщика и 12 программируемых устройств ввода/вывода
- Портативный и изолированный, вес менее 10 кг.

PowerBox™ 2

PowerBox™8 восьмиканальный прибор , разработанный для применения фазированных решеток

Характеристики:

- Генератор импульсов от 50KHz до 7MHz
- 1200V и 8KW выходная мощность на канал
- Обработка в режиме реального времени
- Датчики с постоянным и импульсным магнитом для контроля цветных и не цветных металлов при нормальной и повышенной температуре поверхности (400ºF/205ºC)

PowerBox™ 8

Innerspec предлагает стандартные и специальные преобразователи с постоянными и импульсными электромагнитами для работы в заводских и полевых условиях

Характеристики:

- Поперечная горизонтальная волна, прямой луч, для контроля материалов с нормальной и повышенной температурой поверхности (до 1200ºF - 650ºC)
- Наклонный луч, Поперечная Горизонтальная и Поперечная Вертикальная
- Поперечная Горизонтальная на 90º и волны типа волн Лэмба (направленные волны)
- Поперечная Горизонтальная волна в преобразователях с фазированными решетками для контроля немагнитных (аустенитных) и магнитных материалов
- Измерение свойств материала (анизотропия, структура , деформация)

Innerspec Technologies, Inc.

Компания

- Компания располагается в г. US company Lynchburg, VA , с офисами в Европе и представителями по всему миру.
- Основной вид деятельности, производство современного оборудования для неразрушающего контроля.
- Первые разработки оборудования с применением EMAT (NASA) в 1989. Первое коммерческое оборудование произведено в 1994
- Мировой лидер в производстве оборудования с применением EMAT. Установлено более 150 in-line систем в 20 странах
- **temate®** и **Rollmate** – основные линейки оборудования

Почему Innerspec Technologies?

- Мировой лидер в разработке и производстве оборудования с EMAT по собственной, запатентованной технологии
- Портативные и стационарные системы для работы в сложных производственных условиях. Большинство систем (95%) работают в режиме 24/7
- Научно-исследовательский потенциал позволяет приспособить технологию для каждого, конкретного применения
- Опыт в производстве полностью готовых к эксплуатации автоматизированных систем рассчитанных на операторов с малым опытом работы.
- Высокие отзывы от производителей промышленной продукции мирового уровня

Сборочный цех

temate®

Спасибо