

## АВГУР-ТФ

Модульная система автоматизированного ультразвукового контроля с применением фазированных решёток и метода TOFD

СИСТЕМА АВГУР-ТФ ПРОШЛА УСПЕШНЫЕ ИСПЫТАНИЯ В ПАО «ГАЗПРОМ»



Поддерживает 4 режима работы: режим фазированной решётки; режим TOFD; режим цифровой фокусировки антенны; режим зональной фокусировки • Выявление и визуализация дефектов, определение их размеров и координат • Проведение автоматизированного контроля изделий и материалов толщиной до 500 мм • Многофункциональная программа регистрации и анализа результатов контроля • Модуль расчёта параметров контроля для метода TOFD и ФАР • Замена радиографии на ультразвуковой контроль • Интеграция с лазерным измерителем профиля поверхности сварного шва

## Особенности

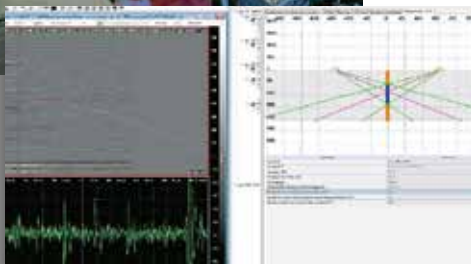
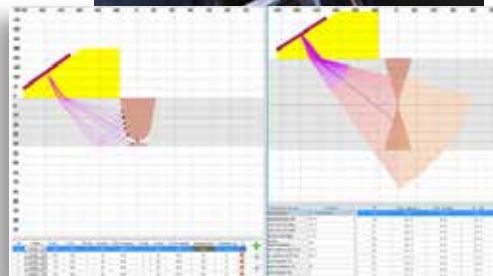
Объединение нескольких технологий контроля в одной модульной системе АВГУР-ТФ — эффективное решение для автоматизированного ультразвукового контроля сварных соединений, обеспечивающее максимальную отдачу от ультразвука без потерь производительности:

- **ФР-режим** — эффективный поиск дефектов различной ориентации по всему сечению шва
- **Зональная фокусировка** — выявление дефектов по кромке сварного соединения (ручная и автоматическая сварка)
- **TOFD-режим** — дополнительная информация по дифракционным эхо-сигналам от дефектов
- **ЦФА-режим** — наиболее точная визуализация дефектов, определение физических размеров дефектов
- **АВИК-режим** — применение лазерного профиломера для измерения параметров сварного шва

# Применение

## Ультразвуковой контроль сварных соединений в режиме ФР

- Калибровка ВРЧ / ПРЧ и чувствительности по углу
- Калибровка задержки в призме
- Расчёт законов фокусировки по глубине, по смещению, по радиусу
- Законы фокусировки рассчитываются прибором без импорта с компьютера
- Высокая производительность сбора данных
- Сочетание различных методов с использованием нескольких групп преобразователей за один проход, что повышает производительность контроля
- Создание эскиза объекта контроля и наложение эскиза на данные упрощают выявление и измерение дефектов

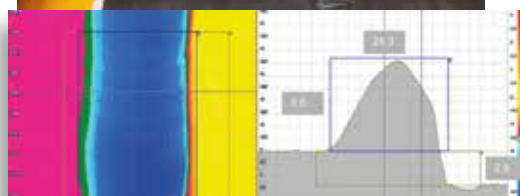
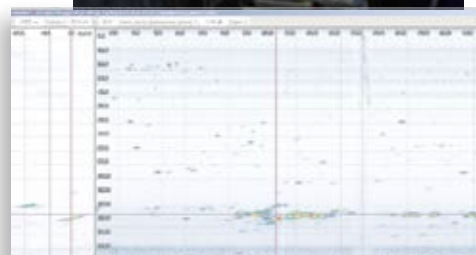


## Ультразвуковой контроль сварных соединений в режиме TOFD

- Высокая чувствительность контроля
- Независимость обнаружения дефекта от его ориентации
- Высокая производительность контроля за счёт проведения контроля всего объёма сварного соединения за один проход
- Сохранение результатов контроля для последующего анализа
- Калибровка глубиномера
- Расчёт параметров контроля с применением специализированной программы "УЗ калькулятор"
- Заключение по результатам могут настраиваться и выдаваться автоматически
- Совместим со сканерами различных производителей

## Ультразвуковой контроль сварных соединений в режиме ЦФА

- Цифровая фокусировка антенны (ЦФА) в реальном времени и в виде постобработки
- Возможность оценки эквивалентной отражательной способности
- Измерения длины, высоты и координат дефектов с высокой разрешающей способностью
- Максимальная возможность классификации дефектов
- Применение различных алгоритмов обработки методом ЦФА для объектов контроля повышенной сложности
- Получение изображений высокого качества для повышения достоверности результатов контроля



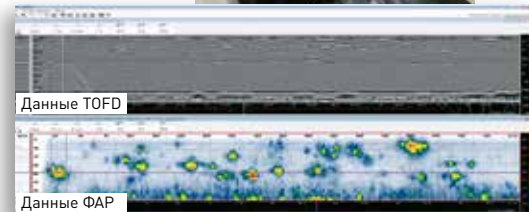
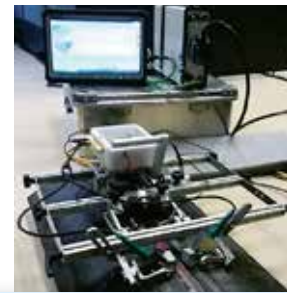
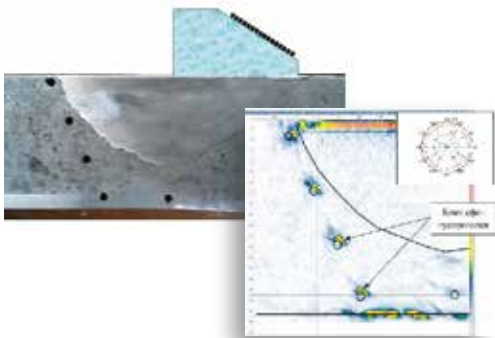
## Режим автоматизированного ВИК (АВИК)

С применением лазерного профиломера выполняется измерение параметров сварного шва: ширина и высота валика, смещение кромок, глубина межваликового западания, протяженность и высота подрезов.

# Технологии

## Автоматизированный ультразвуковой контроль в режиме TOFD+ФАР

В основном режиме контроль сварных соединений выполняется антенными решётками, расположенными с обеих сторон сварного соединения и работающими в режиме секторного сканирования фокусировкой по границе сплавления наплавленного металла сварного соединения и основного металла. Для надежного обнаружения и образмеривания вертикальных плоскостных дефектов совместно с режимом ФАР применяется контроль методом TOFD.

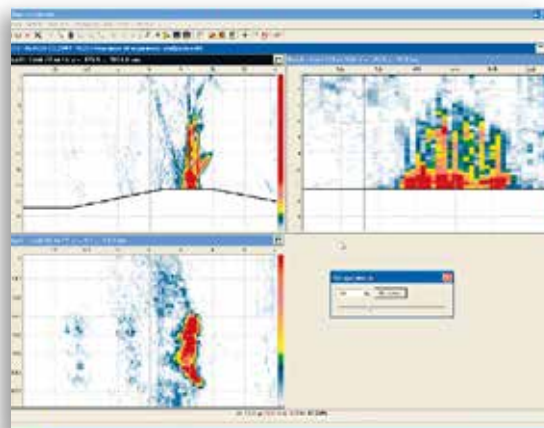


## Учёт анизотропии

Образец толщиной 37 мм с ремонтной заваркой и пятью отверстиями бокового сверления диаметром 2.2 мм. Благодаря учёту анизотропии в заварке фокусировка бликов заметно улучшилась и блики стали точнее соответствовать реальному положению границ отверстий и дна образца.

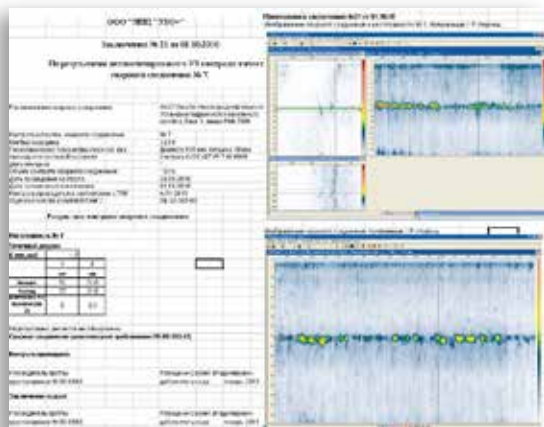
## Режим Multi-ЦФА

В режиме Multi-ЦФА полученные данные подвергаются обработке по алгоритму C-SAFT для получения изображения несплошностей. Визуализация несплошностей выполняется при представлении данных контроля в виде растровой картины распределения амплитуд в установленной цветовой палитре. При визуализации несплошностей учитывается наличие отражений от внутренней и внешней поверхности объекта контроля с заданной формой, трансформации типа волны, одним изображением объединены изображения, полученные по нескольким схемам контроля.



## Программное обеспечение (ПО)

ПО АВГУР, установленное на управляющий компьютер, осуществляет управление работой; сбор, хранение и обработку данных с использованием алгоритма C-SAFT; расчет законов фокусировки, визуализацию данных; предоставляет функции по анализу данных и автоматизации ведения протокола контроля. В пакет ПО дефектоскопа входят 3 основных блока программ: *Регистрация данных*, *Анализ данных*, *УЗ калькулятор*. Программа *Регистрация данных* – для настройки параметров контроля, управления сканерами, записи исходных данных контроля в общую базу данных системы. Программа *Анализ данных* – для обработки данных контроля из базы данных, визуализации изображений несплошностей, анализа результатов контроля и подготовки итогового заключения по результатам контроля. Программа *УЗ калькулятор* – для расчета законов фокусировки антенных решёток с учетом геометрии сварного соединения, а также для расчета параметров контроля методом TOFD.



# Технические характеристики

Количество каналов	64; 128 шт
Диапазон установки амплитуд импульсов возбуждения	от 30 до 100 В с шагом 1
Допускаемое отклонение установки амплитуды импульсов возбуждения	±10%
Диапазон установки длительности импульсов возбуждения	от 50 до 400 нс
Допускаемое отклонение установки длительности импульсов возбуждения	±10%
Диапазон регулировки коэффициента усиления приёмного тракта	от 0 до 80 дБ
Шаг регулировки коэффициента усиления	не более 0,5 дБ
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приёмника	±1 дБ
Диапазон регулировки длительности развёртки	от 1 до 600 мкс
Диапазон регулировки задержки развёртки (при частоте оцифровки сигнала 20 МГц)	от 1 до 200 мкс
Диапазон измерения глубины залегания дефекта	от 1 до 200 мм
Максимальная толщина контролируемых объектов	не менее 500 мм
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения глубины залегания дефекта	
- при условии, что значение апертурного угла* $\alpha$ , отнесенное к длине ультразвуковой волны $\lambda$ составляет не менее 5 град/мм	±0,8 мм
- значение апертурного угла* $\alpha$ , отнесенное к длине ультразвуковой волны $\lambda$ составляет менее 5 град/мм	$\pm(0,3+0,03*z)$ , где $z$ - значение глубины, мм
Абсолютная погрешность измерения расстояния от точки ввода ультразвуковых колебаний до проекции дефекта на поверхность	
- при условии, что значение апертурного угла* $\alpha$ , отнесенное к длине ультразвуковой волны $\lambda$ составляет не менее 5 град/мм;	±1,0 мм
- значение апертурного угла* $\alpha$ , отнесенное к длине ультразвуковой волны $\lambda$ составляет менее 5 град/мм	$\pm(0,3+0,03*z)$ , где $z$ - расстояние от точки ввода до проекции дефекта, мм
Диапазон измерения пройденного расстояния датчиком пути	от 1 до 20000 мм
Относительная погрешность измерения пройденного расстояния датчиком пути в диапазоне от 1 до 100 мм, мм в диапазоне от 100 до 20000 мм	
- в диапазоне от 1 до 100 мм	±0,5%
- в диапазоне от 100 до 20000 мм	±0,5%
Габаритные размеры блока системного (длина x ширина x высота)	не более 400 x 300 x 150 мм
Масса блока системного	до 9 кг
Средний срок службы	не менее 10 лет
Питание осуществляется от источника внешнего питания постоянного тока (от аккумуляторной батареи или блока питания, подключенного к сети переменного тока) с номинальным напряжением	24 В
Условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха	от +1 до +40 °С
- относительная влажность воздуха при температуре +25 °С	от 15 до 80 %
- атмосферное давление	от 630 до 800 мм рт. ст.

## Стандартная комплектация\*

- ДУМ АВГУР-АРТ ФАР (арт. D0160007)
- Сканер на магнитных колёсах СК.ТФ.М или СК.ТФ.К
- Модуль АВИК
- Комплект призм ПЭП, TOFD, ФР
- Соединительные кабели
- Кабель питания (220 В)
- Управляющий компьютер\*
- Упаковка

\* Сканирующие устройства поставляются отдельно