

**Научно-практическая конференция
«Экспертиза промышленной безопасности и диагностика
опасных производственных объектов»
20-21 марта, 2019 года, Уфа.**

**Применение метода акустической импульсной рефлектометрии для
оценки технического состояния трубопроводных систем.
Опыт использования прибора ПАКТ-04 в АО ИркутскНИИхиммаш**

Докладчик: Кузнецов К.А., к.т.н

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

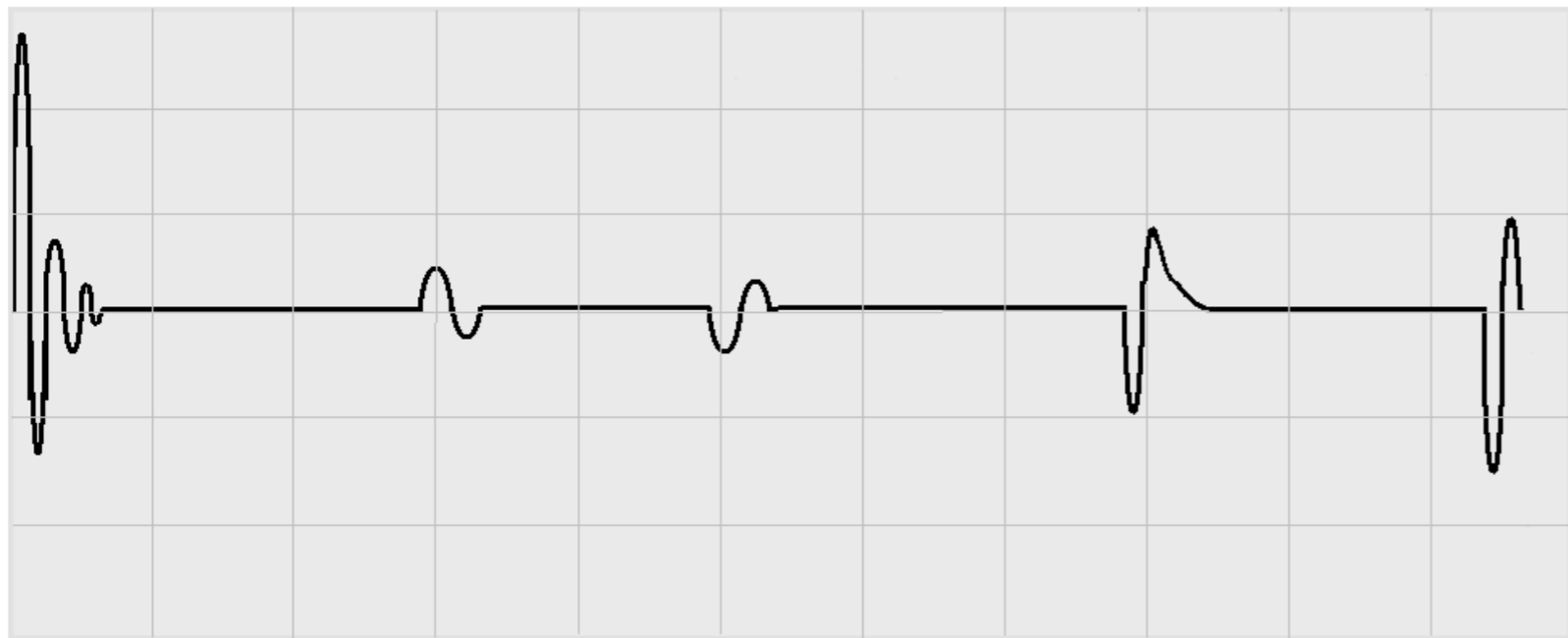
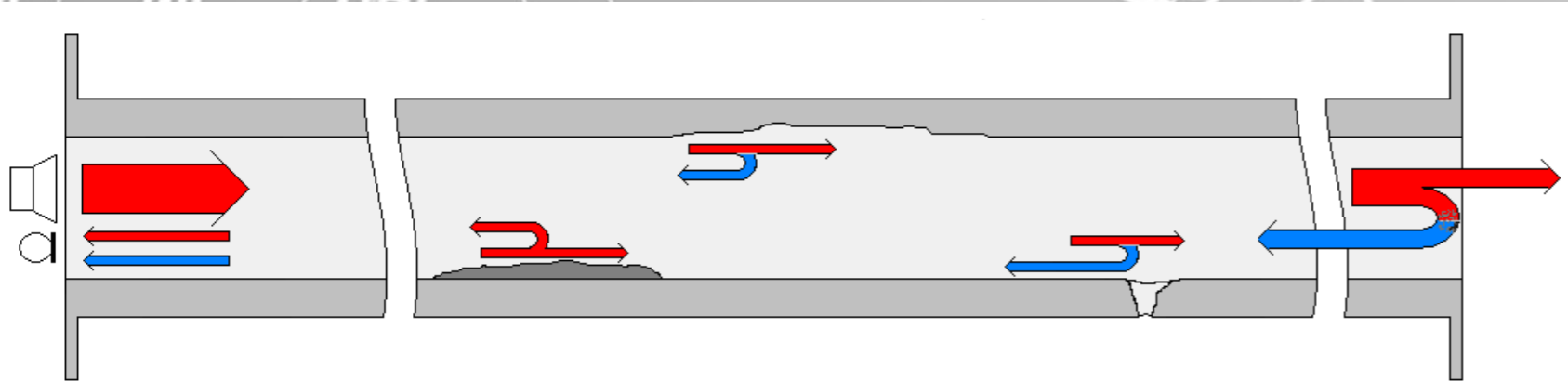
Метод акустической импульсной рефлектометрии (АИР) относится к неразрушающим методам контроля и является экспрессным методом для оценки технического состояния трубопроводных систем.

Метод АИР позволяет проводить акустический контроль труб и трубопроводных систем с целью выявления дефектов и повреждений с определением расстояния до них:

коррозия внутренней стенки; сквозные отверстия, свищи; отложения на стенке, окалина; наличие посторонних предметов в просвете; блокировка просвета; деформация стенки, вмятины; качество очистки трубы.

При обследовании доступ к трубе может быть односторонним. Труба может иметь изгибы, наружный слой теплоизоляции или оребрение.

ПРИНЦИП МЕТОДА АИР



Заключается в излучении акустическим датчиком внутрь трубы зондирующего акустического импульса, распространяющегося со скоростью звука и затухающего с расстоянием из-за поглощения и рассеяния звука. Часть энергии импульса отражается в обратном направлении от встречающихся отклонений в сечении трубы.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

С 07.04.2016 г. введен в действие стандарт организации СТО 00220227-043-2016 «Трубопроводные системы. Методы акустического контроля. Метод акустической импульсной рефлектometрии».



Содержание

Введение

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения
- 4 Описание метода акустической импульсной рефлектometрии
 - 4.1 Принцип метода АИР
 - 4.2 Типы выявляемых дефектов
 - 4.3 Особенности распространения акустических сигналов в трубе
 - 4.4 Характерные признаки дефектов, принимаемые во внимание при проведении контроля
 - 4.5 Методы проведения контроля
 - 4.6 Ограничения применения метода АИР
- 5 Требования к аппаратуре
- 6 Требования к объекту контроля
- 7 Порядок подготовки к проведению контроля
 - 7.1 Проверка калибровки шкалы расстояний
 - 7.2 Настройка чувствительности
- 8 Порядок проведения контроля
- 9 Контроль качества
- 10 Охрана труда и окружающей среды

Приложение А. Стандартный образец предприятия СОП-01
Приложение Б. АРД диаграммы

Проект Руководства по безопасности «Техническое диагностирование и определение остаточного ресурса технических устройств (сосудов, аппаратов, трубопроводов, трубопроводной арматуры) и разъемных соединений»

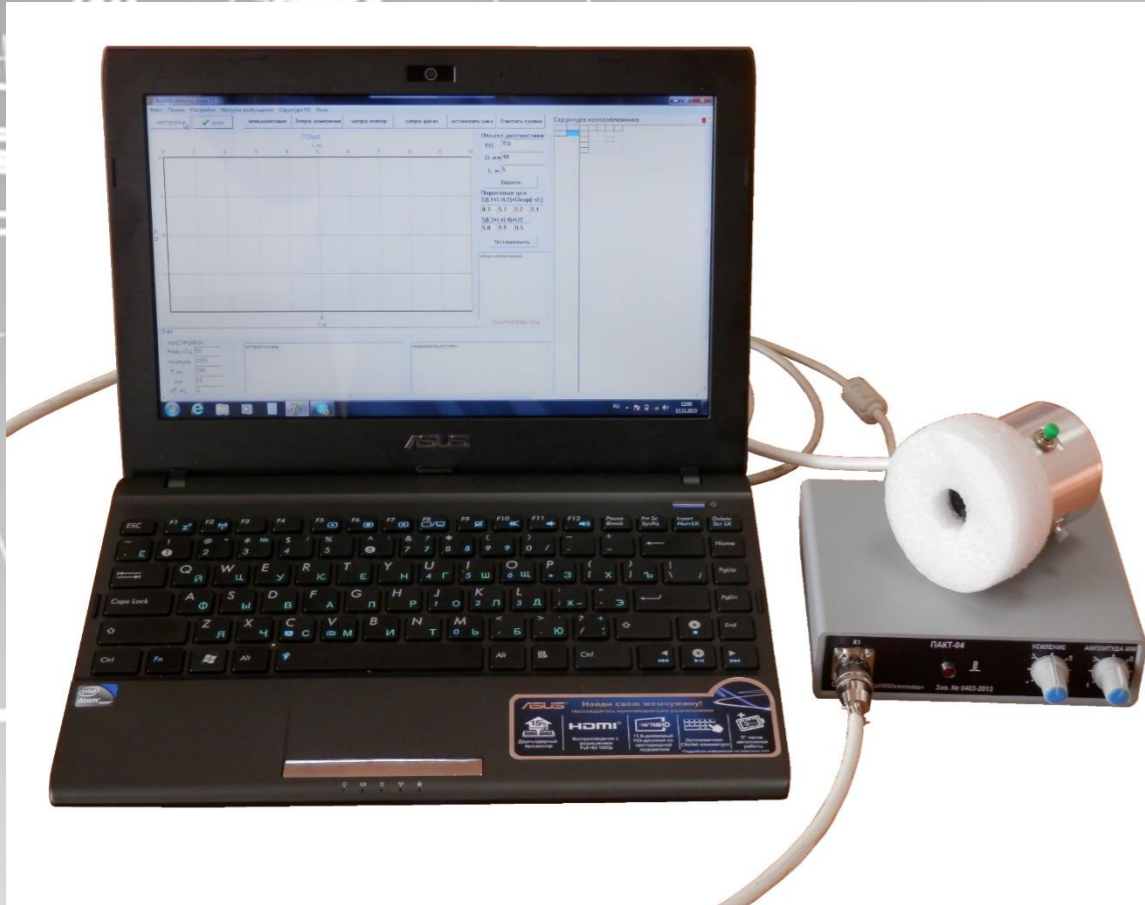
п. 15. Перед выведением ТУ из эксплуатации для выполнения комплекса работ по ТД может быть проведен контроль ТС ТУ экспресс-методами. В общем случае для контроля состояния ТУ могут применяться следующие экспресс-методы: ТК, ВбД, МП, АИР и т.д.

п. 23. АИР применяется для скрининг-диагностики внутренней поверхности и пропускной способности труб, трубопроводов и трубных пучков теплообменного оборудования. Позволяет выявлять локальные поражения внутренней поверхности (увеличение или уменьшение площади внутреннего сечения более 4%).

п. 24. Для проведения АИР прекращается эксплуатация ТУ, освобождается внутреннее пространство от заполняющей среды, отключается заглушками от всех трубопроводов, соединяющих диагностируемые ТУ с источниками давления и другими ТУ.

Применение Метода акустической импульсной рефлектометрии регламентируется п.п 114-117 настоящего проекта РБ.

ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04



ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04

Для экспресс контроля технического состояния труб разработан аппаратно-программный комплекс ПАКТ-04.

Применяется для технического диагностирования, а также входного контроля труб, трубопроводных систем. Внутренний диаметр обследуемых труб от 6 до 100 мм, длина до 30 м (зависит от диаметра).

Реализована автоматическая запись эхограмм в файлы с уникальными номерами, привязанными к положению трубы в трубной доске.

Имеется автоматический сигнализатор дефектов и система определения эквивалентного сечения дефектов.

Время контроля каждой трубы, включая запись в память, составляет 1 – 2 секунды.

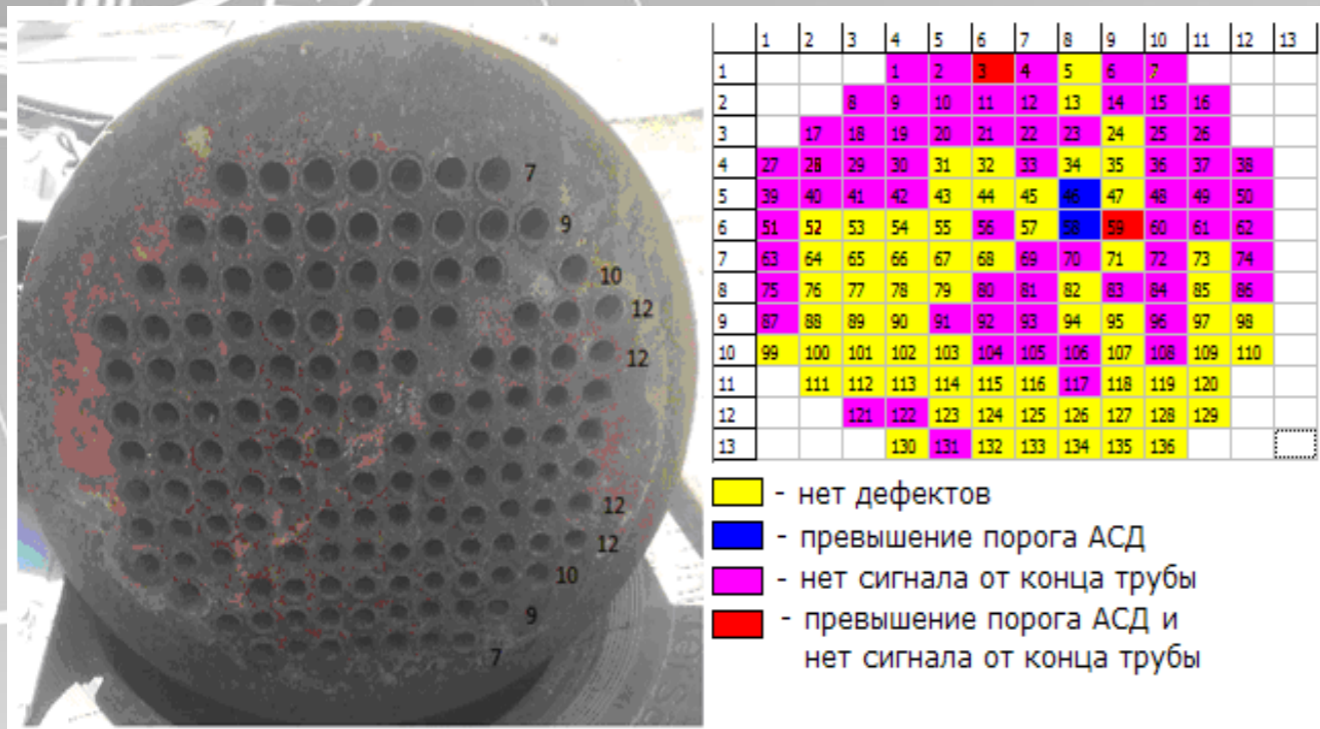
ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04

Трубные пучки кожухотрубчатого теплообменника содержат до нескольких тысяч трубок общей длиной до 10 км и более.



ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04

Пример отчета, автоматически выданного прибором, о состоянии трубок теплообменника



Для примера, показан отчет о состоянии трубок обследованного теплообменного аппарата, который прибор ПАКТ-04 формирует автоматически.

Трубки, помеченные желтым цветом, контроль прошли. Остальные, в зависимости от цвета, требуют дополнительного обследования или прочистки.

Из диаграммы видно, что половина трубок забита отложениями, в четырех – крупные включения или свищи.

ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04

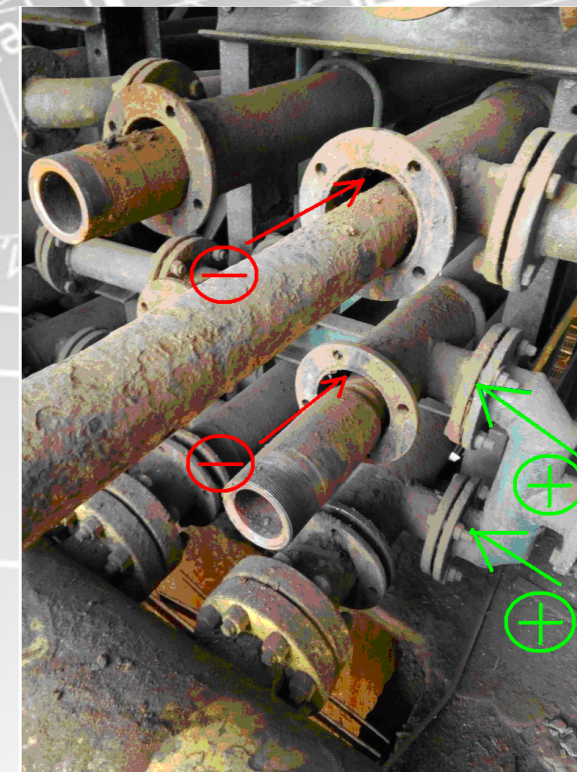
Кроме труб круглого или иной формы сечения метод АИР позволяет обследовать и другие объекты, имеющие замкнутые протяженные полости сечением от 30 до 100000 кв. мм.

В частности, межтрубное пространство теплообменных аппаратов типа «труба в трубе».

При этом не требуется разборка со снятием перепускных патрубков и извлечение внутренних труб.

Необходимо только открыть боковой вход в охлаждающую рубашку на время проведения испытаний.

Таким образом, без разборки (или до разборки, если она может потребоваться) можно количественно оценить степень коррозионного износа стенки труб.

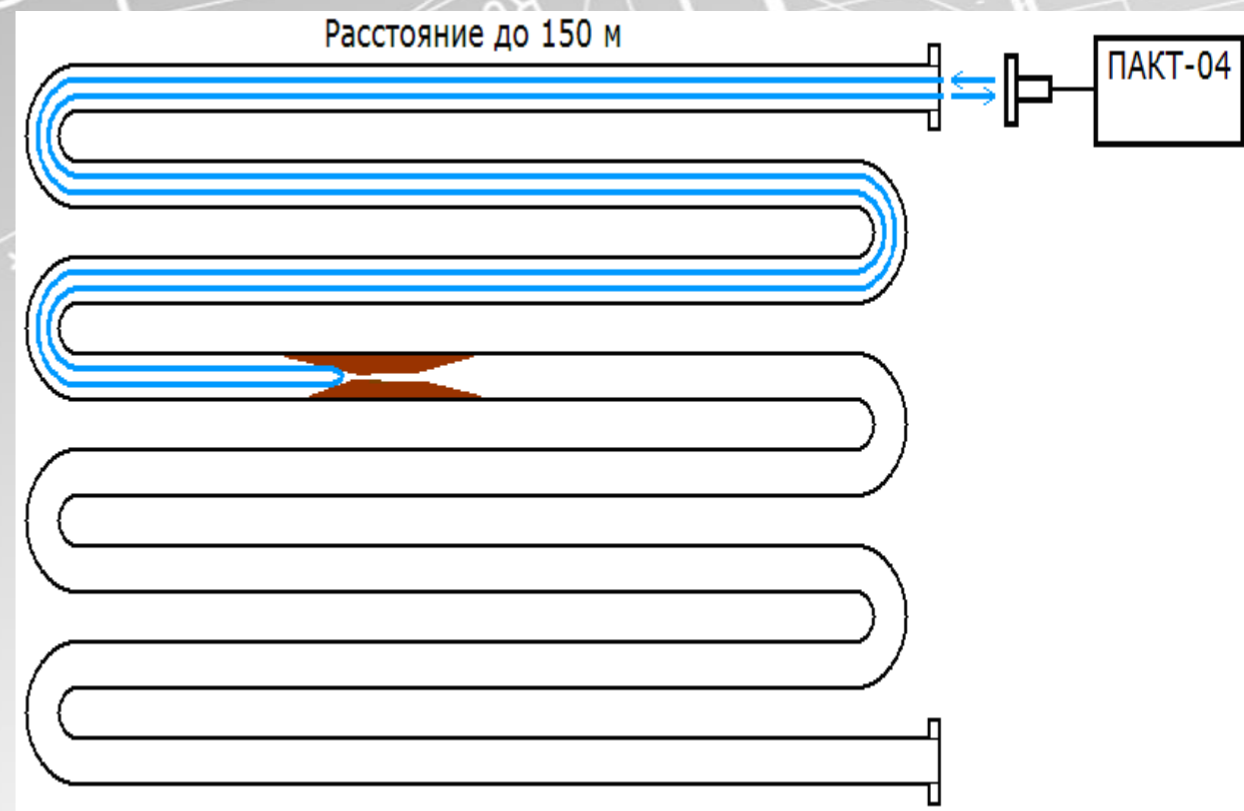


ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04

Наличие колен и большая общая длина трубной конструкции осложняет задачу по обнаружению и устранению дефекта. Длина трубы может составлять несколько сотен метров при диаметре прохода около 100 мм.

Локальное отложение из-за неоднородности нагрева протяженной трубы-змеевика печи приводит к сужению просвета трубы с потерей функциональности.

Прибор ПАКТ-04 дает возможность локализовать сужение и измерить расстояние для принятия мер по восстановлению работоспособности аппарата. Длина трубы, на которой с помощью прибора ПАКТ-04 еще можно увидеть дефект такого рода, зависит от внутреннего диаметра. Для труб с внутренним диаметром 25 – 30 мм предельная длина обнаружения составляет 60-70 метром, с увеличением диаметра до 100-120 мм длина возрастает до 150.



ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04

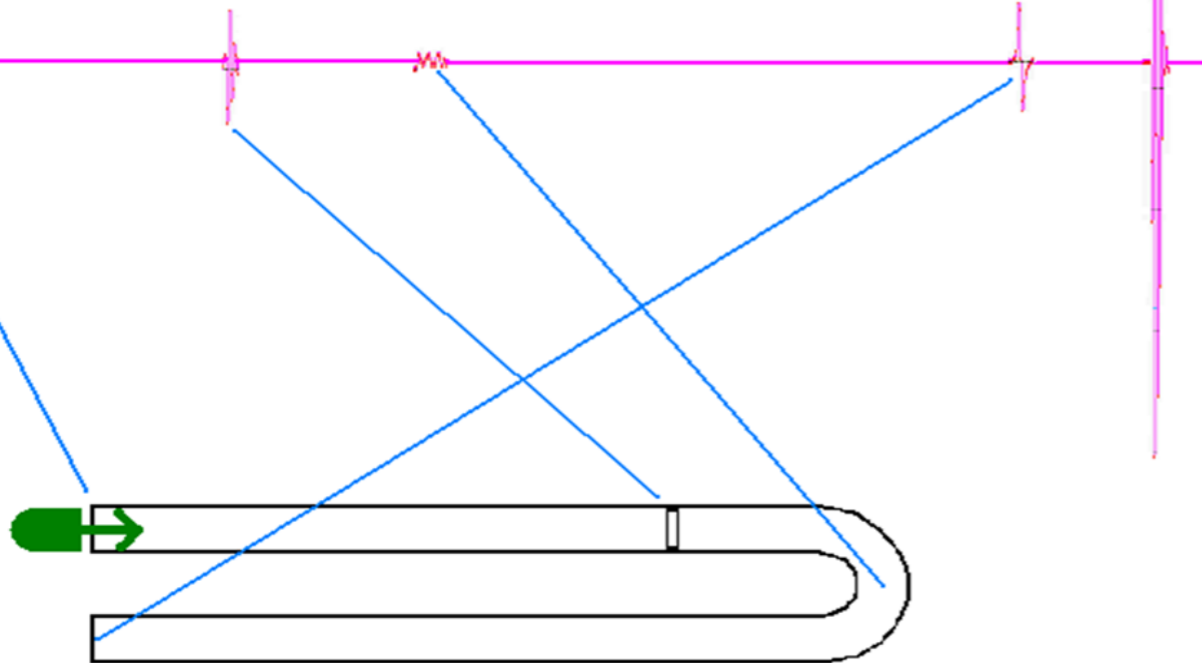
Труба внутренним диаметром 100 мм и длиной 30 м
Дефект - подкладное кольцо

Расстояние от начала трубы до сигнала

9,2 м

15 м

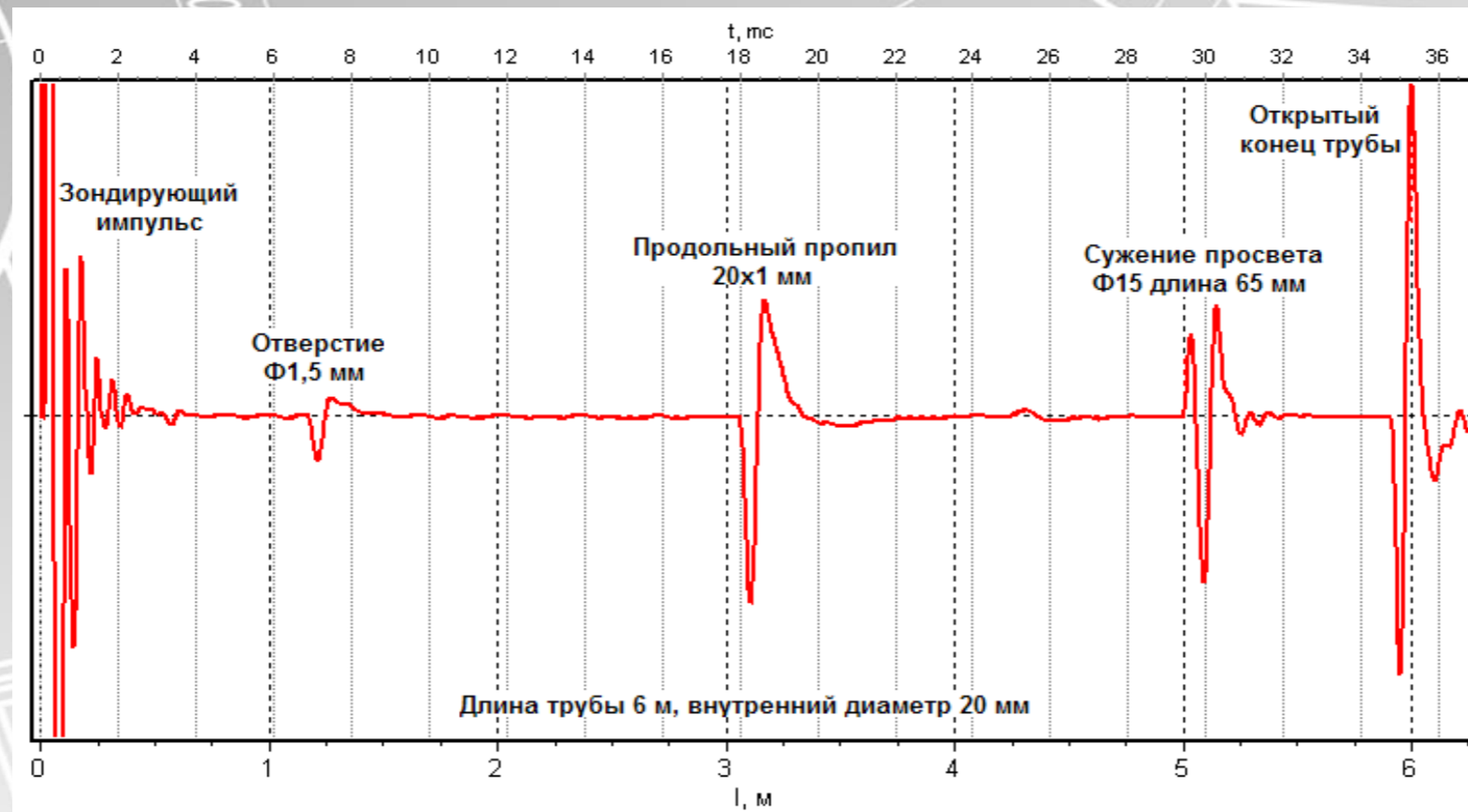
30 м



Возможности применения аппарата ПАКТ-04 не ограничиваются малыми диаметрами трубных пучков. На рис. приведены результаты обследования 30-метровой ребристой трубы с внутренним диаметром 100 мм. В данной трубе обнаружено не извлеченное подкладное кольцо.

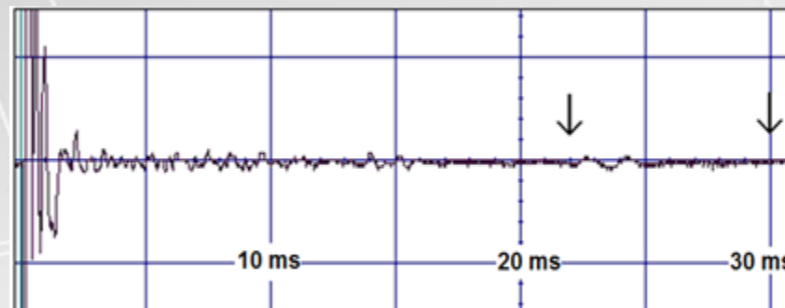
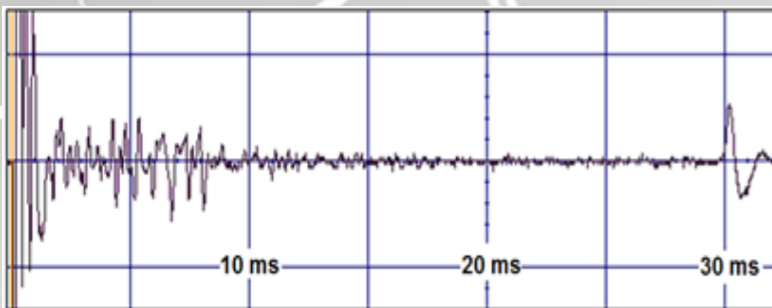
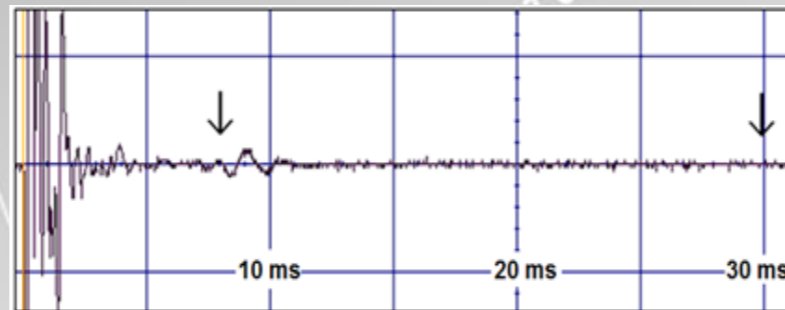
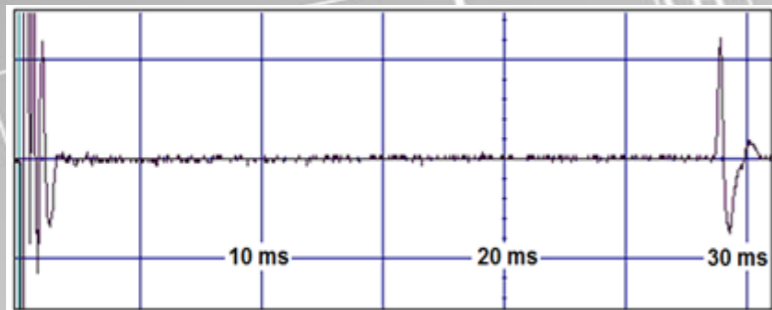
ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04

На рис. показана рефлектограмма, измеренная с помощью прибора ПАКТ-04 на трубе, имеющей внутренний диаметр 20 мм и длину 6 м. Труба содержит искусственные дефекты, дающие отраженный сигнал: отверстие диаметром 1,5 мм; продольный пропил 20x1 мм, имитирующий раскрытую трещину; сужение просвета до диаметра 15 мм длиной 65 мм.



ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04

На рис. представлены рефлектограммы, полученные на трех трубках с внутренним диаметром 10 мм длиной 4,85 и 5 м. Трубки имеют изгиб. Малый диаметр просвета и изгиб существенно ограничивают возможности инспектировать трубки с помощью эндоскопа и на просвет. Прибор ПАКТ-04 легко справляется с задачей, за короткое время, выбраковывая трубки с отложениями и закупоркой просвета.



На рис. показаны чистая труба, труба с отложениями на стенках и труба, просвет которой забит тонкодисперсными отложениями, сильно поглощающими звук. Поглощение сигнала отложениями столь велико, что пробка почти не дает отраженного сигнала (стрелки слева). На закупорку указывает отсутствие отражения от конца трубы (стрелки справа).

ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04

Программно-аппаратный комплекс прибора ПАКТ-04 защищен патентами, свидетельством на программное обеспечение и включен в реестр средств измерений Российской Федерации.

Подлежит поверке, в комплект входит стандартный образец для калибровки чувствительности и проверки шкалы расстояний. Снабжается комплектом АРД-диаграмм.



ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАКТ-04



РЕЗЮМЕ

Контроль методом акустической эхометрии носит скрининговый характер, который подразумевает экспрессность, охватывает все изделие, выявляет отклонения от нормы по какому-либо параметру с фиксацией координат для дальнейшего локального или сплошного контроля традиционными методами.

Трубу с подозрением на дефектность затем можно подвергнуть комплексному анализу.

Комплекс мер зависит от задачи контроля: поиск протечки, закупорки, определение коррозионного износа или причины снижения эффективности теплообменника.

Если учесть большое количество труб в каждом пучке, экспрессность дает методу АИР большие преимущества перед эндоскопическим или зондовым обследованием. Например, на полное обследование 1000 трубок теплообменника потребуется примерно 40 минут.

Включение нового скринингового метода контроля в комплекс мер может повысить эффективность работы, давая предварительную информацию о состоянии каждой трубки пучка, и сокращая, таким образом, время и усилия на проведение регламентных работ.

Спасибо за внимание