



## GEKKO

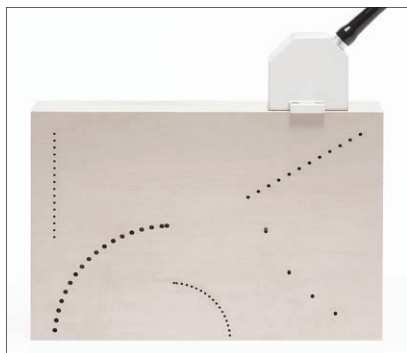
Переносной ультразвуковой дефектоскоп на фазированных решетках, с возможностью реализации метода TOFD и работы со стандартными датчиками

**KARL DEUTSCH**

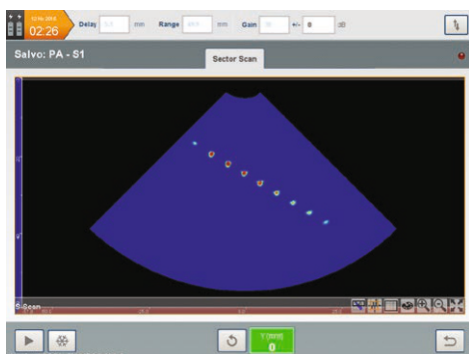
# Построение изображения в режиме В-скан

## Секторное и линейное сканирование

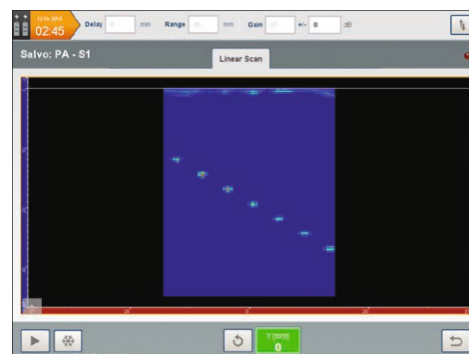
Датчики на фазированной решетке (ФАР) состоят из множества пьезоэлектрических элементов, которые могут активироваться последовательно или с задержкой по времени. Акустические поля от нескольких элементов накладываются друг на друга (формируется так называемый виртуальный датчик). Таким образом полученное акустическое поле можно перемещать (линейное сканирование) или вращать его (секторное сканирование). Прибор позволяет генерировать как продольные, так и поперечные волны, а также поверхностные и головные. Электронная фокусировка акустического поля на заданной глубине или диапазоне глубин позволяет воспроизводить результаты В-сканирования (поперечное сечение перпендикулярно поверхности) с высоким разрешением.



Калибровка фазированной решетки в соответствии с ASTM E 2491



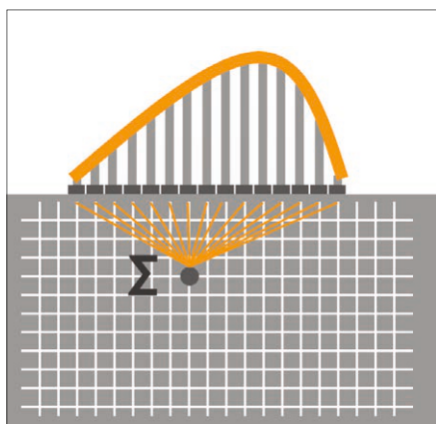
Секторное сканирование, полученное путем вращения акустического поля в диапазоне от  $-45^\circ$  до  $+45^\circ$



Линейное сканирование, полученное путем электронного смещения акустического поля в пределах матричного датчика

В примере, приведенном выше, показаны результаты линейного и секторного сканирования ряда отверстий на образце, изготовленном в соответствии со стандартом ASTM. Дефектоскопы GEKKO также имеют функцию настройки амплитуды отраженного сигнала для всех траекторий и углов ультразвука к одинаковому значению. Боковое пространственное разрешение равно диаметру фокусируемого акустического поля. Секторное и линейное сканирование являются стандартными видами В-скана. С новым методом абсолютной фокусировки могут быть получены изображения еще более высокого разрешения:

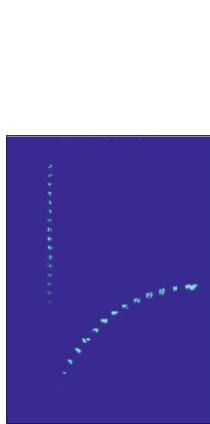
## Метод абсолютной фокусировки (TFM)



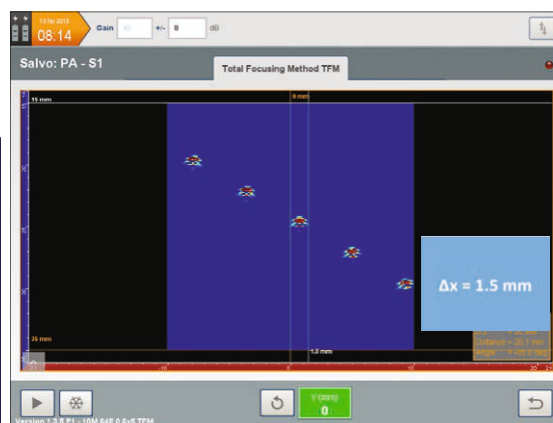
Отображение исследуемой области на шкале X, Y



Исследуемый образец с боковыми отверстиями



В-скан по TFM



Определение размера отражателя курсорами

Метод абсолютной фокусировки является уникальной функцией и сравним с выборочным методом ФАР. Этот метод предусматривает взаимодействие всех элементов решетки и всех импульсов в конкретной области сканирования. В результате чего, если применяется датчик ФАР с 64 элементами, формируется В-скан с очень широким пространственным разрешением в пределах одной длины волны. В секунду возможно получение до 25 кадров, что обеспечивает изображение в реальном времени.

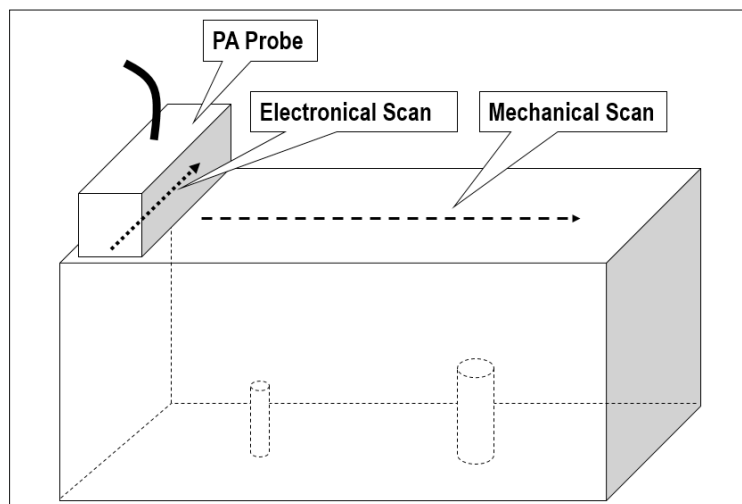
Размер дефектов определяется при помощи курсоров. В примере показан В-скан ряда боковых отверстий диаметром 1.5мм по методу TFM. В результате сканирования диаметр отверстий определен верно.

# Трехмерная визуализация звукового поля (3D-Томография)

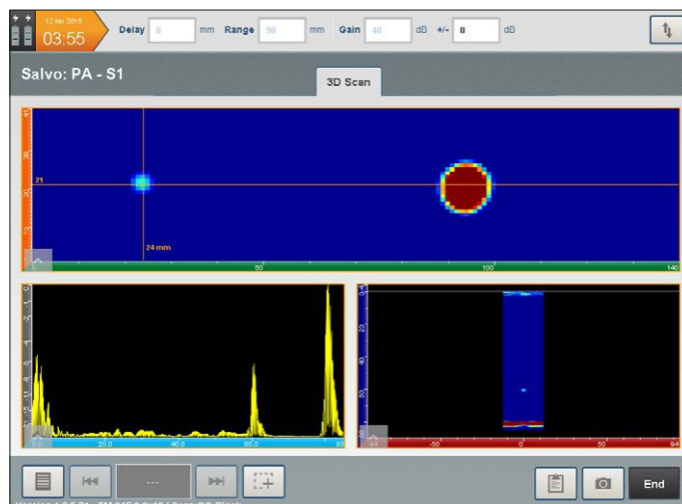
## 3D-визуализация

Путем механического перемещения линейного датчика ФАР формируется множество отображений В-сканов, что обеспечивает получение трехмерных данных. Эти данные могут быть визуализированы в так называемом С-скане (вид сверху исследуемого объекта). Передвигая вертикальный курсор в С-скане можно выбрать соответствующий В-скан. В В-скане для выбора соответствующего А-скана используется вертикальный курсор.

В примере показано сканирование плоского объекта при помощи линейной решетки с узким пучком продольных волн.

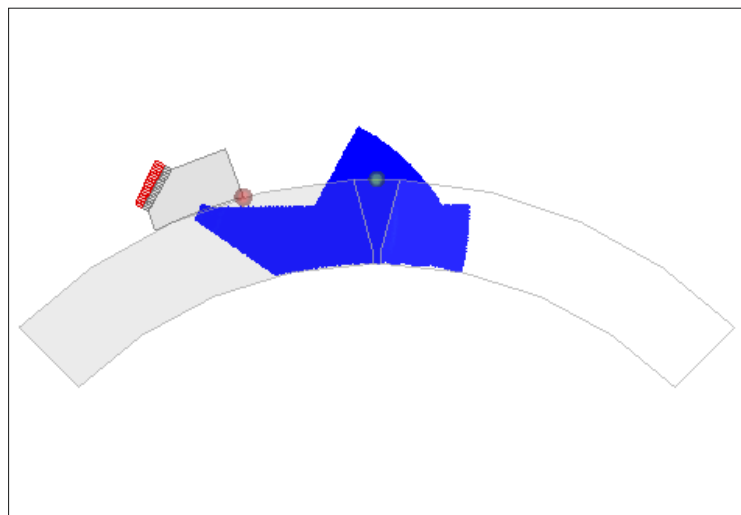


Настройка контроля, исследуемый объект с отверстиями в плоском основании

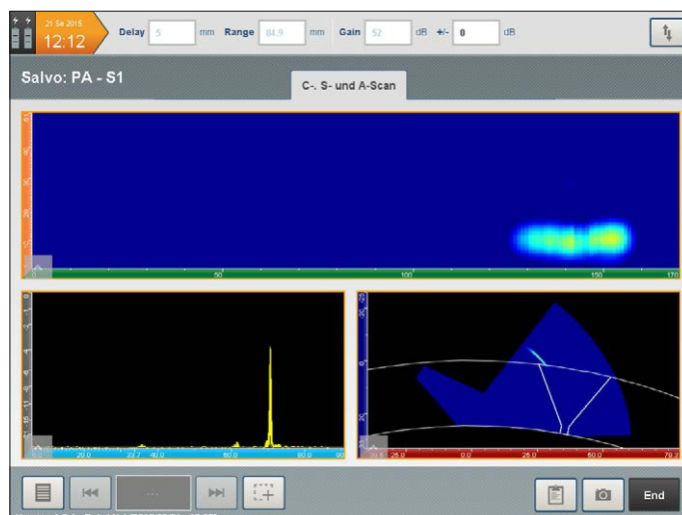


3D результаты исследования: А-скан, В-скан и С-скан

Дефектоскоп GEKKO также позволяет осуществлять контроль изогнутых поверхностей. Эта функция делает возможным, к примеру, контролировать продольные сварные швы на трубах. В- и С-сканы показывают точное расположение дефектов в пространстве.



Настройка УЗ параметров и размещение датчика на трубе

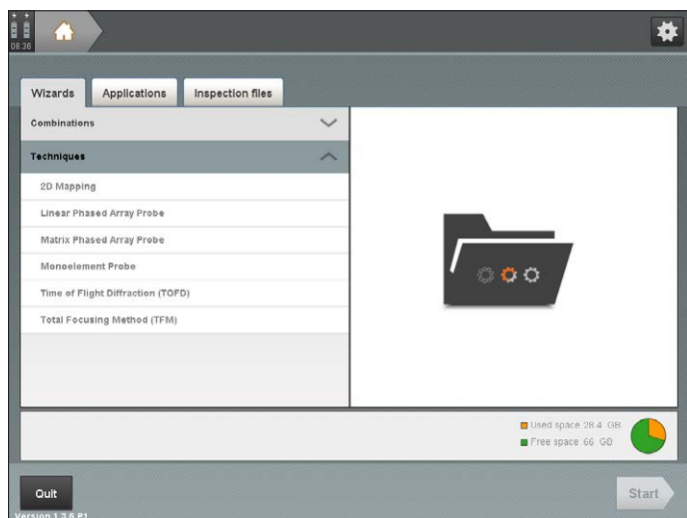


Результаты исследования продольного сварного шва на трубе

Отражение звукового поля от внутренней стенки трубы позволяет производить контроль на всю глубину сварного шва, что повышает качество контроля.

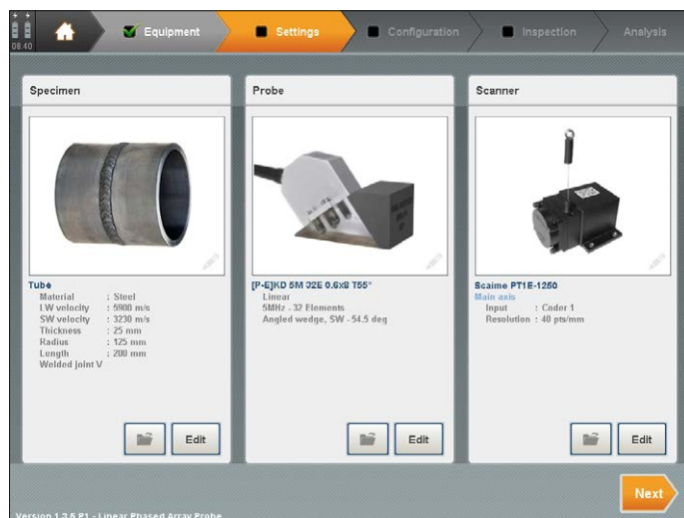


Интуитивный интерфейс меню дефектоскопа упрощает настройку параметров и работу с прибором



## Главное меню

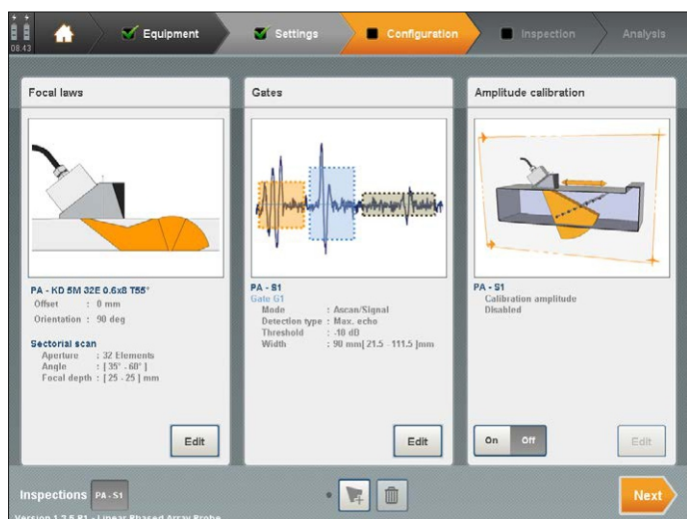
Используя набор параметров в разделе «Мастер настройки» можно создавать пользовательские настройки. Эти настройки можно сохранить в «Применениях». Результаты измерений сохраняются в разделе «Инспекции». Набор параметров из «Мастера настройки» удалить невозможно, что обеспечивает надежную исходную базу.



## Раздел «Оборудование»

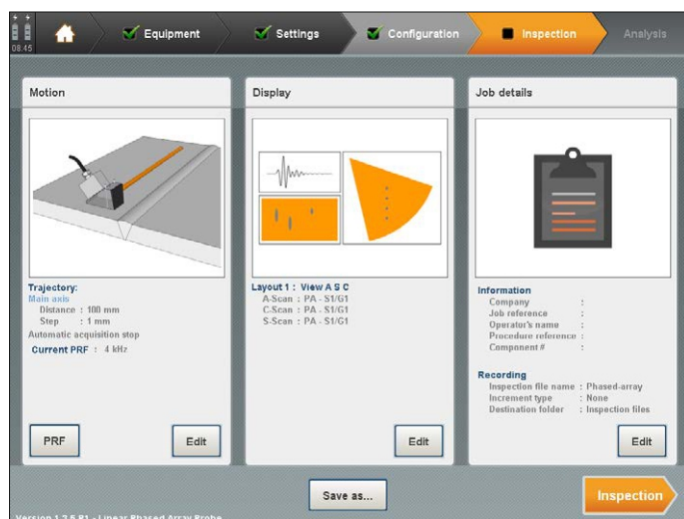
- выбор объектов исследования
- выбор преобразователей
- выбор сканнеров и позиционных кодировщиков

Все параметры и фото могут быть сохранены и загружены одним файлом или по отдельности.



## Меню «Параметры УЗ контроля»

- Настройка параметров для выбранного типа В-сканирования (линейное, секторное или TFM сканирование), расположение датчика для корректного покрытия акустического поля
- Выбор сектора захвата данных, включая тип, расположение и пороговое значение
- Калибровка частоты колебаний для временной и угловой регулировки чувствительности ФАР, а также для одноэлементных датчиков временная калибровка чувствительности и дистанционно-амплитудной характеристики

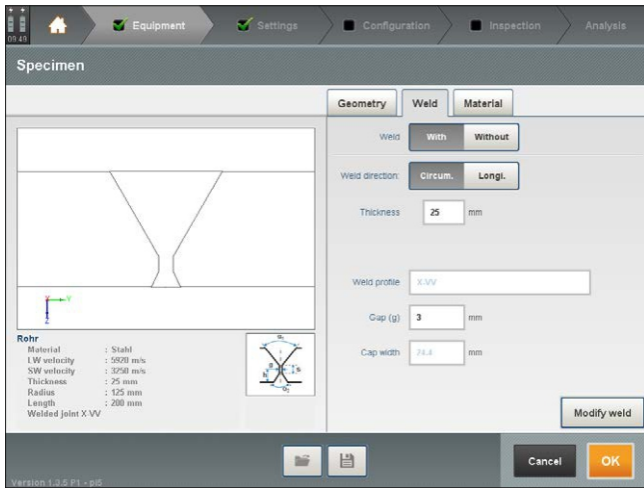


## Меню «Конфигурация»

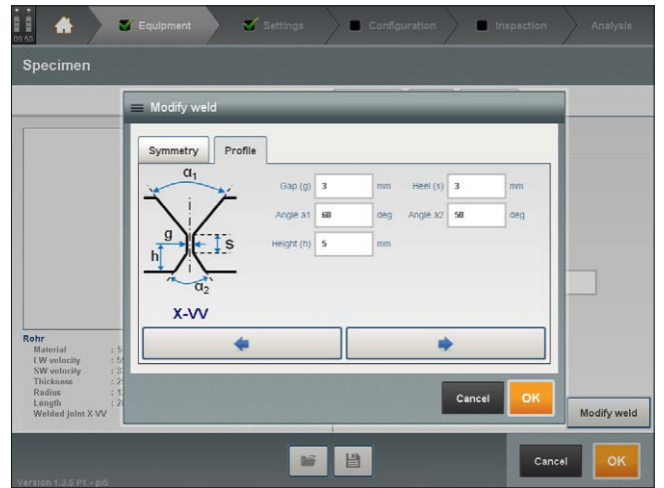
- Опции сканирования: выбор типа сканирования (по текущему времени или закодированное), контрольных точек объекта, датчиков, а также групп датчиков, длины сканирования и ширины шага
- Опции отображения: выбор типа изображения (A-, B-, C-, D-скан), TOFD-скан, с определением номера датчика и секторами захвата
- Подготовка отчета исследования

# Инструменты и мастера настройки

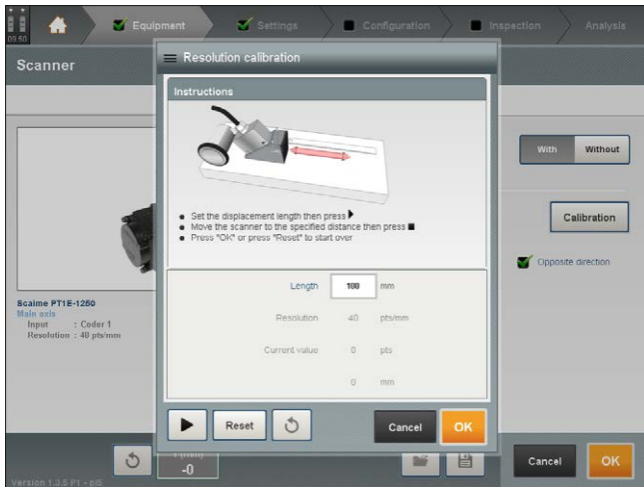
## Полезные инструменты и мастера настройки для упрощения работы



Мастер создания образцов для плоских поверхностей и труб со сваркой или без. Возможен импорт файлов в формате DXF.



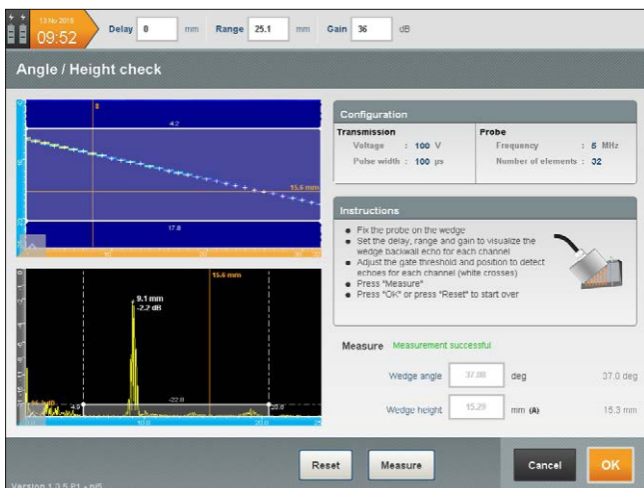
Мастер настройки сварки с 14-ю симметричными и 7-ю асимметричными заданными видами сварки. Определение индивидуальной геометрии.



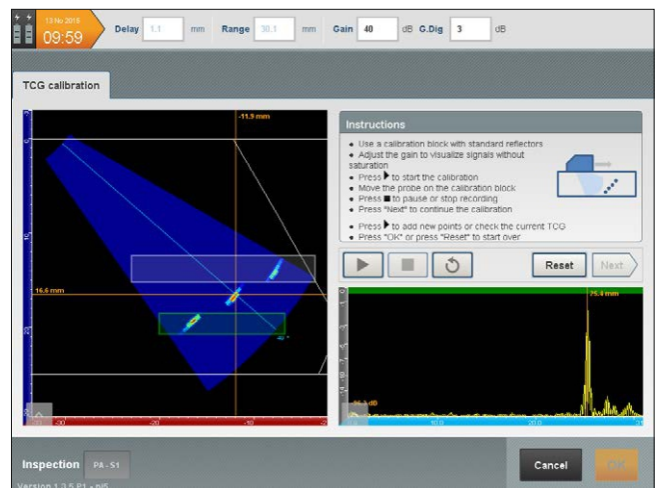
Помощник калибровки позиционных кодировщиков



Дополнительное меню для регулирования и стабилизации чувствительности элемента



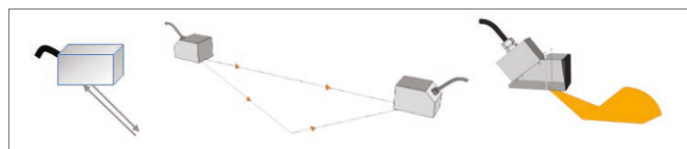
Автоматическое измерение угла и высоты наклонных преобразователей



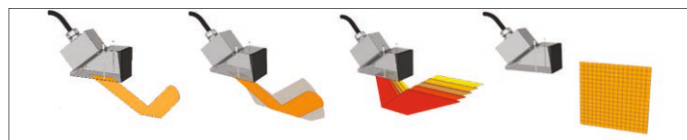
Помощник настройки чувствительности, включая временную и угловую регулировку чувствительности

# Комбинации методов

## Комбинация различных методов контроля



Одноэлементные датчики      TOFD      Секторное сканирование



Линейное сканирование      Серия импульсов      Матричный датчик      TFM

Различные методы контроля могут комбинироваться как при работе с несколькими датчиками так и при выборе режима с серией импульсов.

Несколько датчиков могут работать параллельно и комбинация из нескольких задач может выполняться одновременно. Для исследования сварных швов широко применяется двустороннее прозвучивание. Часто этот метод комбинируют с методом TOFD, что позволяет точно определить глубину залегания дефекта путем измерения разницы во времени возврата волн. Работа с несколькими датчиками предполагает наличие у сканнера различных кареток для датчиков, а также позиционного кодировщика. Имеются как ручные, так и автоматизированные датчики.

## Исследование сварки с 2 ФАР и TOFD

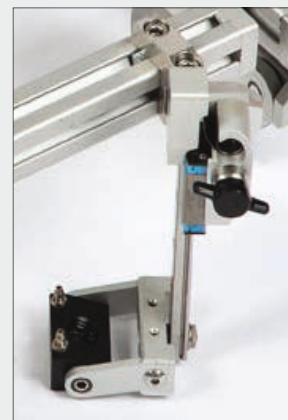


Сканнер для ручного исследования стыковых и кольцевых сварных швов с позиционным кодировщиком, магнитными колесами и каретками для 2-х датчиков ФАР и TOFD

## Двойная каретка для датчиков

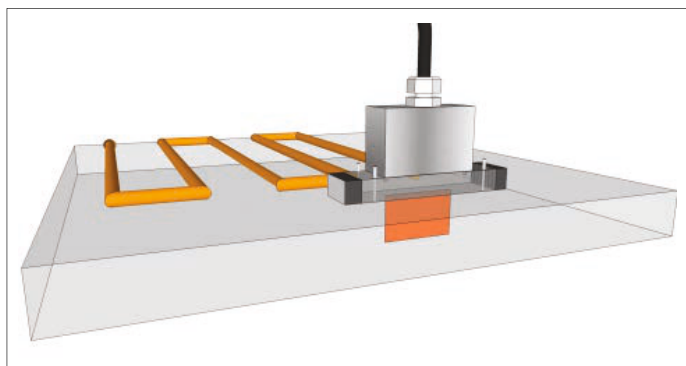


Для датчиков ФАР с наклонным преобразователем типа 1814.13x



Для датчиков TOFD с наклонным преобразователем типа 6148.xxx

## Применение нескольких кодировщиков: сканирование области с построением 2D-карты



## Дефектоскоп GEKKO поддерживает функцию сканирования по изогнутой траектории

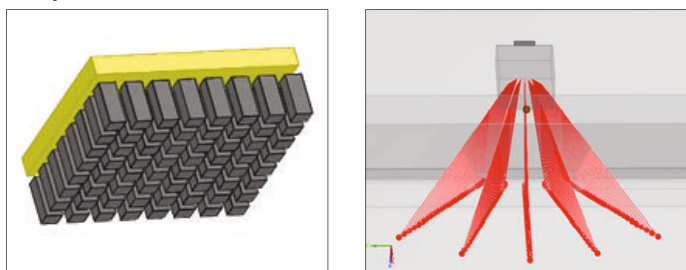
Если размеры исследуемого образца превышают допустимую ширину сканирования датчика ФАР, то возможно проведение сканирования по изогнутой траектории. Отдельные С-сканы в результате сводятся в единый С-сканн.

- Сканирование может осуществляться как автоматически так и вручную.
- 2D-сканирование удобно для больших объемов контроля и для составления схемы расположения коррозионных участков. В последнем случае С-сканн дает информацию об объеме дефекта, а D-сканн измеряет остаточную толщину стенки.
- Модель GEKKO предусматривает использование до 3х позиционных кодировщиков.

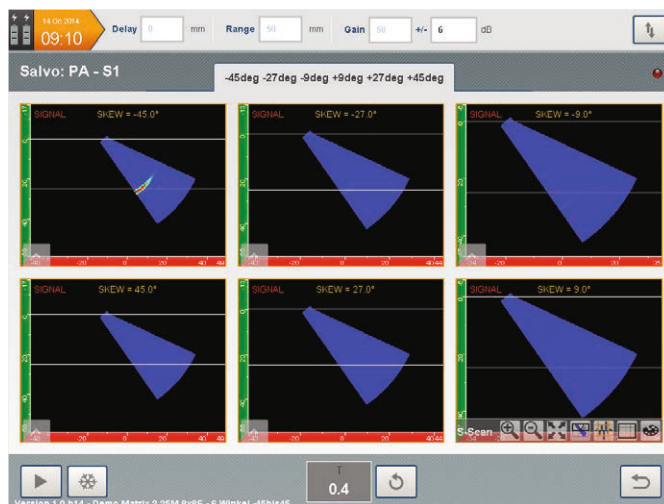


# Матрицы, составление отчета

## Матрицы



Благодаря 64 параллельным каналам дефектоскоп GEKKO поддерживает матрицы 8 на 8 элементов. Данная функция позволяет формировать сканы, сектора которых расходятся в стороны под определенными углами. Таким образом можно осуществлять сканирование сварного шва на предмет продольных и наклонных дефектов в одно и то же время. На примере показаны 6 секторных сканов от  $-45^\circ$  до  $+45^\circ$  с индикацией дефекта в скане на  $-45^\circ$ .



Секторное сканирование под 6 углами

## Отчеты: порядок проведения и результаты контроля

Indication table

Indication #1

Id : 1  
Position  
Max :

Value	X	Y	Z
-0.9 dB	-10.9 mm	68.6 mm	9.7 mm

Box :

Xmin	Xmax	X	Ymin	Ymax	Y
-31.7 mm	20.9 mm	52.6 mm	54.7 mm	87.9 mm	33.2 mm

Images

Remarks :

lack of fusion in bevel

После настройки параметров можно приступить к проведению контроля и передаче результатов. Следующие параметры можно выбрать для вывода в отчет (можно добавить дополнительные поля):

- Дата и место проведения контроля
- Оператор
- Параметры объекта
- Параметры датчика
- Параметры сканера
- Настройка УЗ параметров
- Параметры секторов
- Временная и прочие регулировки чувствительности

После анализа данных, полученных в ходе контроля, формируется отчет с таблицей, где указаны все выявленные дефекты. По желанию к отчету могут быть приложены изображения дефектов. Параметры без результатов контроля или только с примерами результатов контроля могут быть использованы в качестве образца. Процедура и отчет о контроле экспортируются в виде PDF файла и могут быть сохранены на USB-накопителе.

### ПО "GekkoView" для компьютера:

Прилагаемое ПО "GekkoView" позволяет оценивать результаты контроля на компьютере в режиме постобработки, что дает дефектоскописту возможность продолжить контроль, пока другой оператор занимается анализом полученных данных и составлением отчетов.

# Технические характеристики

Габариты	408мм x 284мм x 130мм
Вес	7.5 кг (включая два аккумулятора)
Источник электропитания	2 Li-ion аккумулятора (возможна горячая замена)
Время автономной работы аккумулятора	Не менее 195 минут
Встроенная память	128 GB
Разъемы и порты	<ul style="list-style-type: none"><li>• Питание 220V-230V</li><li>• 1 разъем IPEX для датчиков ФАР, 64 канала</li><li>• 4 разъема Lemo-00 для одноэлементных датчиков и раздельно-совмещенных преобразователей и TOFD</li><li>• 3 входа для кодировщиков</li><li>• 1 аналоговый вход для гибких зондов</li><li>• 1 разъем VGA</li><li>• 3 разъема USB2</li></ul>
Экран	Диагональ 26,4 см (10.4"), сенсорный Разрешение 1024x768 пикселей Яркость 400 кд/ м <sup>2</sup>
Импульсы	Отрицательный прямоугольный импульс, длительность от 30 до 1250 нс от 10 до 100 В для датчиков ФАР от 10 до 200 В для одноэлементных датчиков Частота следования импульсов от 10 Гц до 10 кГц
Максимальное количество законов фокусировки	1200
Глубина оцифровки	До 65 000 бит
Частота дискретизации	От 10 МГц до 100 МГц
Усреднение сигнала	До 64 раз
Усиление	Аналоговое от 0 до 46 дБ Цифровое от -40 до +40 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
Диапазон частот 3 дБ	От 0.55 до 14.3 МГц для ФАР От 0.60 до 25 МГц для стандартных датчиков
Подавление помех между каналами	> 50 дБ для оптимального соотношения сигнал/структурный шум

**KARL DEUTSCH** Pruef- und Messgeraetebau GmbH + Co KG  
Отто-Хаусманн-Ринг 101 · 42115 Вупперталь · Германия  
Телефон (+49-202) 7192-0 · Факс (+49-202) 71 49 32  
info@karldeutsch.de · www.karldeutsch.de

DIN EN ISO  
9001  
certified

# KARL DEUTSCH