

Применение технологии
«WAVEMAKER»
при техническом
диагностировании трубопроводов

г. Санкт-Петербург 2021 г.

Преимущественное применение системы «Wavemaker»

- Диагностирование технологических трубопроводов.
- Обследование потенциально опасных участков трубопроводов:
 - ✓ Переходов через автодороги,
 - ✓ Переходов через железные дороги,
 - ✓ Водных переходов
 - ✓ Воздушных переходов

Назначение системы WAVEMAKER

Ультразвуковая длинноволновая система
WAVEMAKER применяется для повышения
эффективности обследования трубопроводов в
рамках действующих методик



Компоненты системы Wavemaker G3

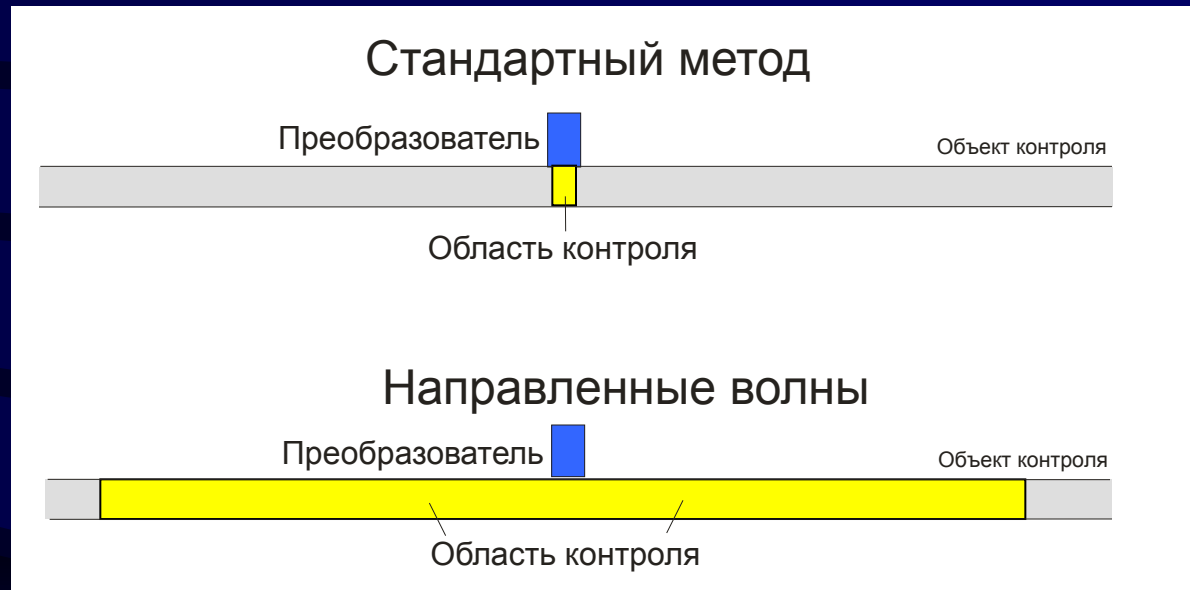


Принцип работы системы WAVEMAKER

Стандартный УЗК и Направленные волны

- Стандартный УЗК
 - Высокая частота
 - Малая длина волны
 - Чувствителен к малым дефектам при высокой частоте
 - Точечное измерение
- Направленная волна
 - Низкая частота
 - Большая длина волны
 - Чувствителен к «малым» дефектам даже при низкой частоте
 - Быстрое сканирование

Сигнал распространяется вдоль трубопровода

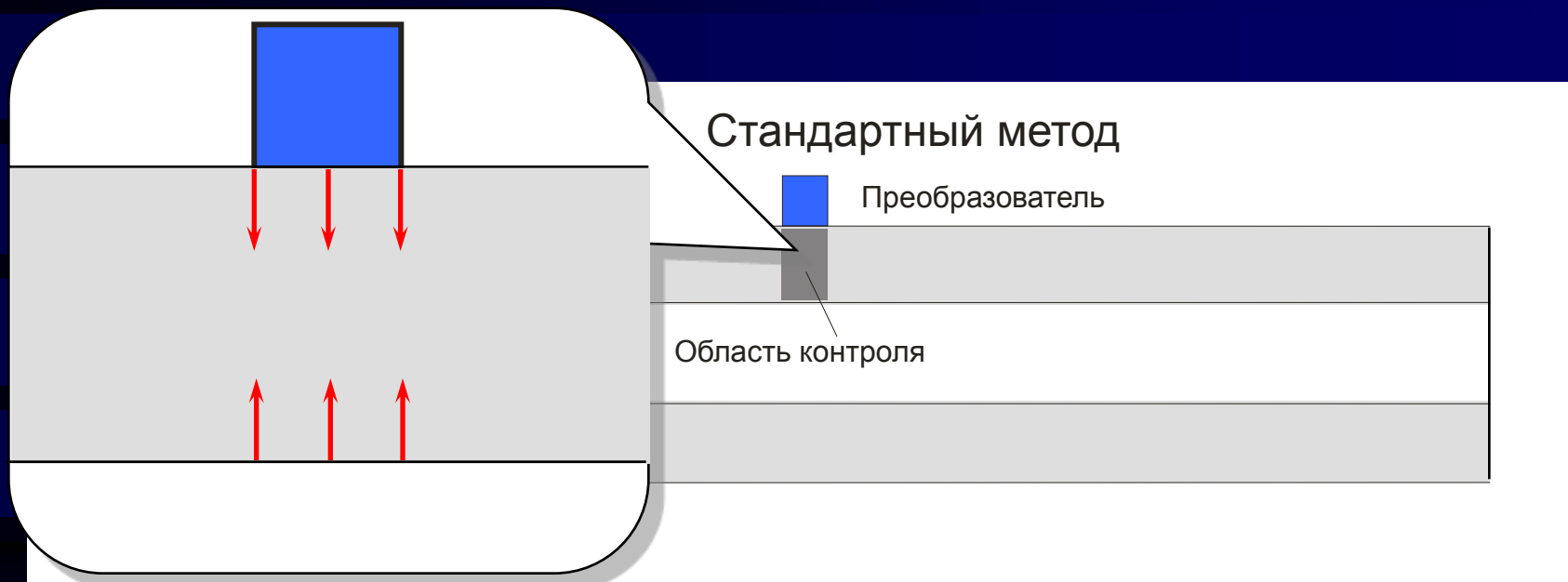


Стенки трубы формируют направление распространения ультразвуковых волн, которые направляются вдоль трубопровода.

Изменения в ППС

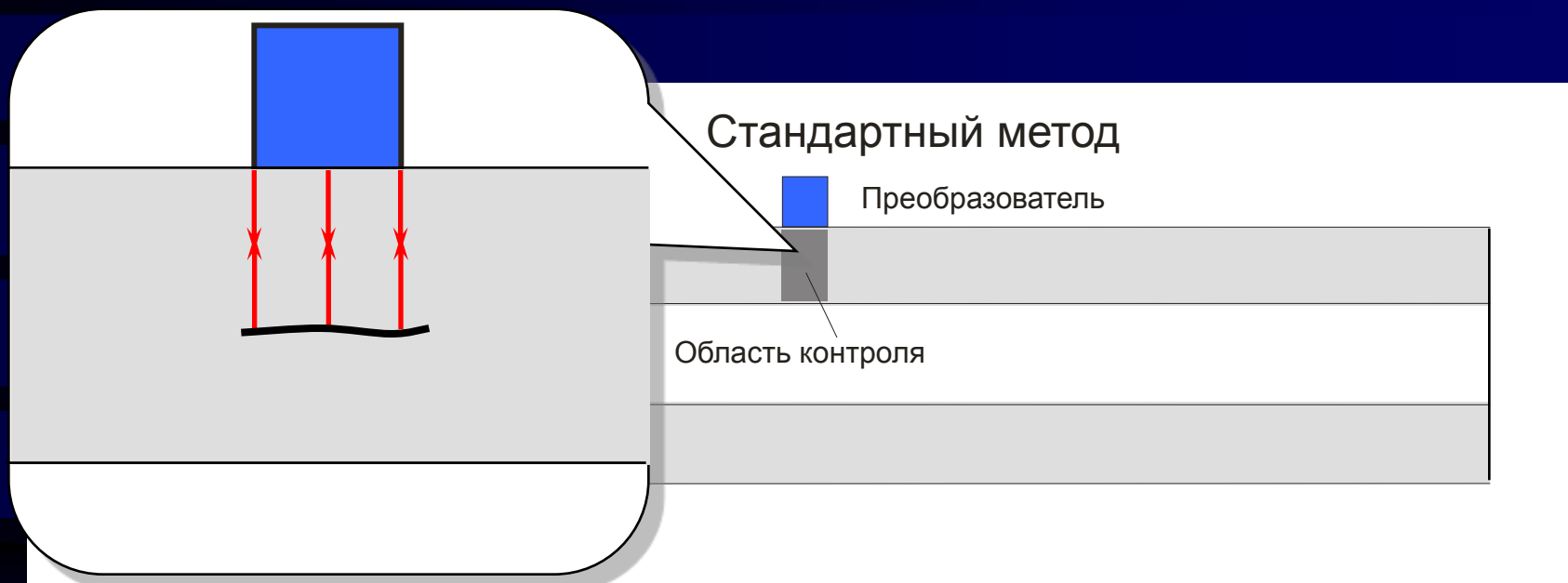
- Волна одинакова чувствительна к дефекту независимо от его местоположения
- Волна одинаково чувствительна как к увеличению, так и уменьшению ППС
- Отражения от швов и концов трубы используются как реперные точки
- Амплитуда отраженного сигнала уменьшается в зависимости от расстояния

Стандартный УЗК



Контролируем наличие дефектов в стенке трубы
непосредственно под преобразователем

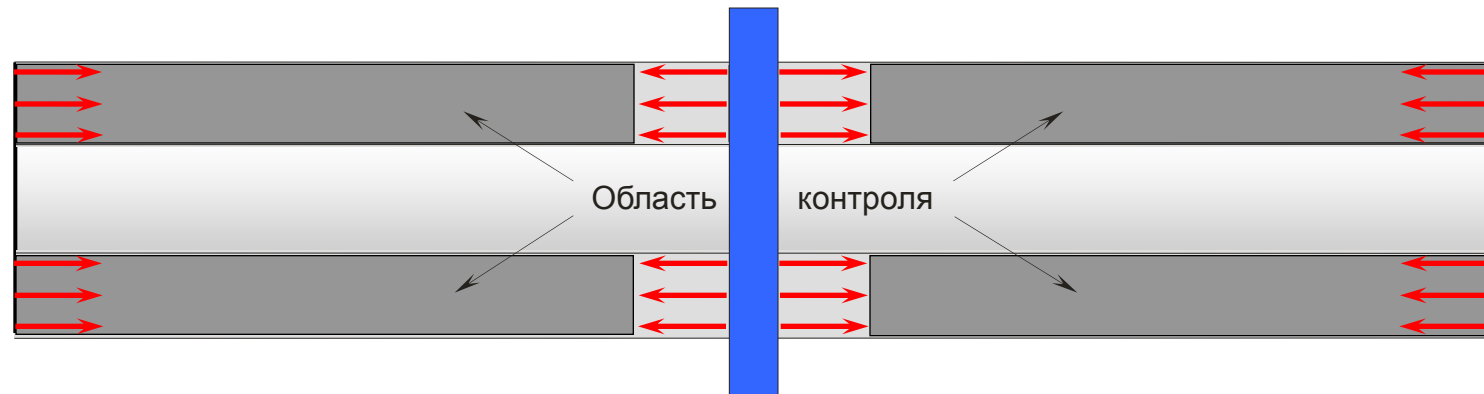
Стандартный УЗК



Контролируем наличие дефектов в стенке трубы
непосредственно под преобразователем

Направленные волны

Диагностирование системой WAVEMAKER

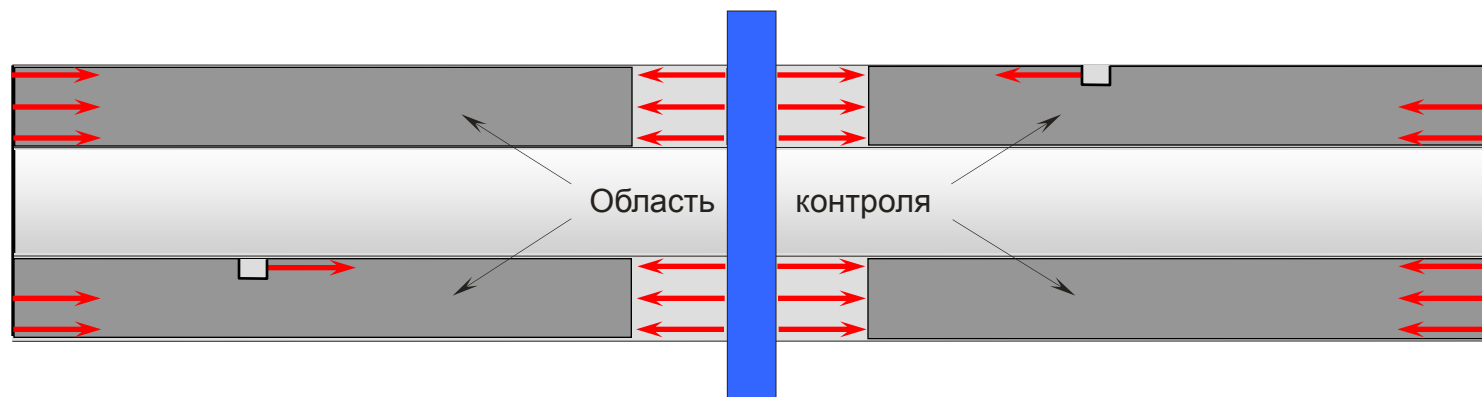


Кольцо с преобразователями

Контролируем наличие дефектов в сечении
трубы на расстоянии до 100 м

Направленные волны

Диагностирование системой WAVEMAKER



Кольцо с преобразователями

Когда направленная волна попадает на место изменения **площади поперечного сечения** (ППС), ее часть отражается обратно к преобразователю.

Применение системы на контролируемом объекте (основные этапы контроля)

Очистка трубы от изоляции



Установка кольца с преобразователями



Закрепление кольца преобразователей



Заполнение кольца воздухом (для обеспечения контакта преобразователей с трубопроводом)



Соединение приборного блока и кольца преобразователей



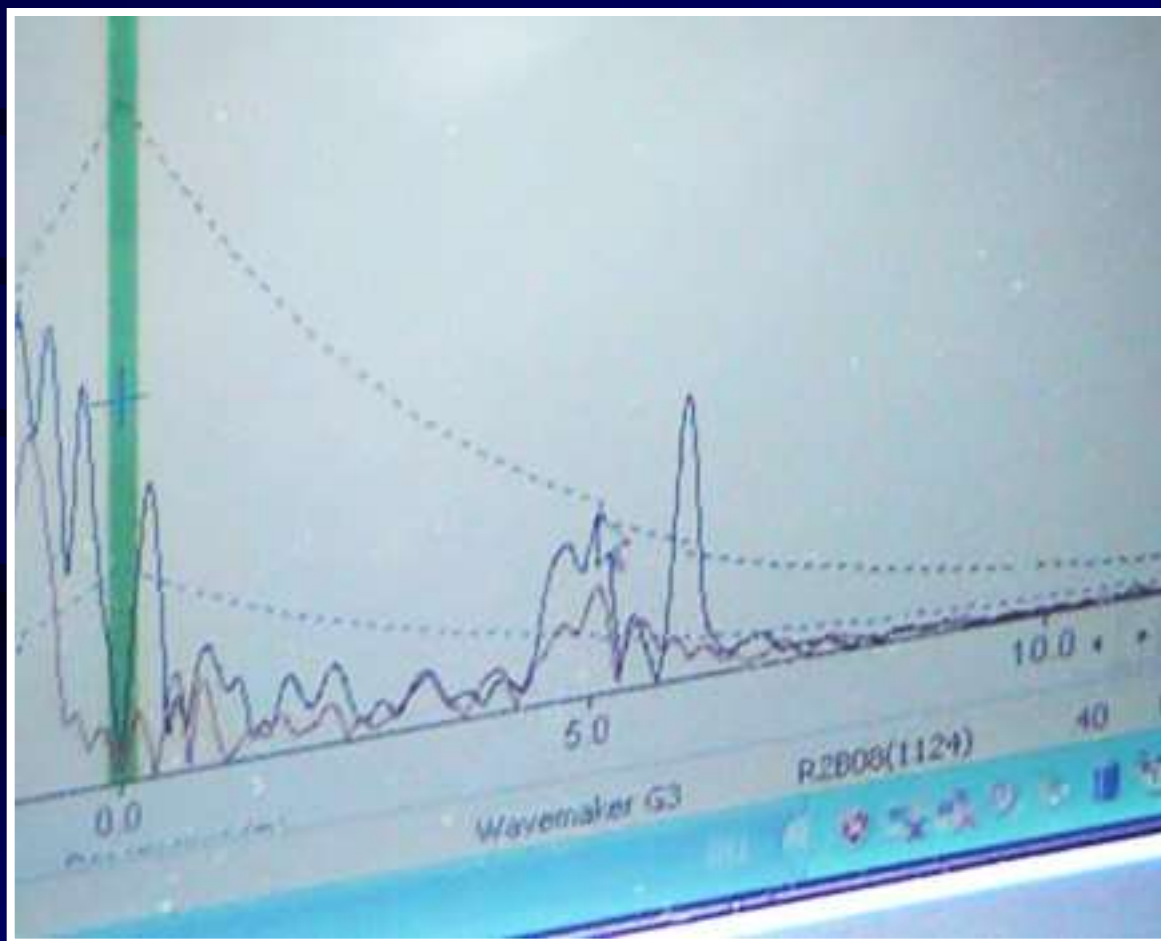
Проверка целостности преобразователей и качества контакта с трубопроводом



Сбор данных (1-3 минуты)



Анализ данных



Вскрытие грунта для проведения дополнительного контроля

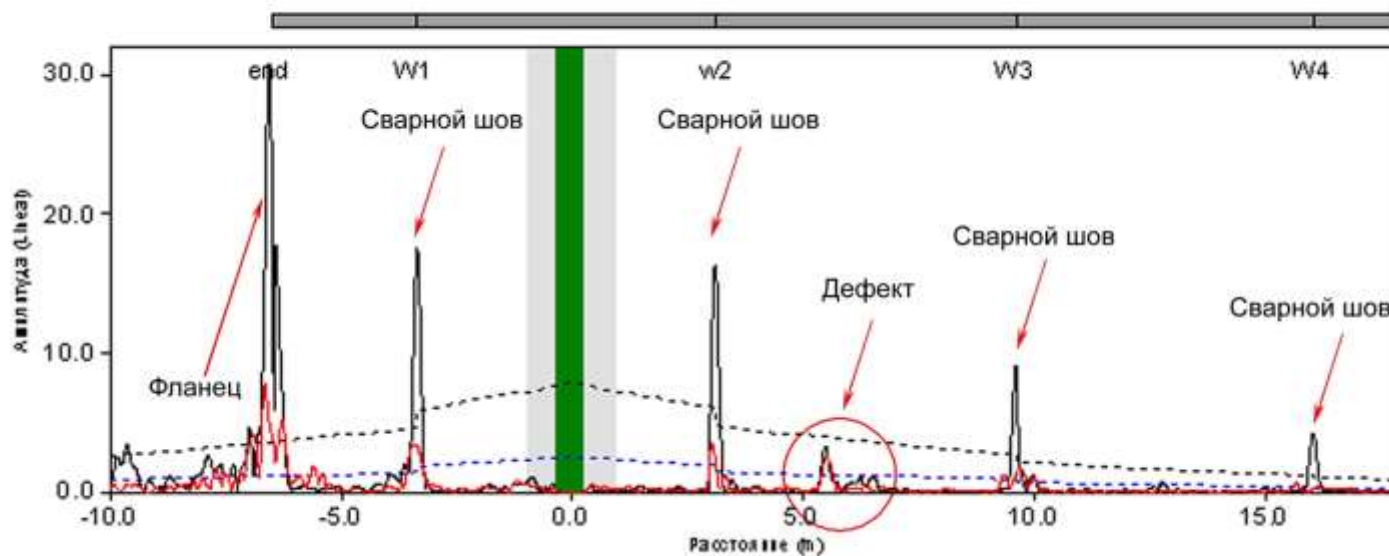


Проведение дополнительного дефектоскопического контроля



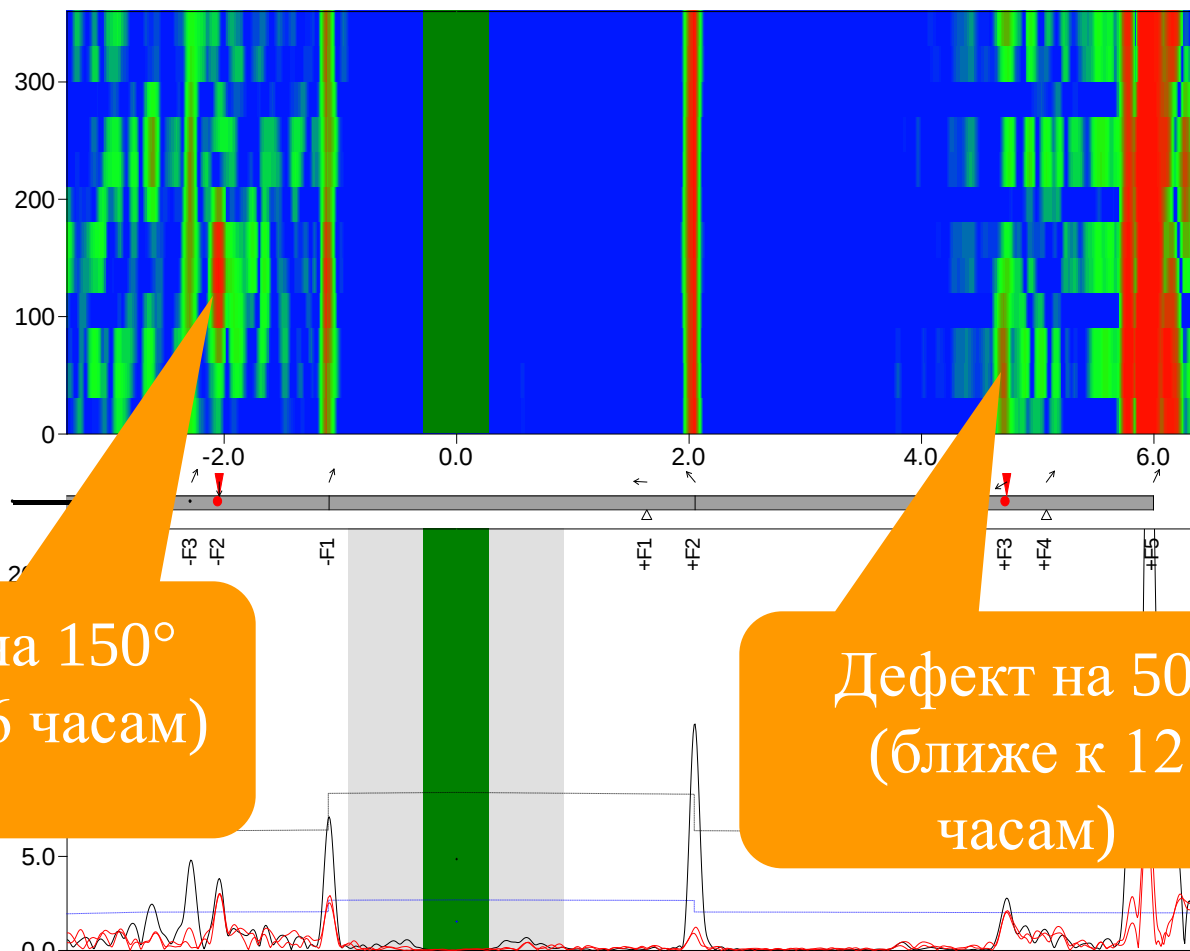
Интерпретация результатов

Интерпретация результатов



Вид А-Scan в программе «WavePro»

Развертка трубы (пример)



Дефект на 150°
(ближе к 6 часам)

Дефект на 50°
(ближе к 12
часам)

Название компании

Информация о месте,
включая координаты
(GPS), данные оператора и
данные по оборудованию

Перечень особенностей
трубы с расстояниями,
типом и примечаниями
оператора

A-Scan развертка,
показывающая
обработанные данные для
расшифровки

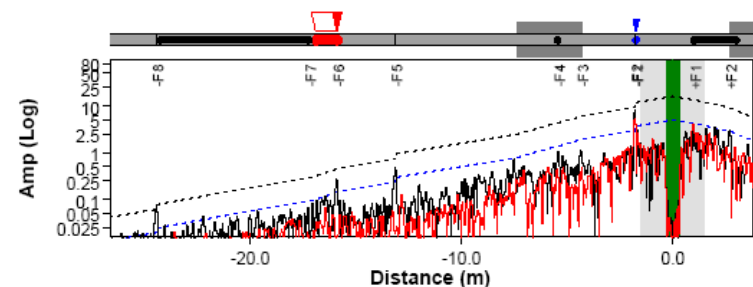


Guided Ultrasonics Ltd.

Result: Major Concern	Ring: R2F04(580)-Circum
Pipe: roadside	Config: 2.2FR, T(0.1)
Site: demo	Calibration: Automatic (1508.88 mV)
Location: weld -1.8	Version: 3.92, Wavemaker G313
Size: 4 inch	
Tested: 23 Oct 2008 09:34	Client: Pergam
Tested by: Mark Evans[GUL]	Procedure: GU 1.1

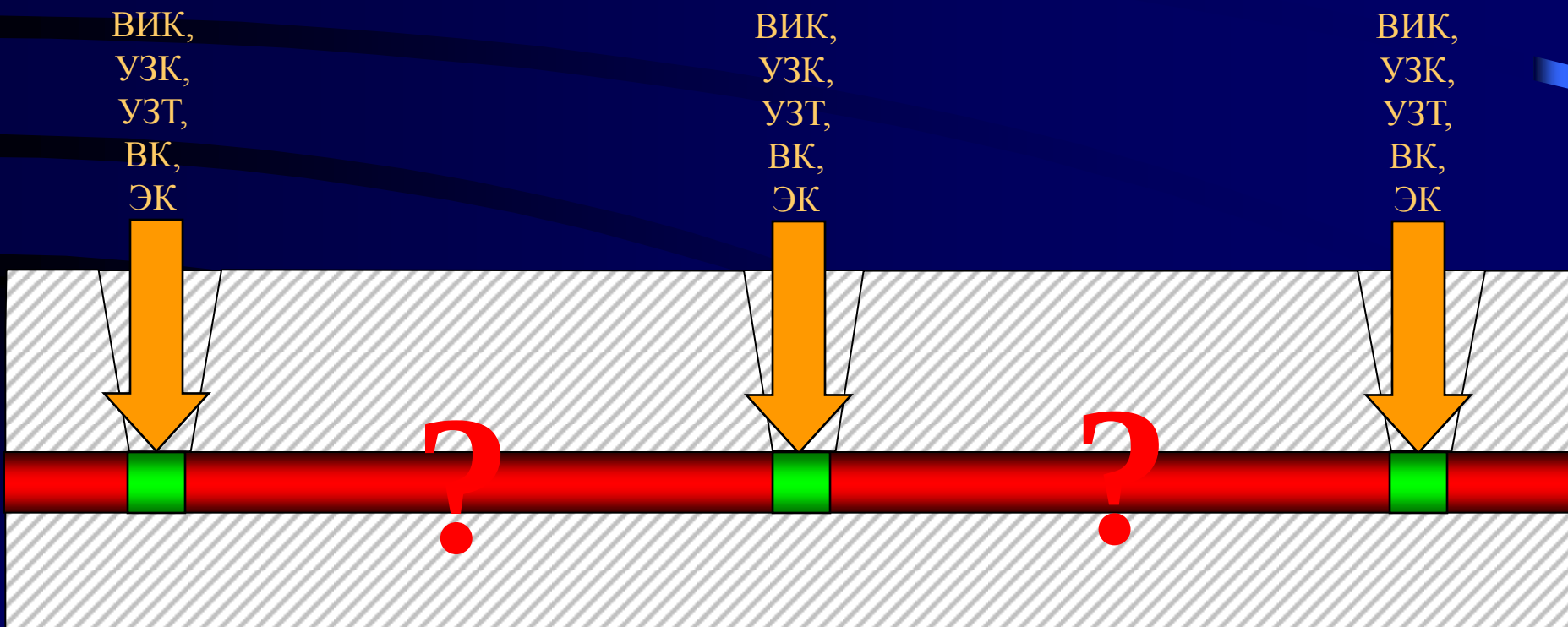
General Notes: Pipe was unpainted and lying on the ground. Occasionally buried by sandy soil and snow.
Minor general external corrosion was observed along the entire length.
The result indicates that the pipe exhibits 5% general corrosion along it's entire length.
Range is 30m.

Feature	Location	ECL	Extent	Class	Notes
+F2	2.67	-	70	Earth	
+F1	1	10	0	Minor	This area shows increased general corrosion up to the call level
-F1	-1.74	19	35	Medium	Weld shows no visual sign of defects but non-symmetry indicates internal defect.
-F2	-1.79	-	35	Weld	
-F3	-4.33	-	60	Entrance	
-F4	-5.44	9	60	Minor	This area shows increased general corrosion up to the call level
-F5	-13.13	-	90	Weld	
-F6	-15.89	17	90	Severe	Visually verified. Two areas of external corrosion approx 50% wall, 40% circumference
-F7	-17.22	9	70	Minor	This area shows increased general corrosion up to the call level
-F8	-24.43	-	90	Weld	

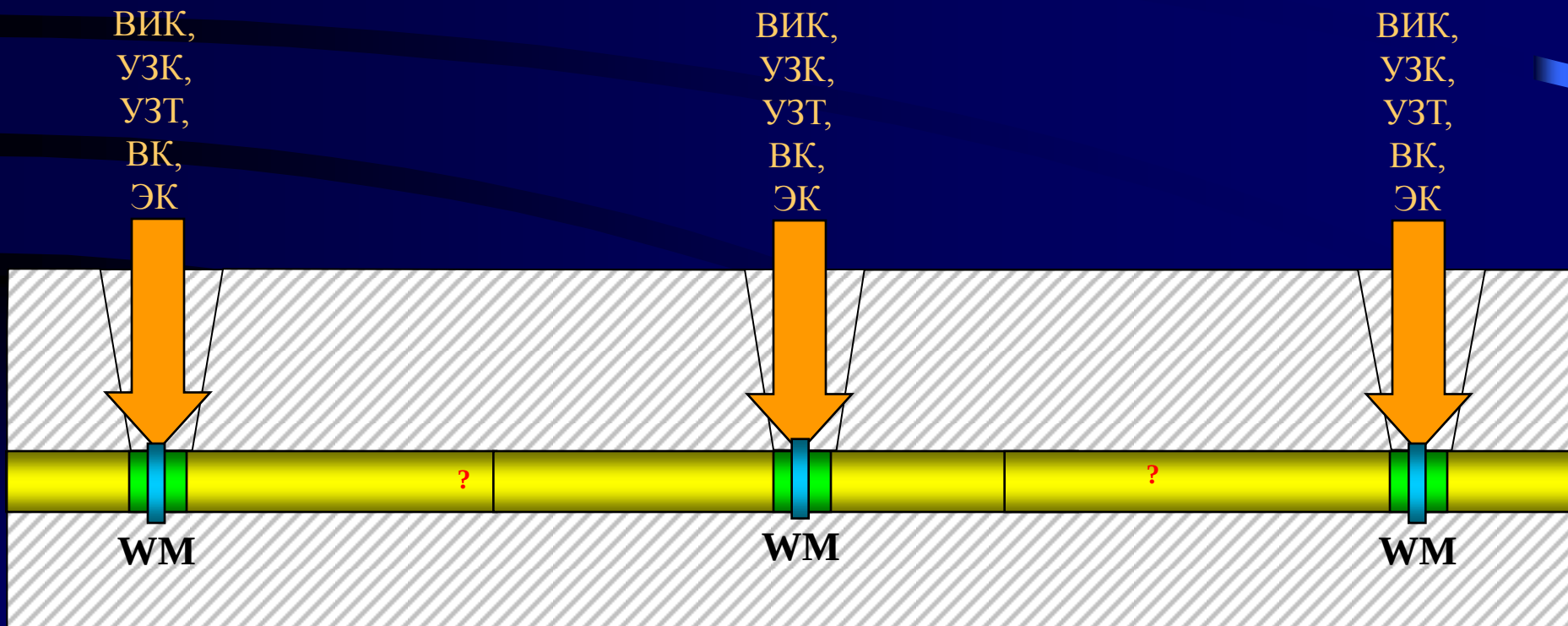


Технические возможности системы WAVEMAKER

Диагностирование трубопровода стандартными методами



Диагностирование трубопровода стандартными методами + WAVEMAKER



Диагностирование трубопроводов на эстакадах

Можно проверить до 100 м
трубопровода с одной точки



Трубопроводы в изоляции

Необходимо
удалить изоляцию
на расстоянии
примерно 25 см по
периметру
трубопровода для
установки кольца.



Трубопроводы, находящиеся в недоступных местах

Необходим
ограниченный
доступ

Можно проверить
более 100м длины
трубопровода с
одной точки



Переходы под дорогой в рукавах

Достаточно
внешнего доступа

Может быть
проверенно до
35m длины
трубопровода с
одной точки в
зависимости от
вида изоляции



Трубопроводы, проходящие через стены

Достаточно
внешнего доступа.

Можно проверить
до 20 метров
трубопровода



Подземные трубопроводы

Необходимо освободить
небольшой участок
трубы

Можно проверить около
20m трубопровода в
каждом направлении с
одной точки (в
зависимости от трубы,
покрытия и состояния
грунта)



Преимущества системы

- Эффективно применяется для быстрого определения поврежденных участков трубопроводов в недоступных для осмотра местах:
 - подземных переходов через железные и автомобильные дороги;
 - на эстакадах;
 - под изоляцией.
 - переходов через стены;
 - подводных переходов;
 - воздушных переходов;
- Не требует нагружения трубопровода (может проводиться контроль как заполненного продуктом, так и пустого трубопровода);
- Дает возможность определения трещин и потери основного металла (более чем 5% от поперечного сечения трубопровода);
- Система портативна и автономна, что важно для использования в труднодоступных местах;
- Дает возможность контроля участка трубопровода протяженностью в несколько десятков метров за один замер;
- Позволяет быстро и эффективно получить данные для оценки технического состояния трубопровода;
- На порядок повышает информативность контроля при тех же затратах на подготовку трубопровода.

Отзывы о системе «Wavemaker»

...Результаты данного обследования трубопроводов с использованием системы «Wavemaker» и последующей ДДК показали возможность применения данной системы при диагностике трубопроводов в качестве одного из методов НК...

Свидетельство об утверждении типа измерений

Система

«Wavemaker»

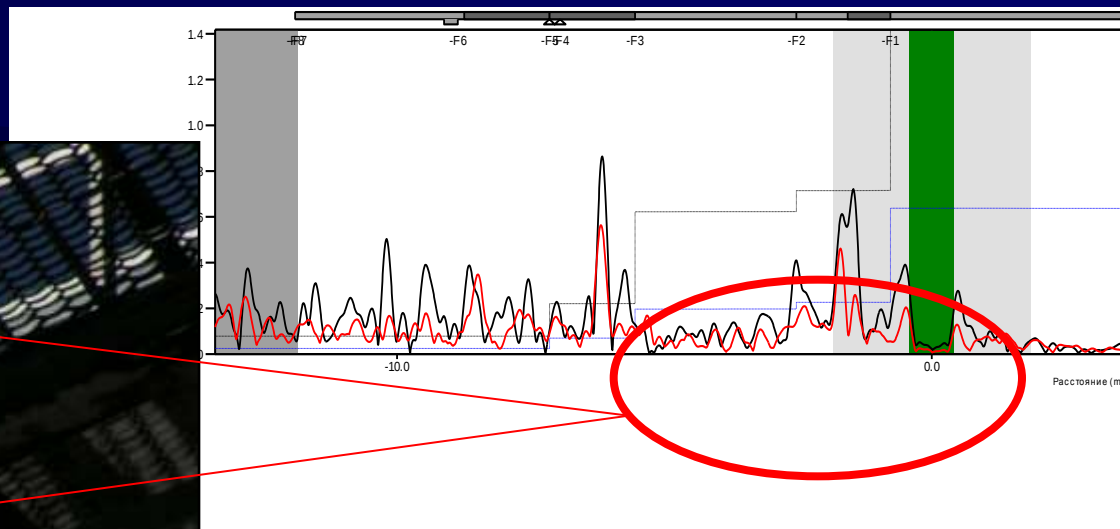
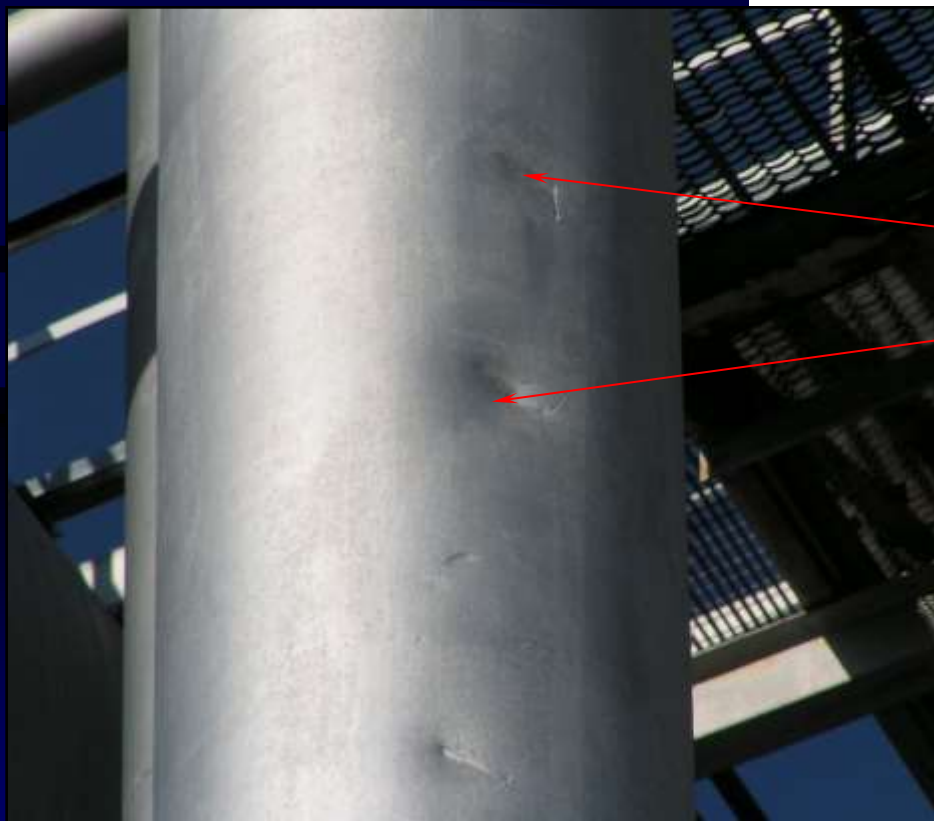
утверждена как тип
средства измерения
Федеральным
агентством по
техническому
регулированию и
метрологии



Примеры обнаружения дефектов в трубопроводах

Нефтепровод от сепараторов С-3/1-4 до сепараторов С-4/1-4

Южно-Ягунское месторождение, ЦППН, ЦПС
ТПП «Когалымнефтегаз»



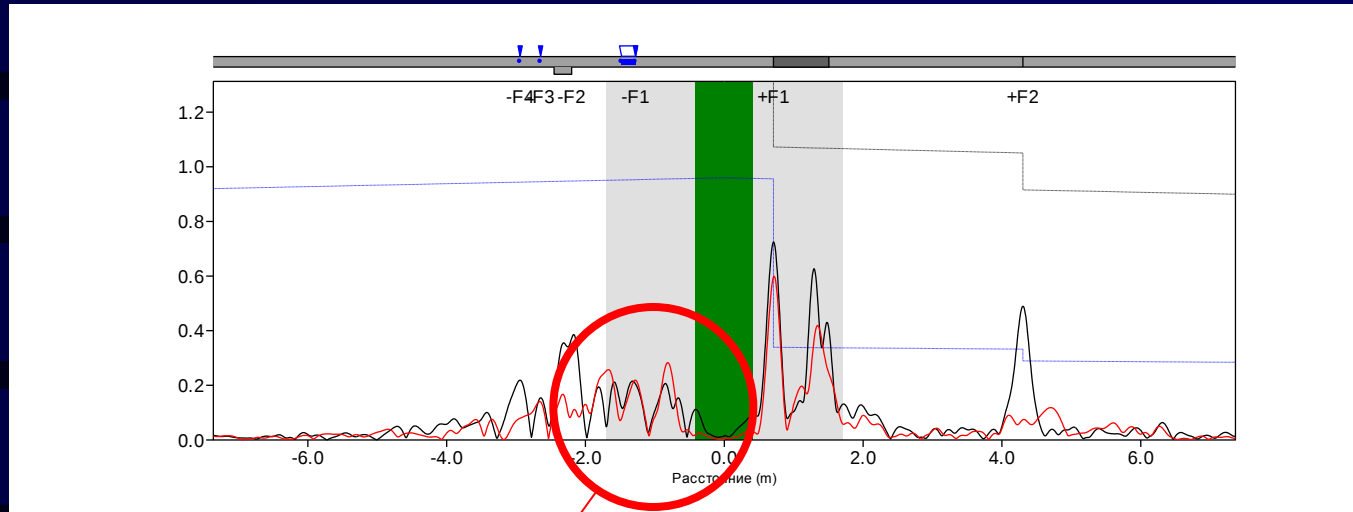
- Обнаружены вмятины на вертикальном участке трубы от сепаратора С3/3 до сепаратора 4/3, дефект 2 класса

Диагностика напорного нефтепровода ЦПС Тюменский - врезка в ЦПС Лор-Ёган



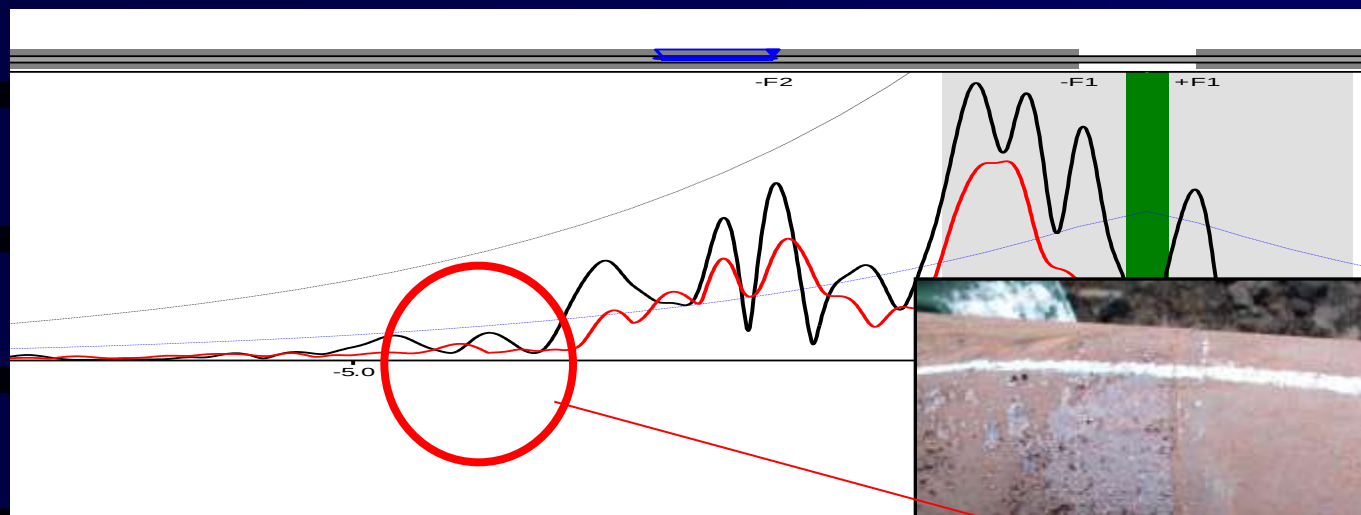
- Обнаружена
незаконная врезка
в трубопровод

Диагностика напорного трубопровода Ø273 мм Самотлорского месторождения



Коррозионное повреждение
трубопровода, обнаруженное
при дополнительном
обследовании

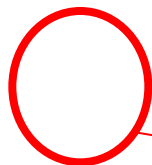
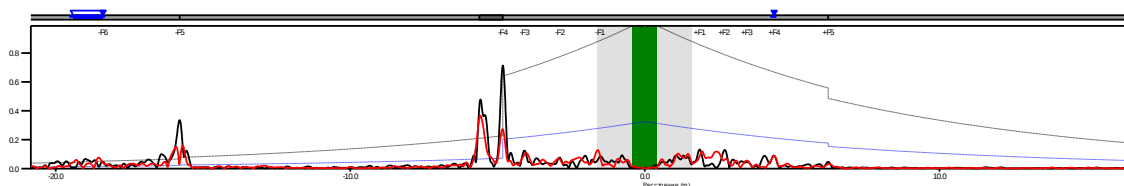
Техническое диагностирование газопровода «Савельевка-Бобровка» (Ø219 мм)



Забоины на
трубопроводе,
обнаруженные методом
длинноволновой УЗД



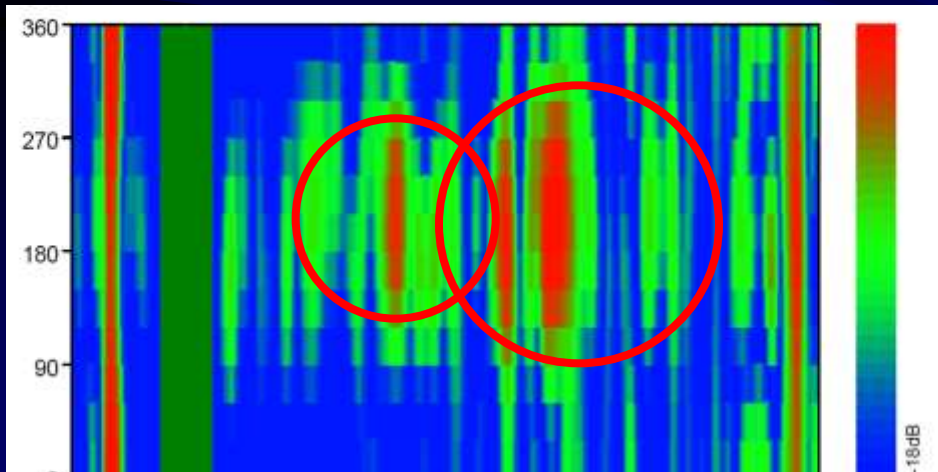
Диагностика напорного трубопровода Ø273 мм Самотлорского месторождения



На расстоянии 18,4 метра от
кольца обнаружен дефект.
При вскрытии участка
выявлена язвенная коррозия

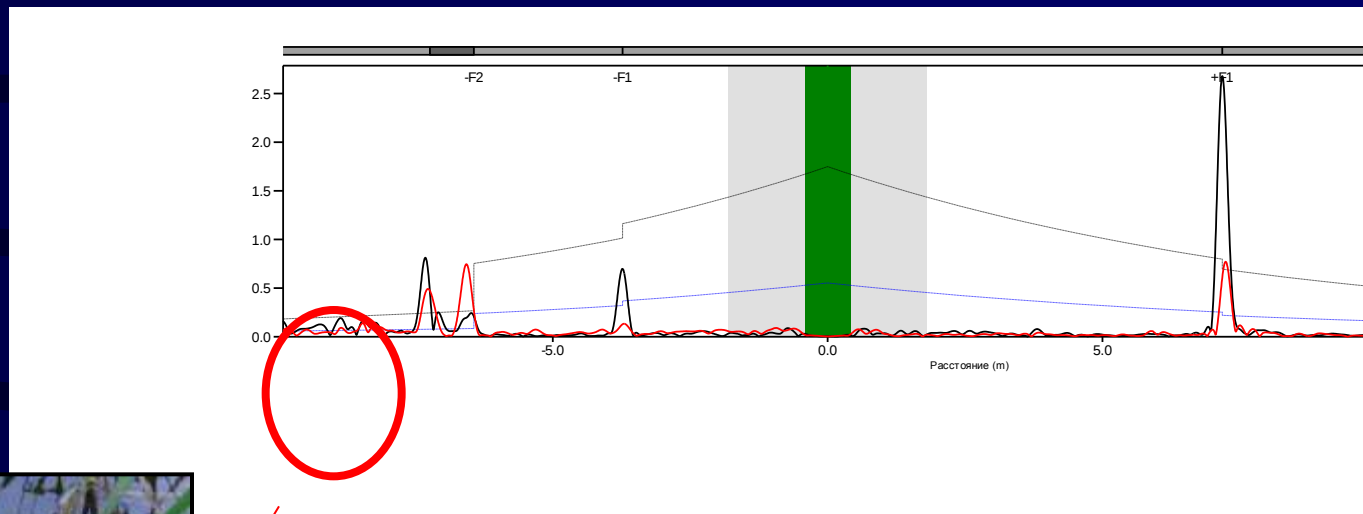


Диагностика участка трубопровода нефтесборного коллектора к.792 Ø114 мм



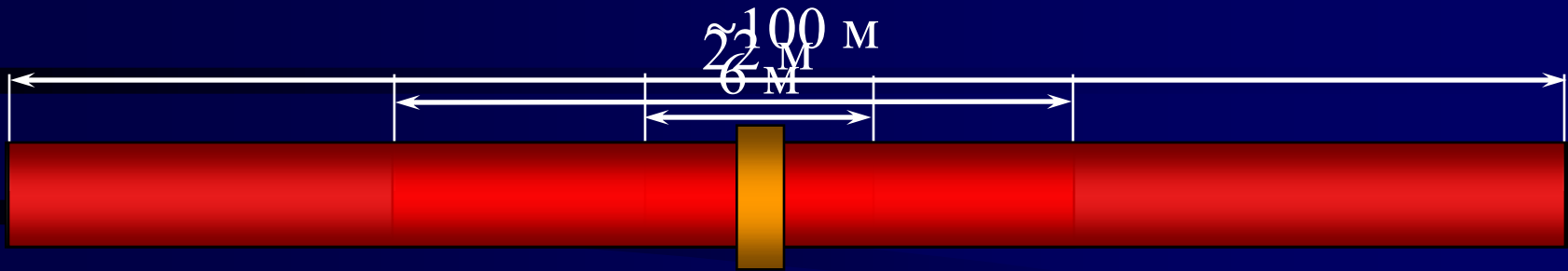
Обнаружены обширные дефекты на нижней образующей, хорошо видные на развертке трубопровода. При вскрытии участка и разрезке трубы в данных местах выявлена язвенная коррозия с остаточной толщиной около 3 мм

Диагностика напорного трубопровода Ø273 мм Самотлорского месторождения



На расстоянии 8,5 метров от места постановки кольца обнаружен аномальный сварной шов. При ДДК выявлено смещение сварного шва глубиной более 5 мм.

Распространение сигнала



- Средняя дальность распространения сигнала до затухания волны, позволяющая проводить контроль с фиксированием аномалий трубопровода – 22 м
- Минимальное распространение сигнала ~ 6 м
- Максимальное распространение сигнала ~ 100 м

Распространение сигнала

- Минимальное распространение сигнала свидетельствует о наличии на внутренней поверхности трубопровода значительных твердых отложений либо о сильной коррозии (определяется по форме сигнала)

Выводы

Проведенный анализ эффективности работы системы «Wavemaker» по сравнению со стандартными методами диагностики трубопроводов позволяет сделать следующие выводы:

Использование в рамках стандартных методик

- Данный метод рекомендуется использовать вместе с стандартными методами контроля в рамках действующих методик для обнаружения потенциально опасных участков трубопроводов

Выявляемые дефекты

Система «Wavemaker» дает возможность обнаруживать дефекты следующих типов:

- потеря металла (коррозионные поражения общего или локального типа, эрозионный износ);
- нарушения сплошности металла (расслоения, неметаллические включения);
- трещиноподобные дефекты (риски, плены, закаты, сколы, трещины);
- изменение геометрии трубы (вмятины, гофры);
- дефекты сварных швов (косой стык, смещение кромок, несоблюдение геометрии сварного шва);
- дефекты наружной изоляции

Отличительные особенности

- данный метод рекомендуется для диагностирования коротких участков трубопроводов (до 50 м) с ограниченным доступом к телу трубы (переходы через естественные и искусственные препятствия), а так же для трубопроводов, имеющих доступ к телу трубы (технологические, линейные на эстакадах, воздушные переходы и т.д.);
- метод имеет малую погрешность (более 80% обнаруженных дефектов подтверждены ДДК);
- позволяет определить местонахождение дефекта с точностью до 1 см, идентифицировать дефекты, находящиеся в одном сечении.

Отличительные особенности

- позволяет сократить общие затраты времени на выполнение контроля технического состояния трубопроводов, за счёт необходимости выполнения УЗТ только в местах установки колец и обнаруженных аномальных зонах);
- возможность определения местоположения дефекта по окружности трубы, используя предусмотренную системой «Wavemaker» C-Scan развертку сигналов, а так же общего коррозионного состояния трубопровода;
- протяженность участков контроля составляет в среднем 50 м в зависимости от состояния элементов трубопровода, что значительно увеличивает объем получаемой информации;

Заключение

Система «Wavemaker» позволяет получить больше информации о техническом состоянии трубопровода и во взаимодействии со стандартными методами неразрушающего контроля выводит процесс диагностирования трубопроводов на качественно новую ступень.