



**МЕТОДИКА
ОБНАРУЖЕНИЯ
ТРЕЩИНОПОДОБНЫХ
ДЕФЕКТОВ В
ОКОЛОШОВНЫХ ЗОНАХ
КОЛЬЦЕВЫХ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ВТД
ТТ КС**



**Внутритрубный автономный
роботизированный сканер-дефектоскоп**

A2072 IntroScan



Технологические трубопроводы КС



Трубопроводы узлов подключения



Перемычки трубопроводов



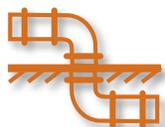
Локальные участки линейной части

Условия эксплуатации объектов

Условия проведения ВТД



Объекты «повышенной» опасности, развиваются дефекты КРН



Сложная конфигурация, подземное исполнение



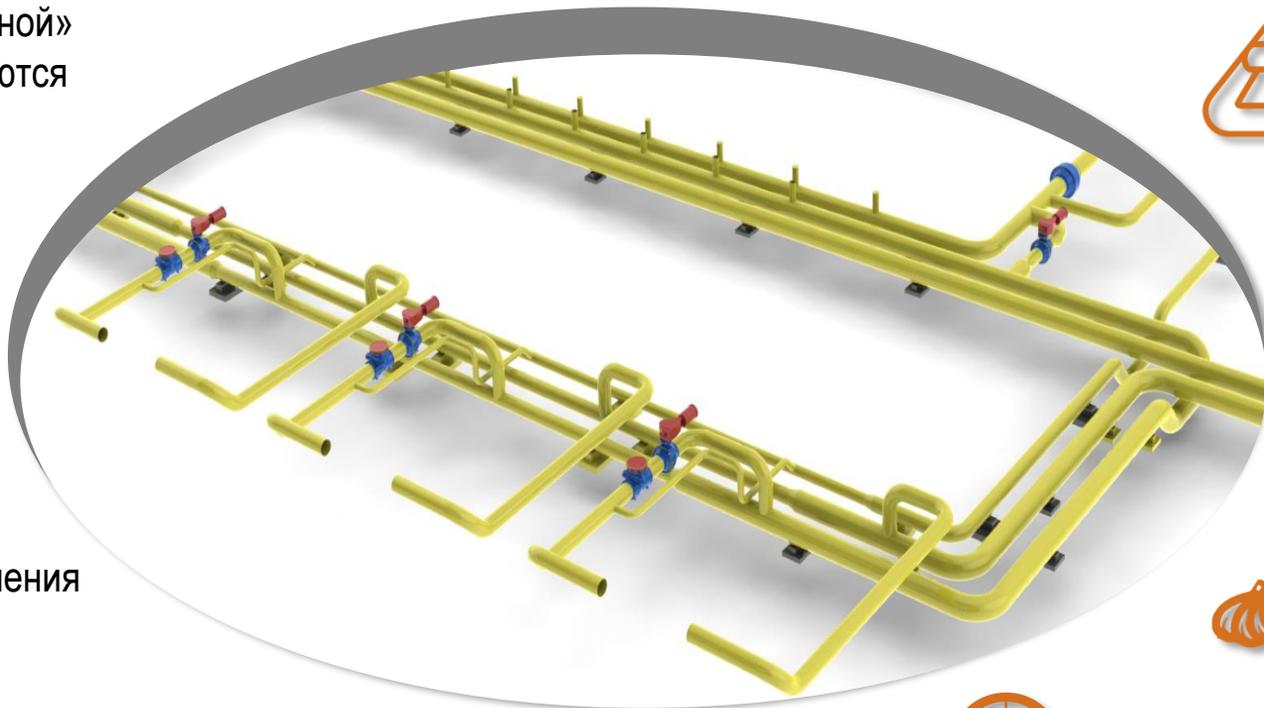
Широкий сортамент труб и СДТ
Ду 400...1400 мм



Значительные загрязнения внутренней полости



Отсутствует инфраструктура для пропуска очистных устройств



ВТД без нарушения целостности трубопроводов



Загрузка сканера через тех. люки



ВТД на удалении до 1 км от места загрузки



ВТД без очистки внутренней полости



ВТД в короткий срок, в период планового останова объекта

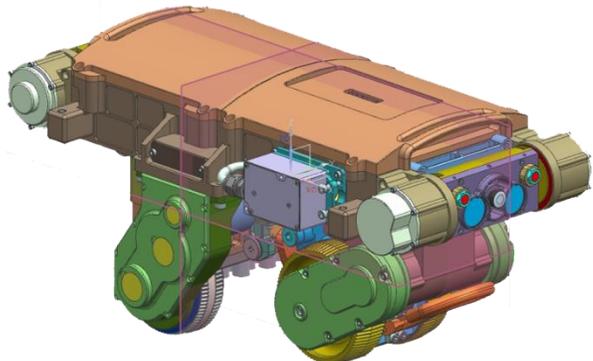


Наличие значительных загрязнений внутренней полости трубопроводов, **препятствующие проведению обследования** существующими средствами внутритрубной диагностики. Также, наличие агрессивной среды внутри трубы (органических кислот и пр.), приводит к образованию на внутренних поверхностях труб твердого слоя отложений, имеющего высокую адгезию к поверхности элементов, препятствующего очистке труб с применением штатных средств (поршни, скребки и пр.).

Присутствуют посторонние предметы, **ограничивающие применение штатных средств очистки** – поршни, скребки, распорные механизированные комплексы.



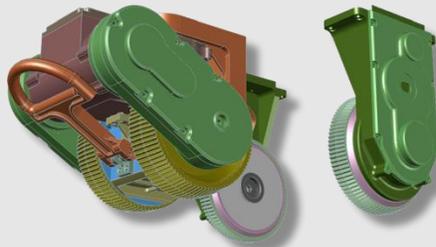
A2072 IntroScan v.3.7



Технические условия
АПМШ.442468.004 ТУ

Транспортный модуль

Технические условия
АПМШ.442562.005 ТУ



Малогабаритная транспортная платформа на магнитных колесах (тип – трицикл)



Встроенные следящие системы



Аккумуляторное питание (10 / 20 часов работы)

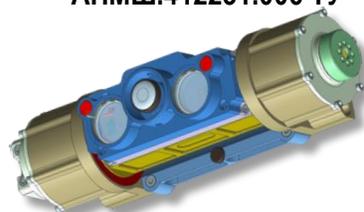


Управление и получение данных по радио-каналу

TM 3.005

Оптический модуль

Технические условия
АПМШ.412231.006 ТУ



Оценка размеров дефектов основного металла в плоскости изображения (+/- 1,0 мм)



Интегрированный датчик измерения объемной концентрации метана



Оценка размеров дефектов сварного соединения в плоскости изображения (+/- 1,0 мм)

OM 4.002

Лазер.мод.

Технические условия
ТУ 26.51.66-020-72884111-2018



Оценка высоты/глубины дефектов основного металла (+/- 0,5 мм)

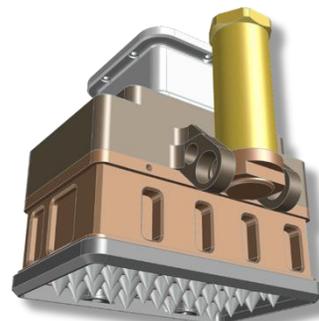


Оценка высоты/глубины дефектов сварного соединения (+/- 0,5 мм)

LS2D

Акустический модуль

Технические условия
АПМШ.412233.007 ТУ



«Индикаторный» контроль основного металла (60 кГц, чувств. 15% от толщины)

Допроверочный контроль основного металла (300 кГц, чувств. 10% от толщины)



Толщинометрия основного металла (от 10 до 40 мм)



«Оценочный» контроль сварных соединений (60 кГц, чувств. 40% от толщины)

«Индикаторный» контроль сварных соединений (300 кГц, чувств. 20% от толщины)



Интегральный контроль отслоения изоляционного покрытия

M8402



ВТД без нарушения целостности трубопроводов (загрузка через тех.люки Ду 400 мм тех.отверстия 350*300 мм)



ВТД без дополнительных очистных мероприятий (загрязнения до 5 мм под AP)



Контроль труб и СДТ (отводов, тройников, переходов) (Ду 400-1400 мм)



Контроль на удалении до 2000 м от места загрузки СД (до 1000 м при УЗ - производительность 18 м/ч)



Акустическая измерительная система на датчиках с сухим точечным контактом (НЧ и СЧ)



Лазерно-оптическая измерительная система

АУЗК низкочастотный режим 60 кГц



АУЗК среднечастотный режим 300 кГц



Функции АУЗК

-  «Индикаторный» контроль основного металла (60 кГц, чувствительность контроля - 15% от толщины)
Локализация УЗ-аномалий
-  «Оценочный» контроль сварных соединений (60 кГц, чувствительность контроля - 40% от толщины)
-  Интегральный качественный контроль отслоения изоляционного покрытия

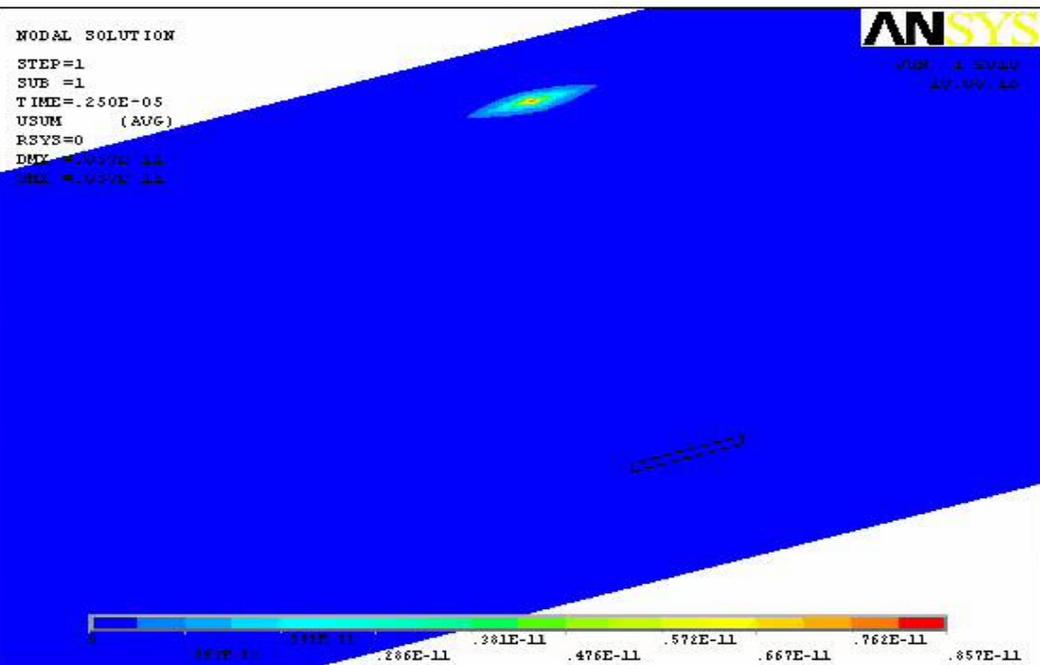
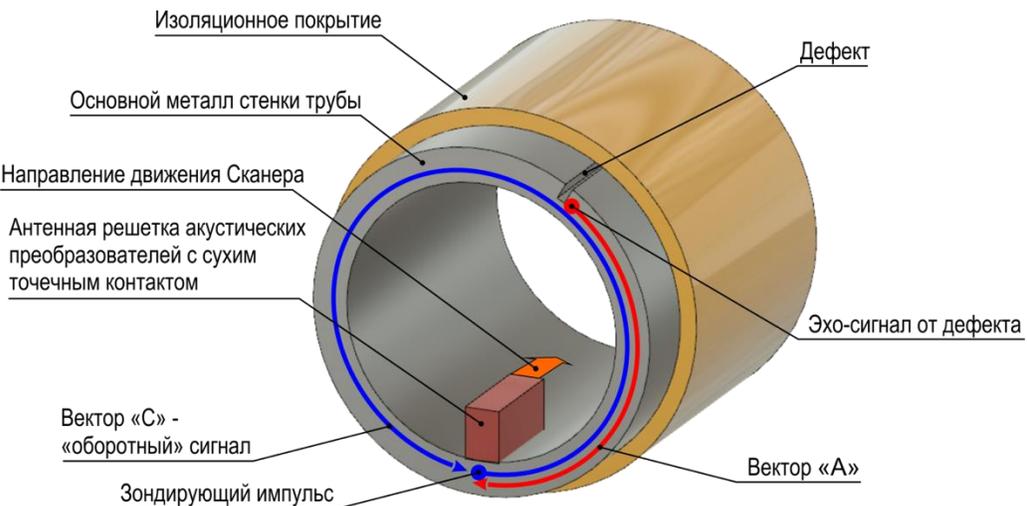
Дальность контроля от АР СТКП - 2 ... 4 м

Функции АУЗК

-  Допроверочный контроль основного металла (300 кГц, чувствительность контроля - 10% от толщины)
Оценка типа УЗ-аномалии, ранжирование их по глубине
-  «Индикаторный» контроль сварных соединений (300 кГц, чувствительность контроля - 20% от толщины)
-  Толщинометрия основного металла (от 10 до 40 мм)

Дальность контроля от АР СТКП – 0,5 ... 1 м

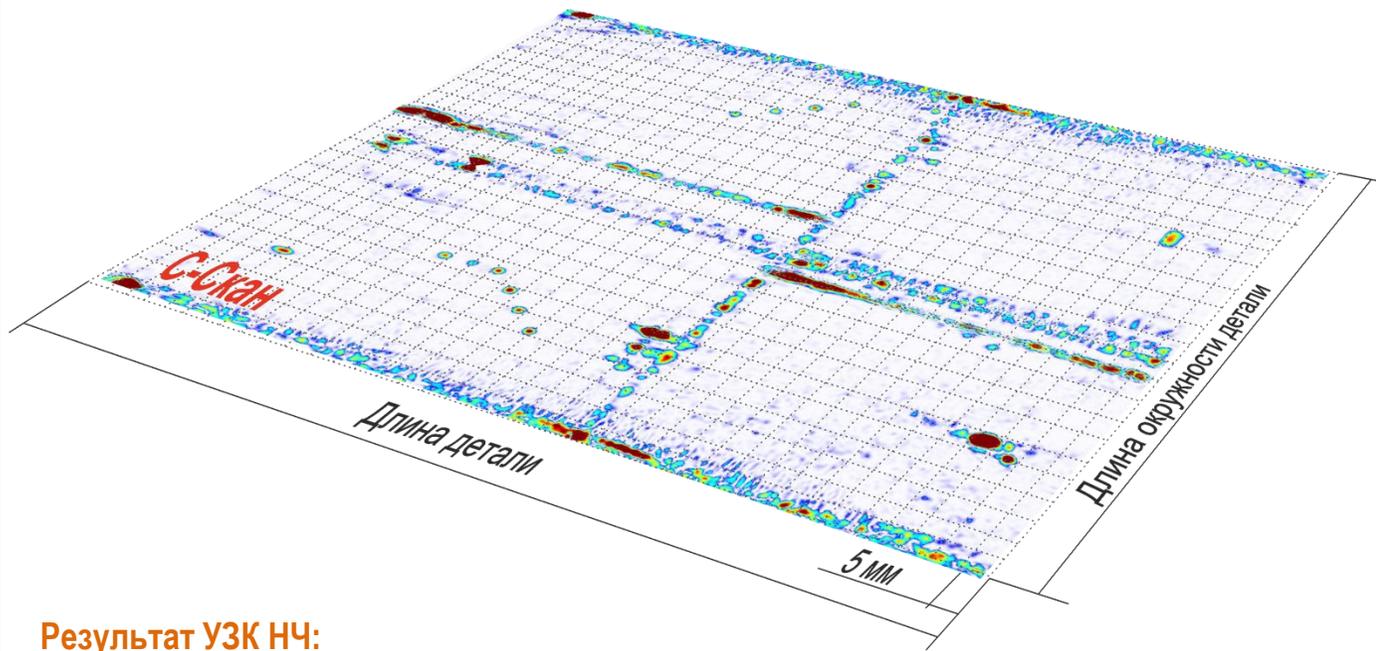
Схема формирования С-скана при низкочастотном режиме контроля



Функции АУЗК

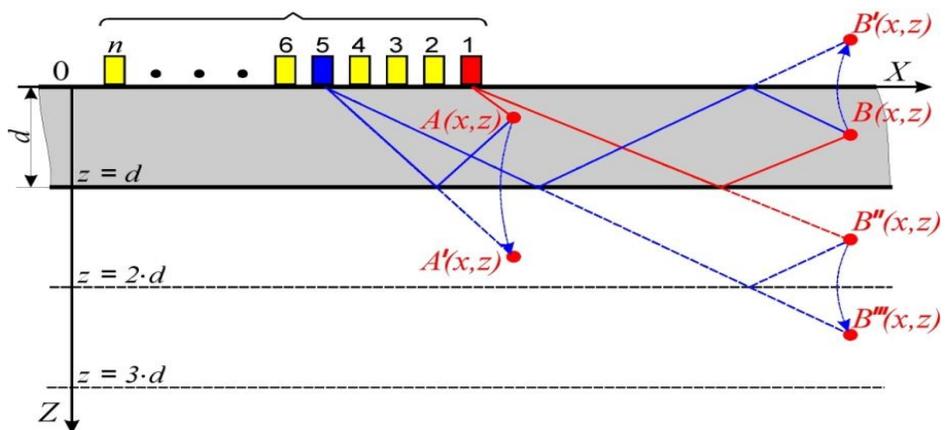
- «Индикаторный» контроль основного металла (60 кГц, чувствительность контроля - 15% от толщины)
Локализация УЗ-аномалий
- «Оценочный» контроль сварных соединений (60 кГц, чувствительность контроля - 40% от толщины)
- Интегральный контроль отслоения изоляционного покрытия

Результат АУЗК



Результат УЗК НЧ:
 Дефектограмма - двумерное распределение аномальности основного металла деталей трубопроводов, отображаемое в виде матричного представления развернутой на плоскости всей поверхности детали с фиксируемой в локальных точках количественной характеристики степени аномальности

Схема формирования В-скана при среднечастотном режиме контроля



Функции



Допроверочный контроль основного металла (300 кГц, чувствительность контроля - 10% от толщины)

Оценка типа УЗ-аномалии, ранжирование по глубине

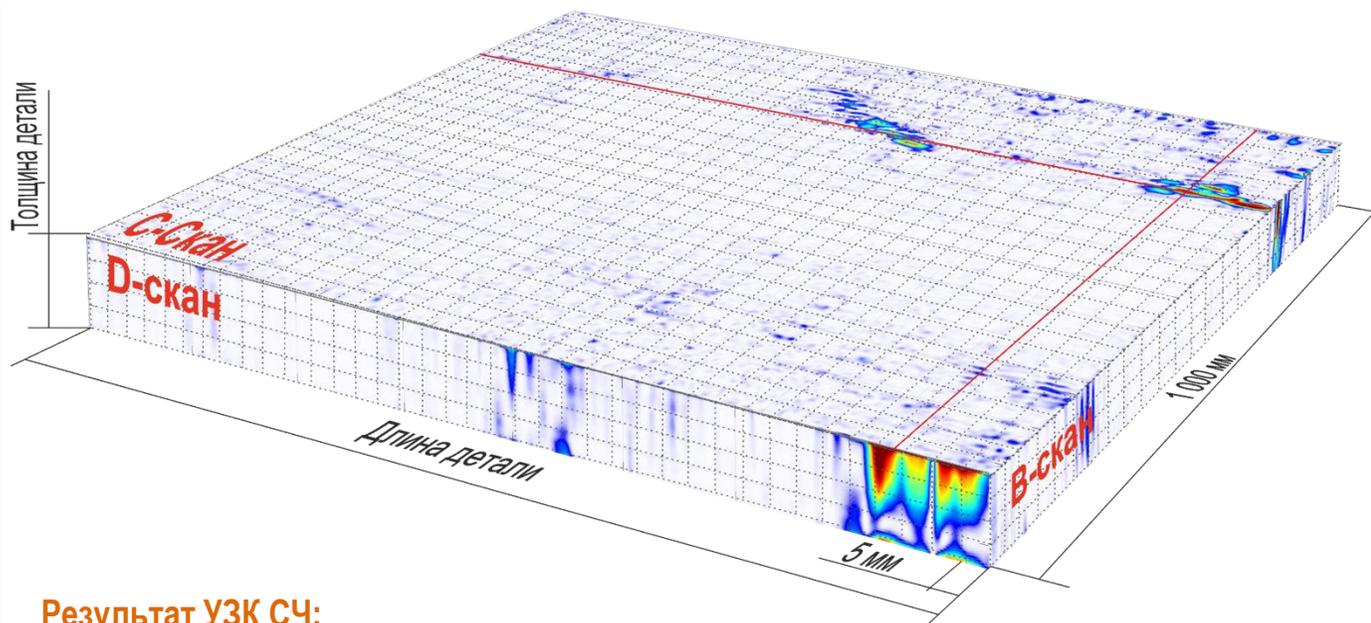


«Индикаторный» контроль сварных соединений (300 кГц, чувствительность контроля - 20% от толщины)



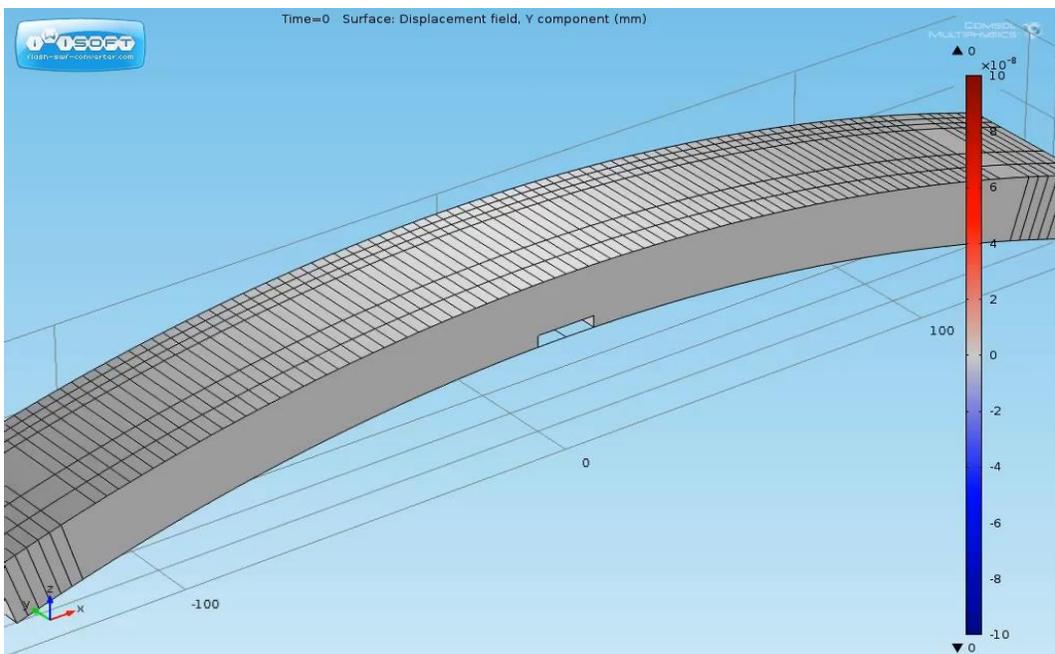
Толщинометрия основного металла (от 10 до 40 мм)

Результат

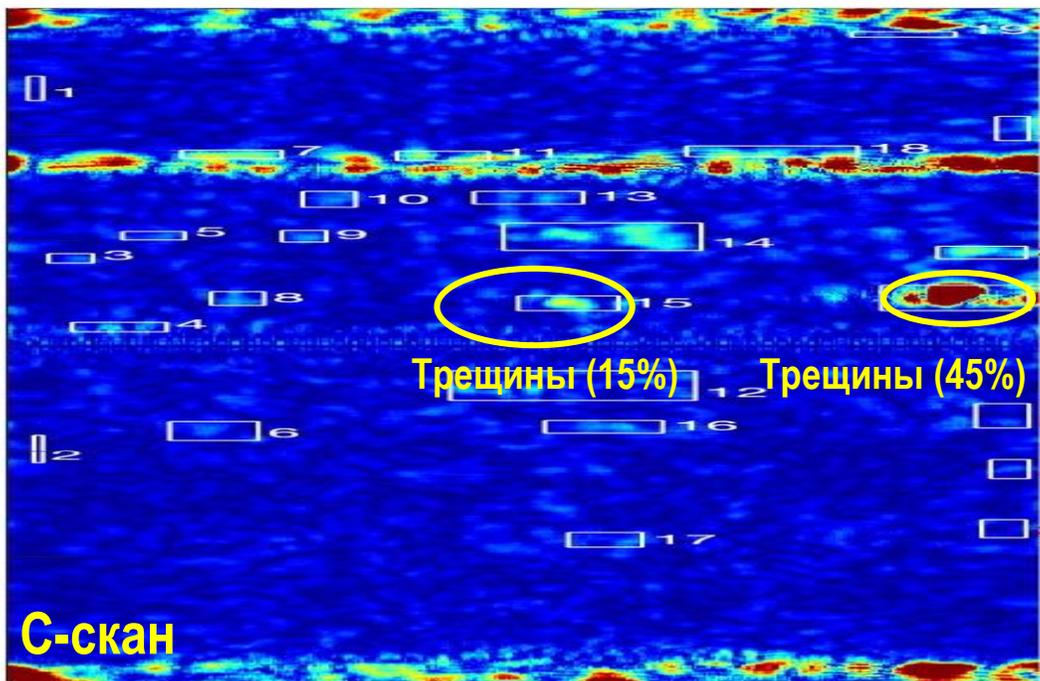


Результат УЗК СЧ:

Сканограмма - трехмерное распределение аномальности основного металла деталей трубопроводов, отображаемое в виде матричного представления развернутой на плоскости локального участка поверхности детали с фиксируемой в локальных сечениях, перпендикулярных к поверхности, количественных характеристик степени аномальности



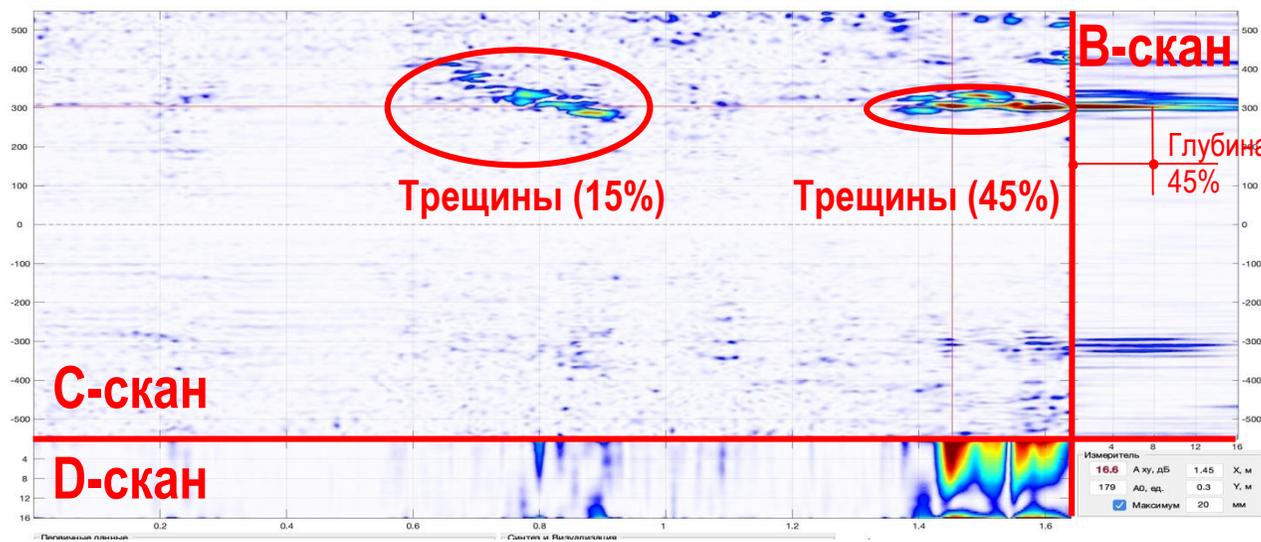
60 кГц (С-скан)



Локализация дефекта

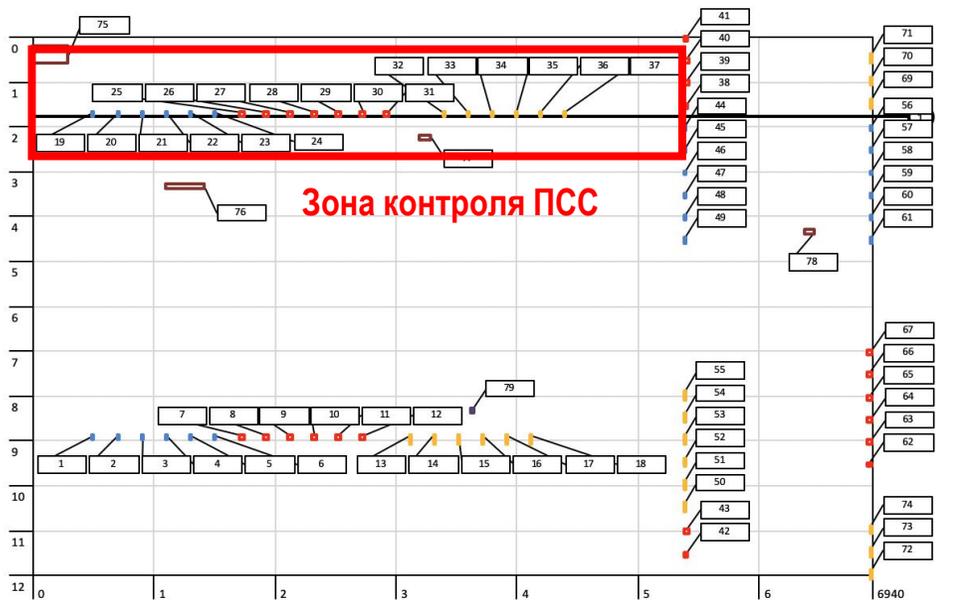


300 кГц (С-, В-, D-скан)



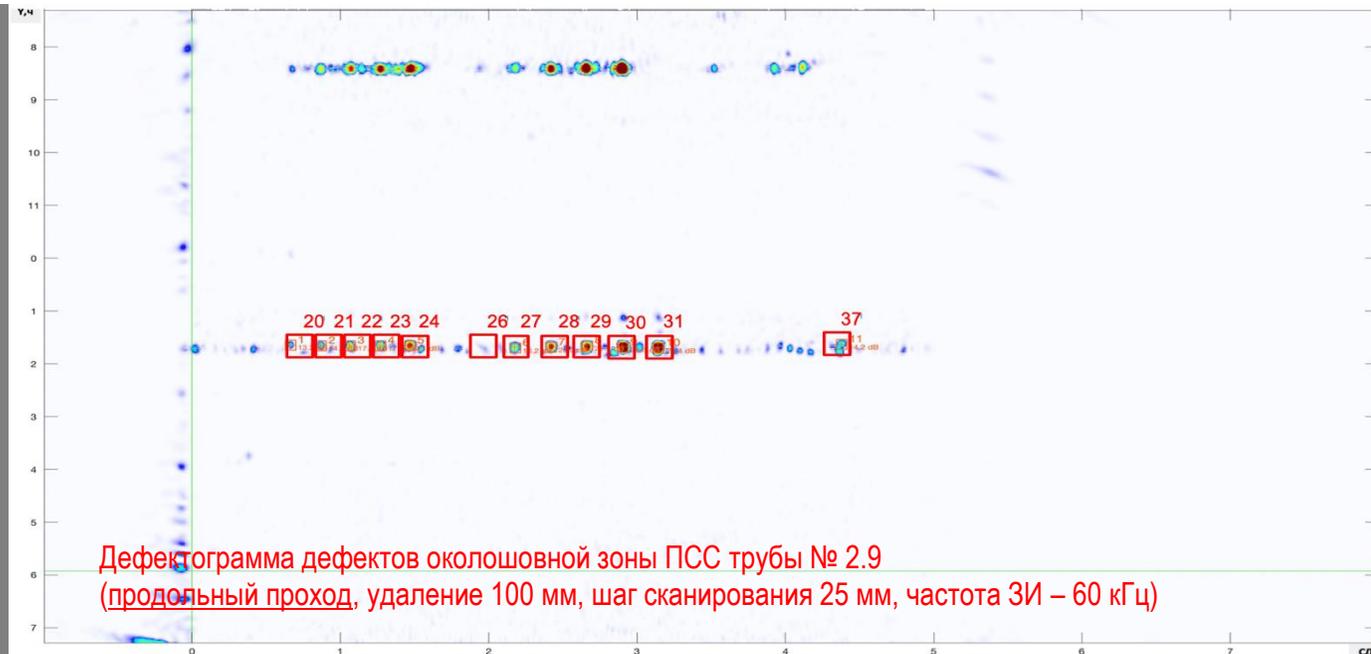
Оценка типа и глубины





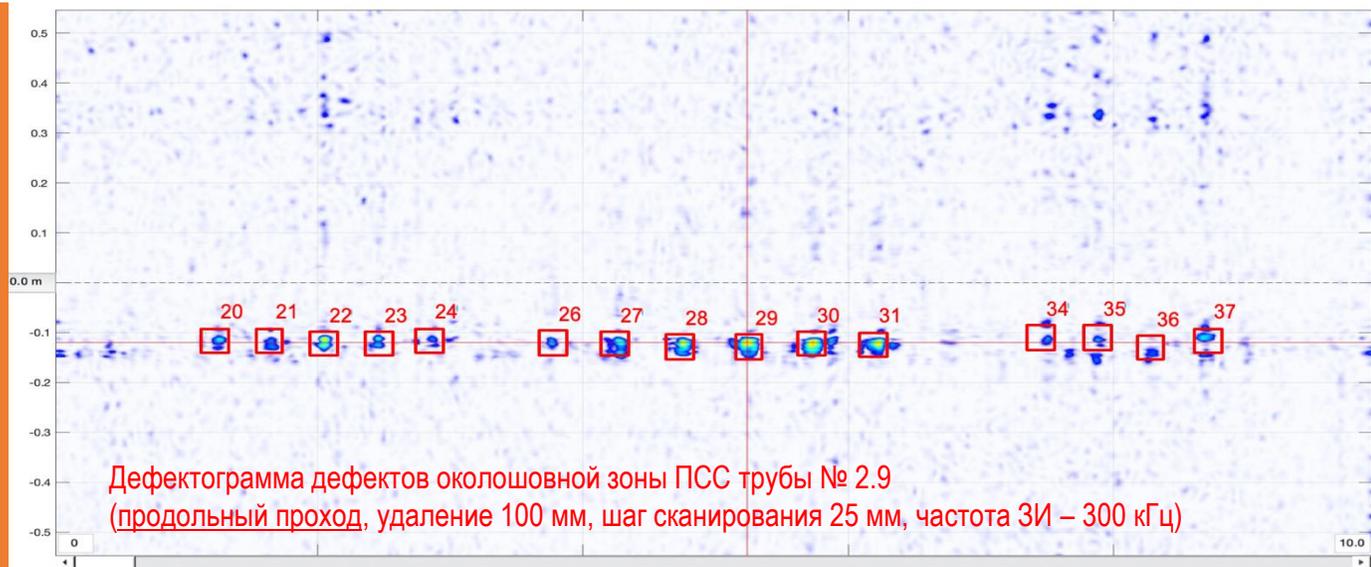
- | | |
|---|---|
| Царапина глубиной 9% от толщины стенки | Зона продольных трещин глубиной менее 10% от толщины стенки |
| 19 сверление глубиной 3% от толщины стенки | 61 сверление глубиной 3% от толщины стенки |
| 20 сверление глубиной 11% от толщины стенки | 60 сверление глубиной 12% от толщины стенки |
| 21 сверление глубиной 15% от толщины стенки | 59 сверление глубиной 19% от толщины стенки |
| 22 сверление глубиной 22% от толщины стенки | 58 сверление глубиной 40% от толщины стенки |
| 23 сверление глубиной 39% от толщины стенки | 57 сверление глубиной 46% от толщины стенки |
| 24 сверление глубиной 62% от толщины стенки | 56 сверление глубиной 54% от толщины стенки |
| 25 продольный пропил глубиной 6% от толщины стенки | 67 продольный пропил глубиной 6% от толщины стенки |
| 26 продольный пропил глубиной 15% от толщины стенки | 66 продольный пропил глубиной 14% от толщины стенки |
| 27 продольный пропил глубиной 24% от толщины стенки | 65 продольный пропил глубиной 26% от толщины стенки |
| 28 продольный пропил глубиной 36% от толщины стенки | 64 продольный пропил глубиной 35% от толщины стенки |
| 29 продольный пропил глубиной 42% от толщины стенки | 63 продольный пропил глубиной 44% от толщины стенки |
| 30 продольный пропил глубиной 61% от толщины стенки | 62 продольный пропил глубиной 53% от толщины стенки |
| 31 продольный пропил глубиной 51% от толщины стенки | |
| 32 Поперечный пропил глубиной 4% от толщины стенки | 69 Поперечный пропил глубиной 60% от толщины стенки |
| 33 Поперечный пропил глубиной 15% от толщины стенки | 70 Поперечный пропил глубиной 46% от толщины стенки |
| 34 Поперечный пропил глубиной 25% от толщины стенки | 71 Поперечный пропил глубиной 25% от толщины стенки |
| 35 Поперечный пропил глубиной 38% от толщины стенки | 72 Поперечный пропил глубиной 34% от толщины стенки |
| 36 Поперечный пропил глубиной 45% от толщины стенки | 73 Поперечный пропил глубиной 54% от толщины стенки |
| 37 Поперечный пропил глубиной 56% от толщины стенки | 74 Поперечный пропил глубиной 17% от толщины стенки |

60 кГц (С-скан)



Дефектограмма дефектов околошовной зоны ПСС трубы № 2.9
(продольный проход, удаление 100 мм, шаг сканирования 25 мм, частота ЗИ – 60 кГц)

300 кГц (С-, В-, D-скан)



Дефектограмма дефектов околошовной зоны ПСС трубы № 2.9
(продольный проход, удаление 100 мм, шаг сканирования 25 мм, частота ЗИ – 300 кГц)

Выбор схемы АУЗК при выявлении трещин с различной ориентацией

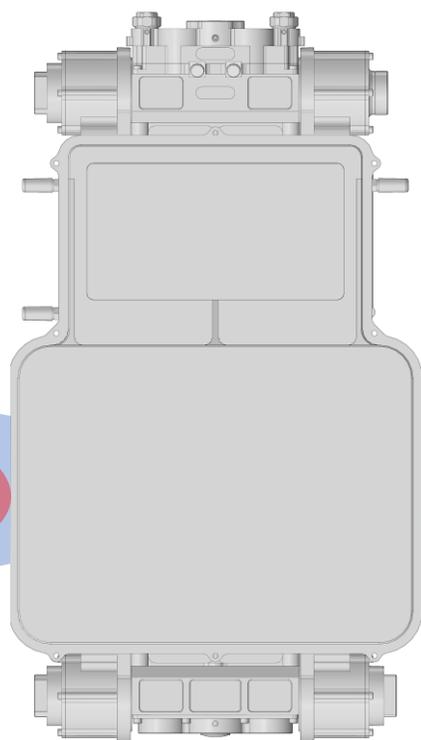
Ориентация трещин **вдоль** КСС



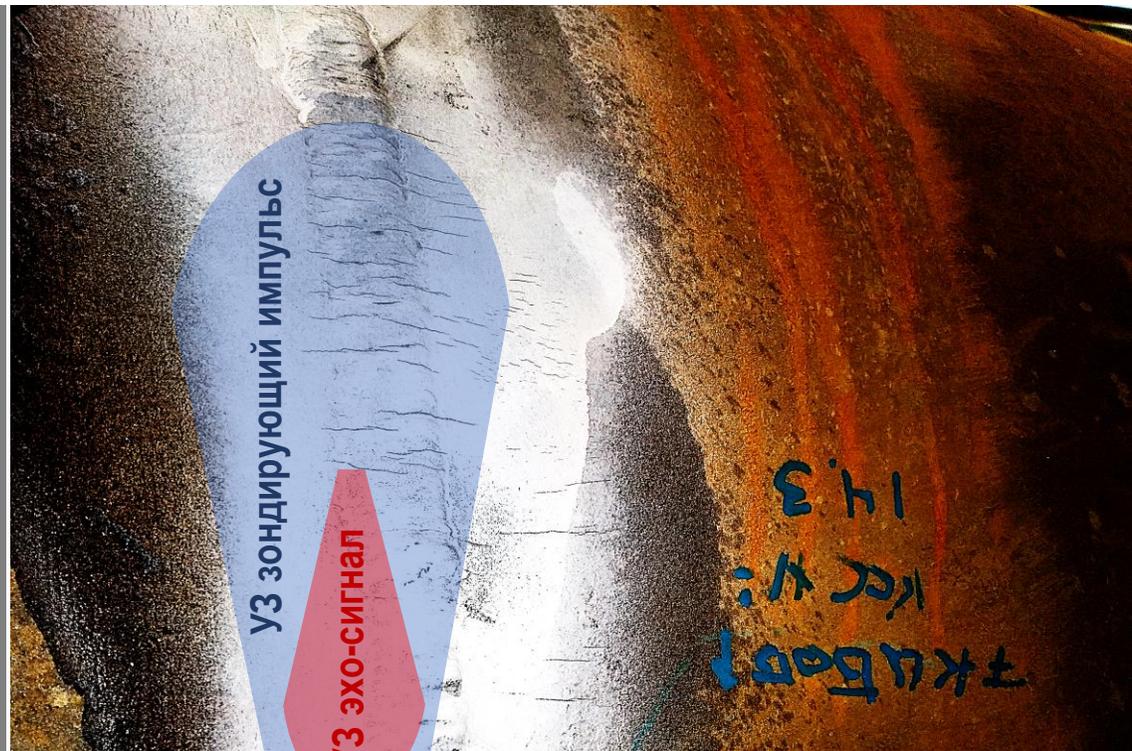
Кольцевое сканирование



Продольное прозвучивание



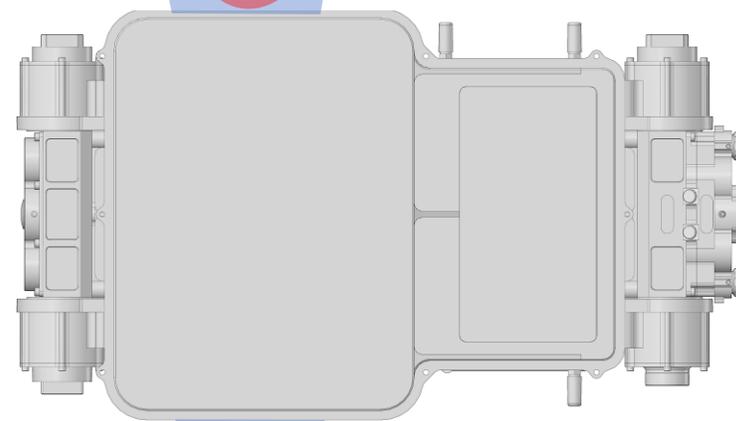
Ориентация трещин **поперек** КСС

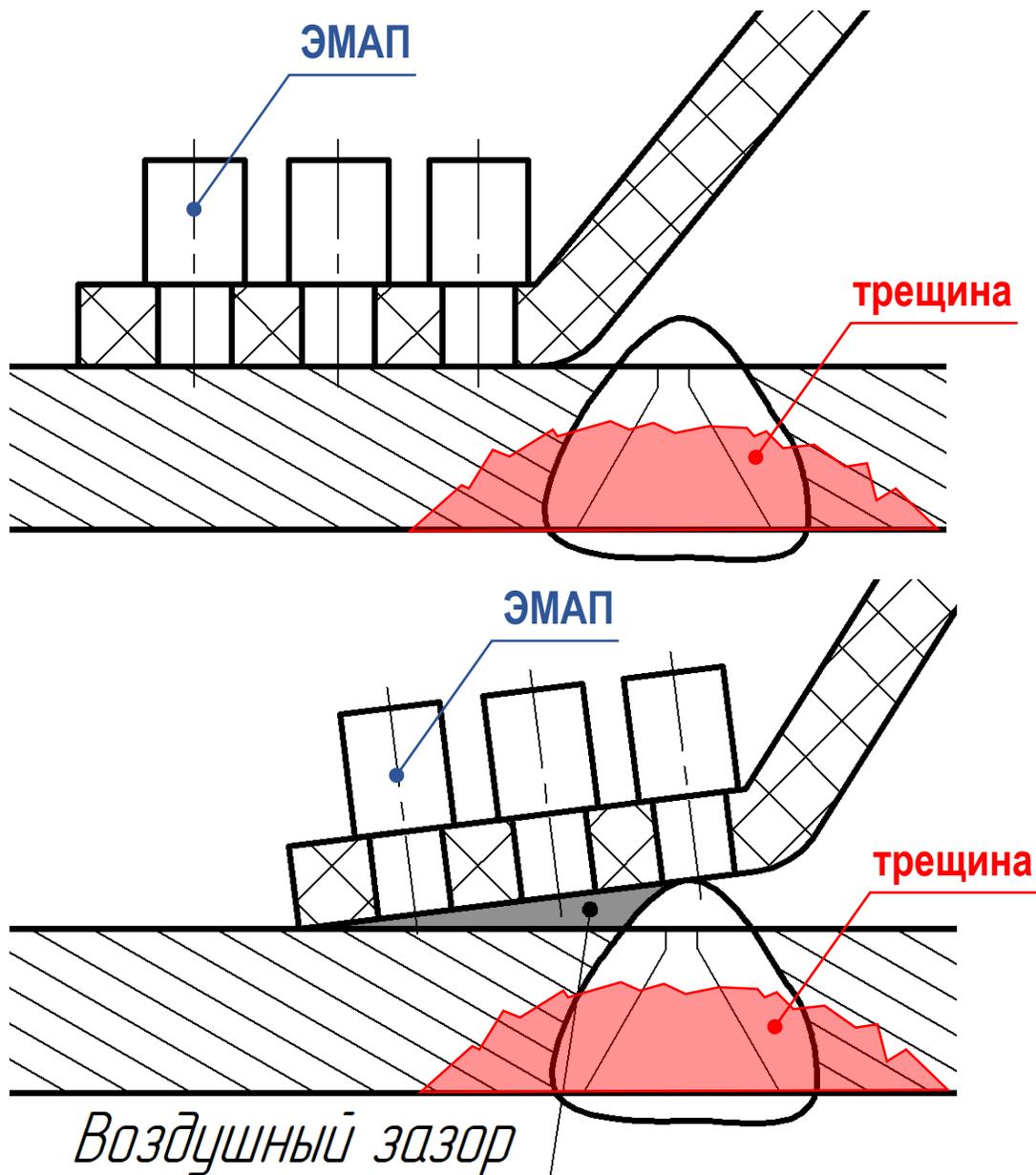


Продольное сканирование

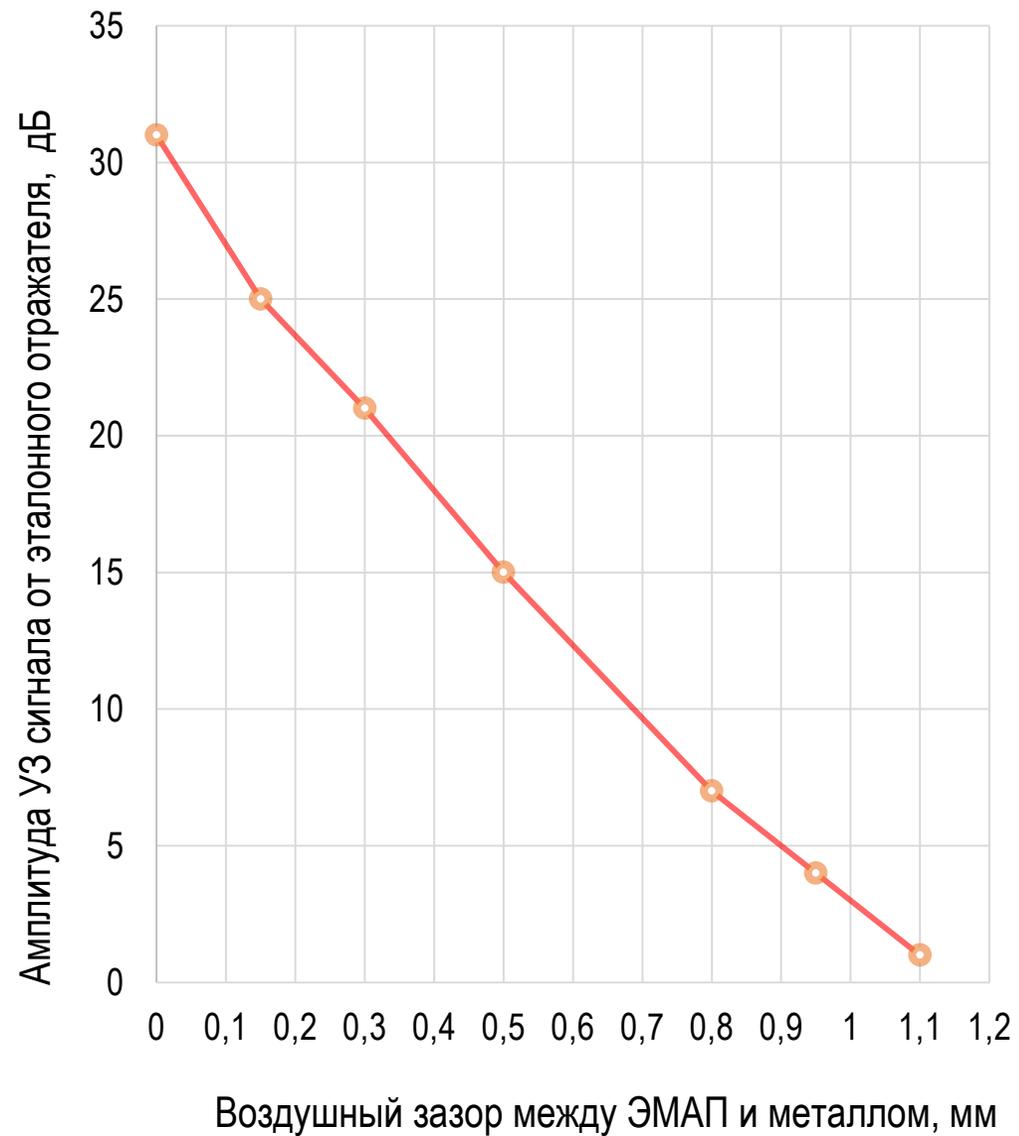


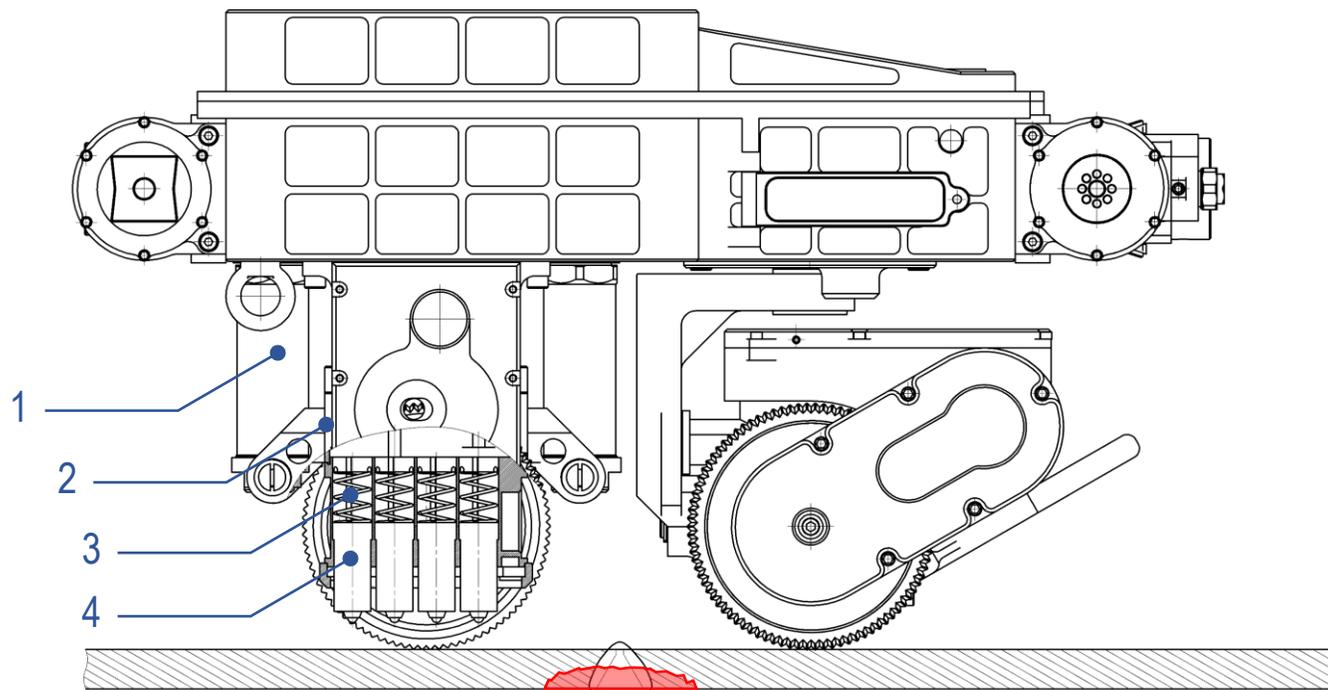
Кольцевое прозвучивание





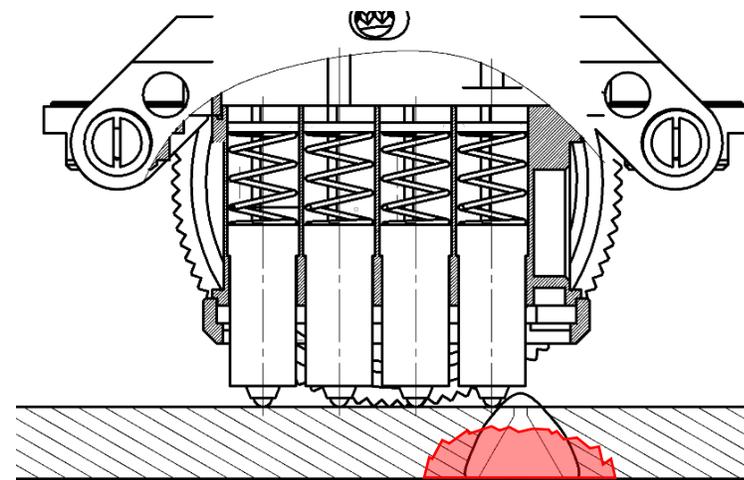
Зависимость амплитуды УЗ-сигнала от величины зазора ЭМАП



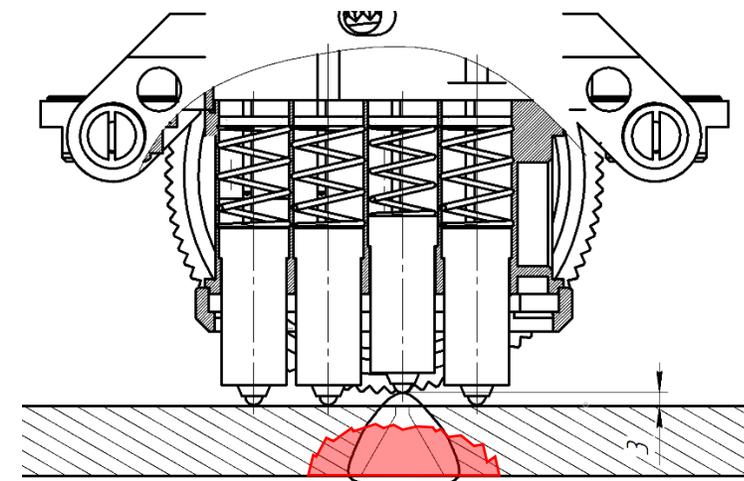


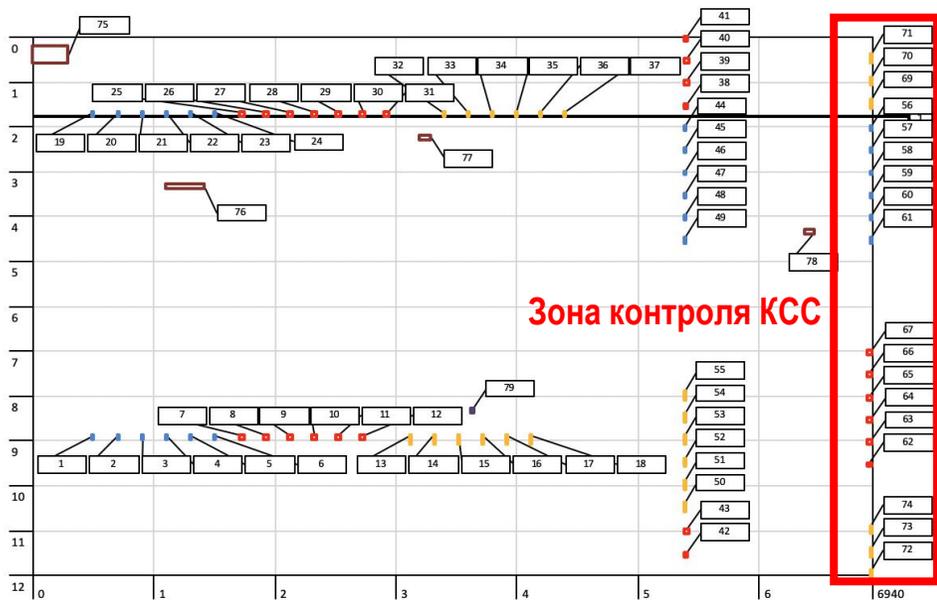
- 1 – Позиционный актуатор;
- 2 – Антенная решетка;
- 3 – Индивидуальный пружинный адаптер;
- 4 – Датчик СТКП

Сканирование в режиме «скольжение»



Сканирование в пошаговом режиме





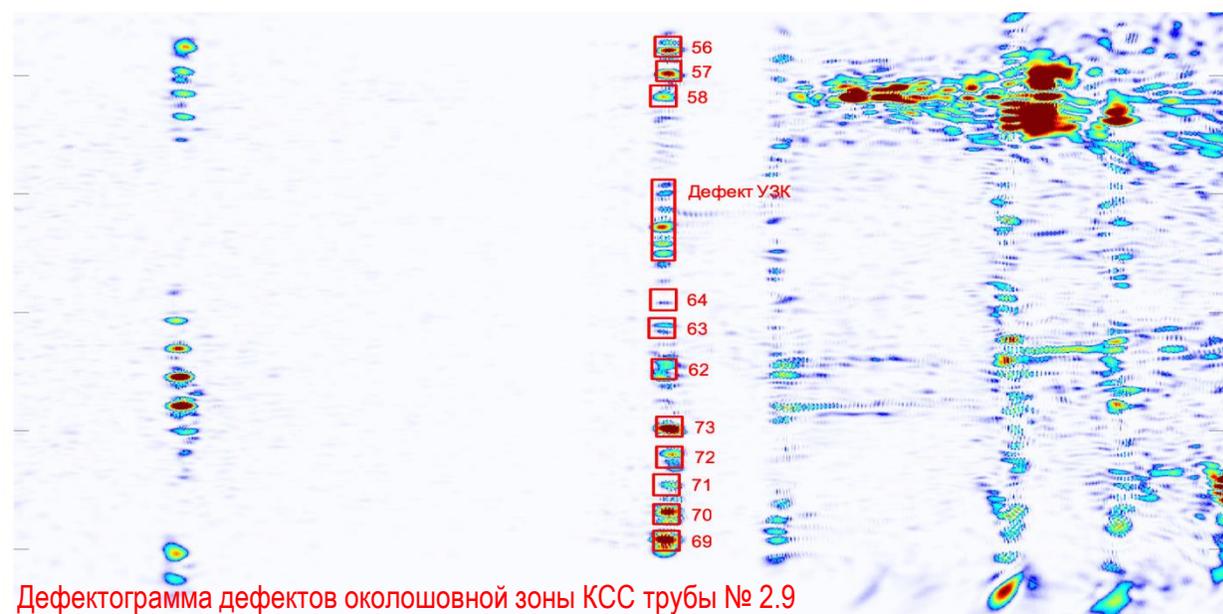
60 кГц (С-скан)

300 кГц (С-, В-, D-скан)

- | | |
|---|---|
| Царапина глубиной 9% от толщины стенки | Зона продольных трещин глубиной менее 10% от толщины стенки |
| 19 сверление глубиной 3% от толщины стенки | 61 сверление глубиной 3% от толщины стенки |
| 20 сверление глубиной 11% от толщины стенки | 60 сверление глубиной 12% от толщины стенки |
| 21 сверление глубиной 15% от толщины стенки | 59 сверление глубиной 19% от толщины стенки |
| 22 сверление глубиной 22% от толщины стенки | 58 сверление глубиной 40% от толщины стенки |
| 23 сверление глубиной 39% от толщины стенки | 57 сверление глубиной 46% от толщины стенки |
| 24 сверление глубиной 62% от толщины стенки | 56 сверление глубиной 54% от толщины стенки |
| 25 продольный пропил глубиной 6% от толщины стенки | 67 продольный пропил глубиной 6% от толщины стенки |
| 26 продольный пропил глубиной 15% от толщины стенки | 66 продольный пропил глубиной 14% от толщины стенки |
| 27 продольный пропил глубиной 24% от толщины стенки | 65 продольный пропил глубиной 26% от толщины стенки |
| 28 продольный пропил глубиной 36% от толщины стенки | 64 продольный пропил глубиной 35% от толщины стенки |
| 29 продольный пропил глубиной 42% от толщины стенки | 63 продольный пропил глубиной 44% от толщины стенки |
| 30 продольный пропил глубиной 61% от толщины стенки | 62 продольный пропил глубиной 53% от толщины стенки |
| 31 продольный пропил глубиной 51% от толщины стенки | |
| 32 Поперечный пропил глубиной 4% от толщины стенки | 69 Поперечный пропил глубиной 60% от толщины стенки |
| 33 Поперечный пропил глубиной 15% от толщины стенки | 70 Поперечный пропил глубиной 46% от толщины стенки |
| 34 Поперечный пропил глубиной 25% от толщины стенки | 71 Поперечный пропил глубиной 25% от толщины стенки |
| 35 Поперечный пропил глубиной 38% от толщины стенки | 72 Поперечный пропил глубиной 34% от толщины стенки |
| 36 Поперечный пропил глубиной 45% от толщины стенки | 73 Поперечный пропил глубиной 54% от толщины стенки |
| 37 Поперечный пропил глубиной 56% от толщины стенки | 74 Поперечный пропил глубиной 17% от толщины стенки |

Y, м
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Y, м
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
0
1
2



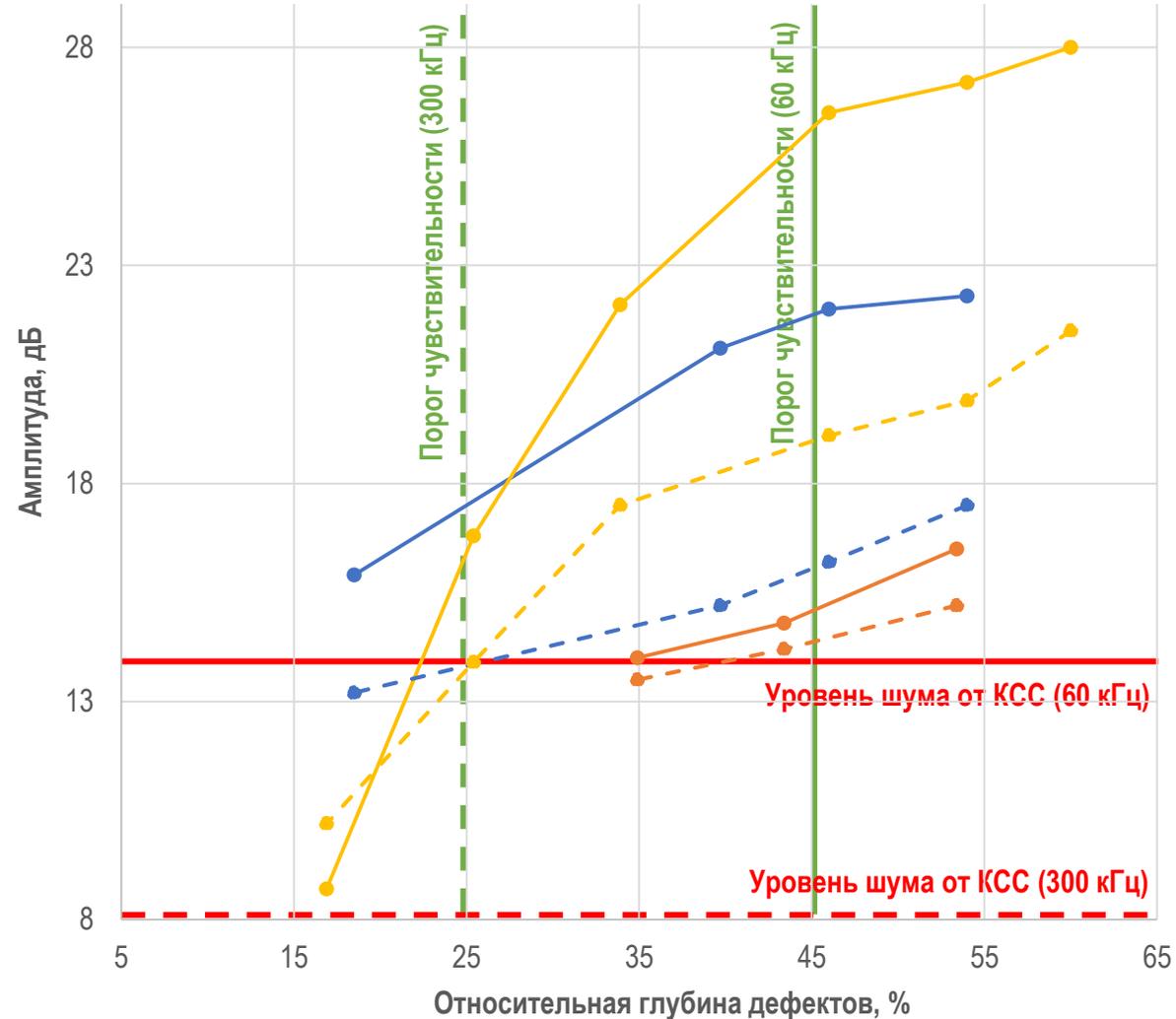
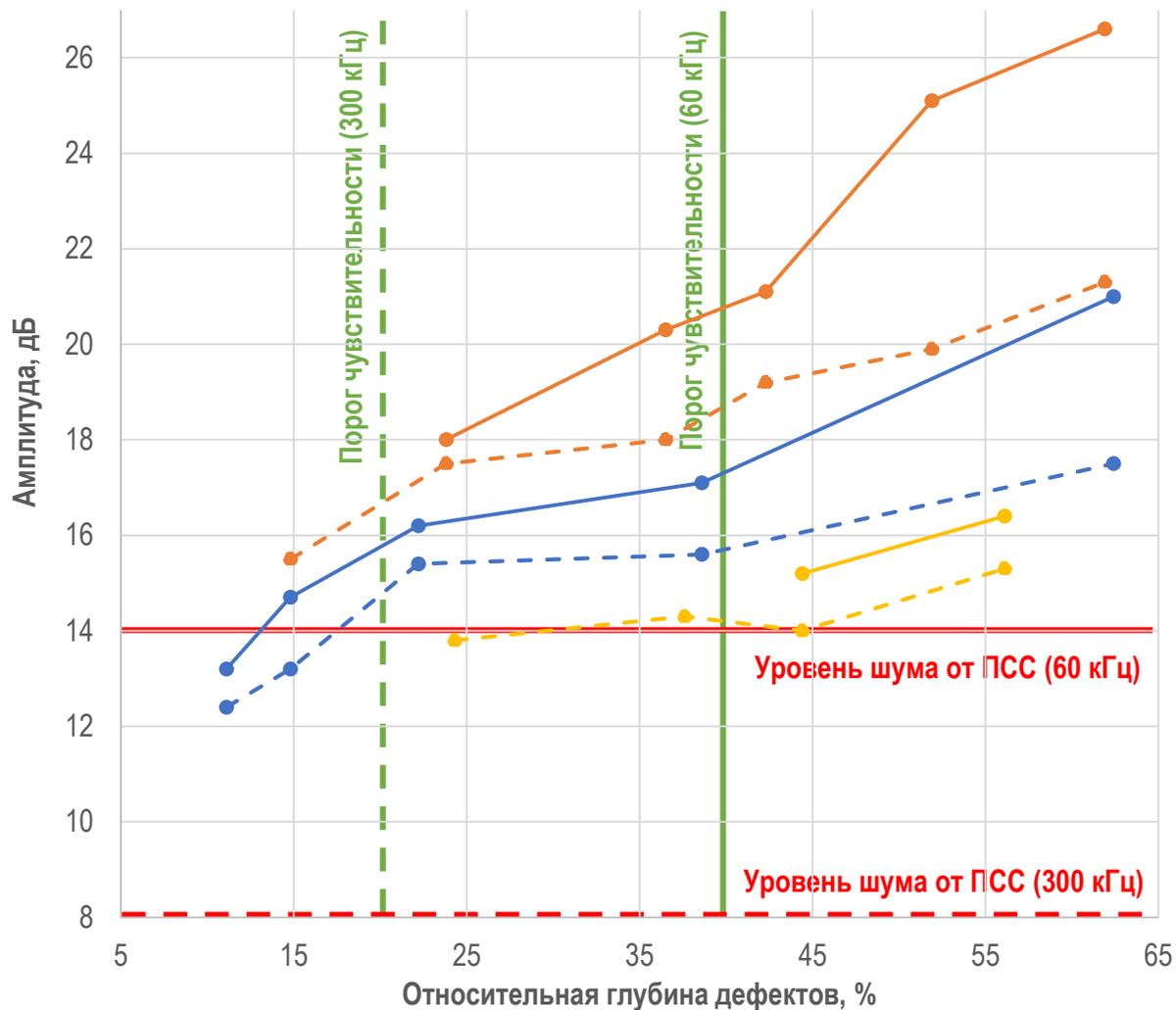
Дефектограмма дефектов околошовной зоны КСС трубы № 2.9 (кольцевой проход, удаление 100 мм, шаг сканирования 10 мм, частота ЗИ – 60 кГц)

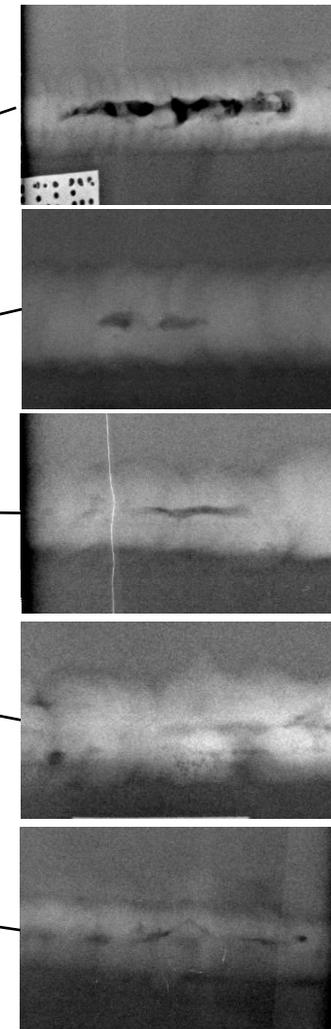
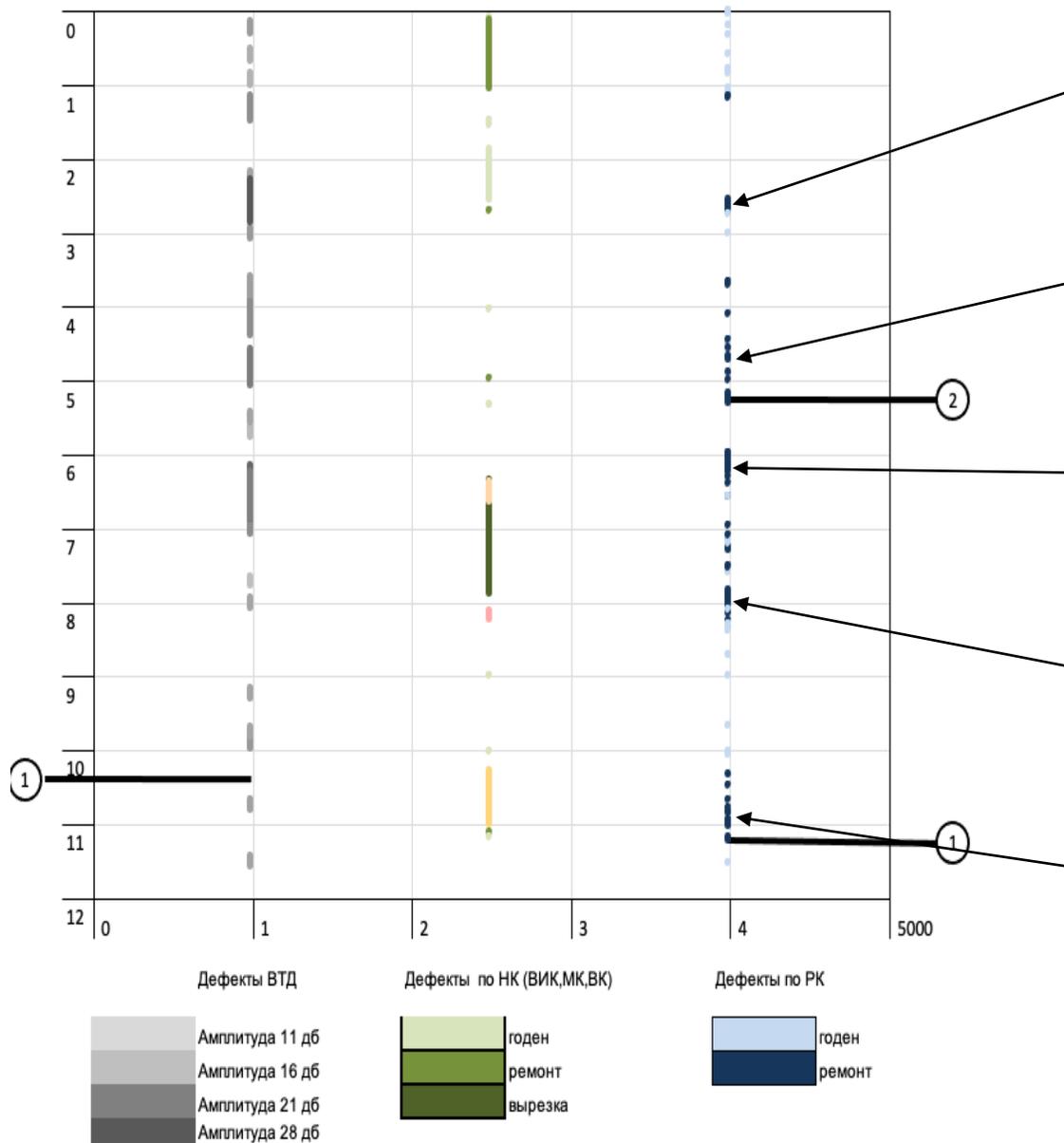
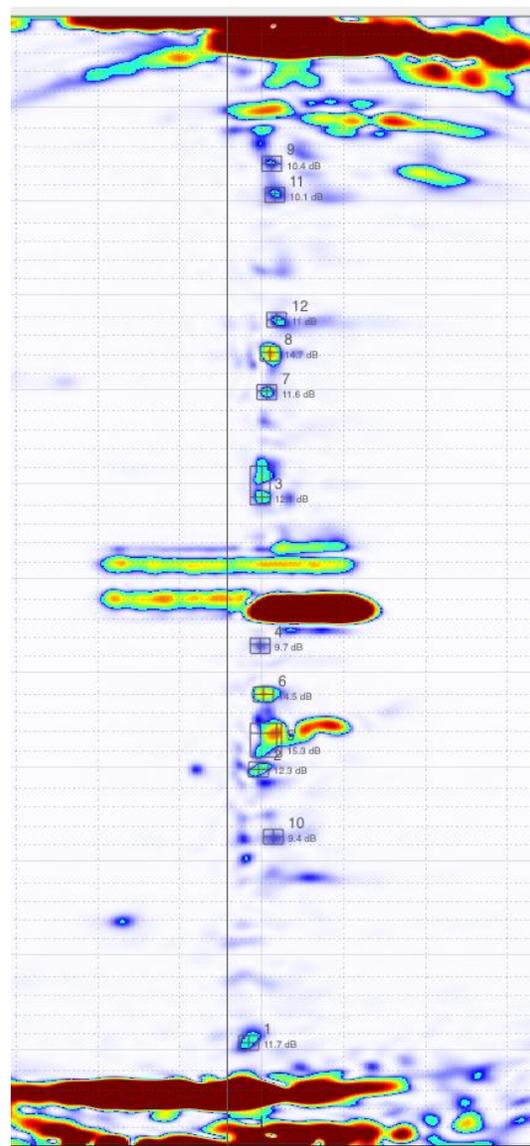
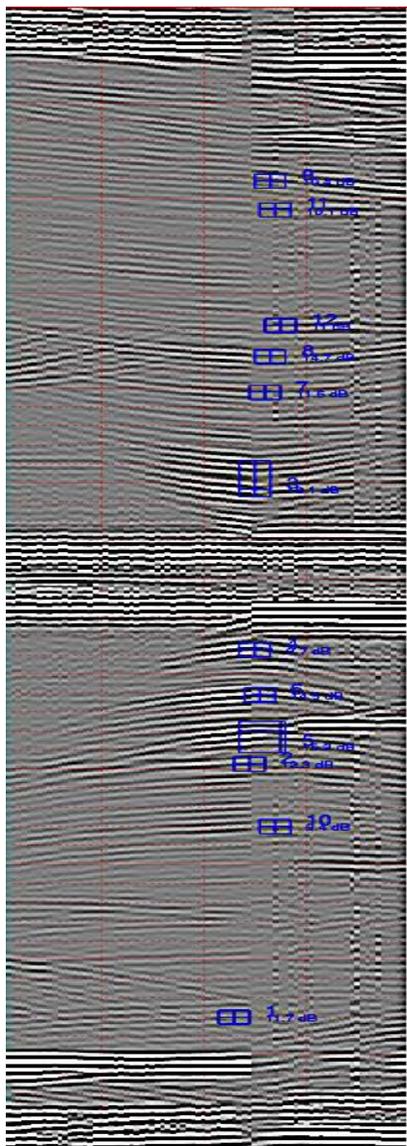


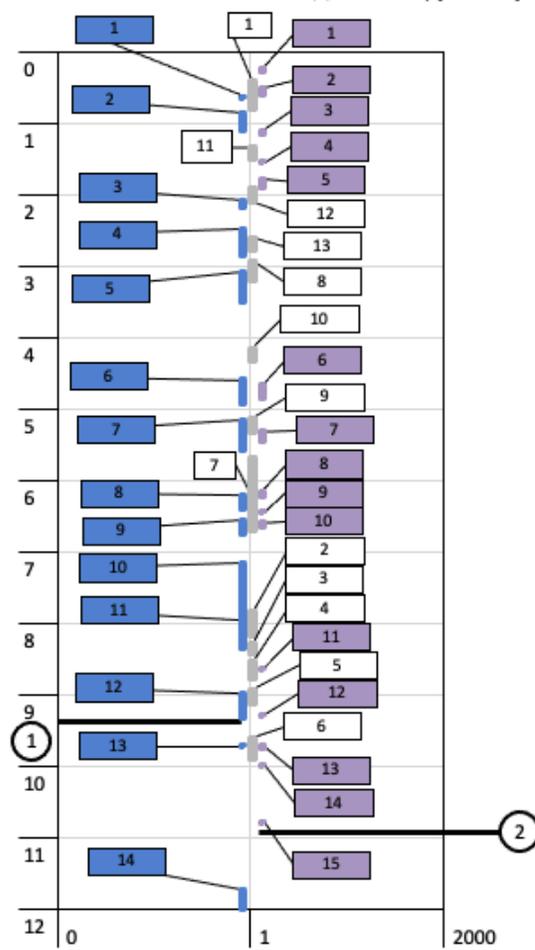
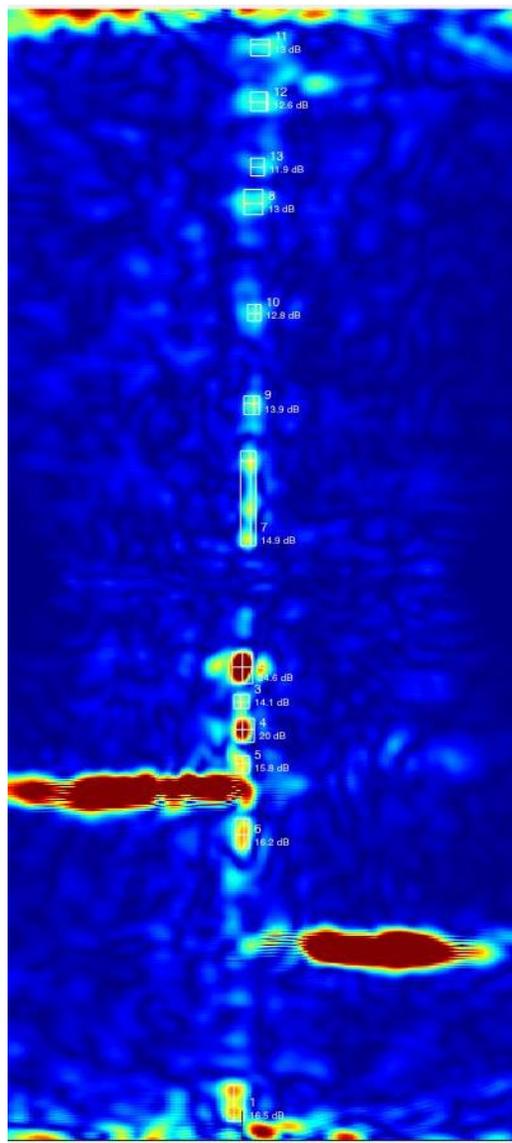
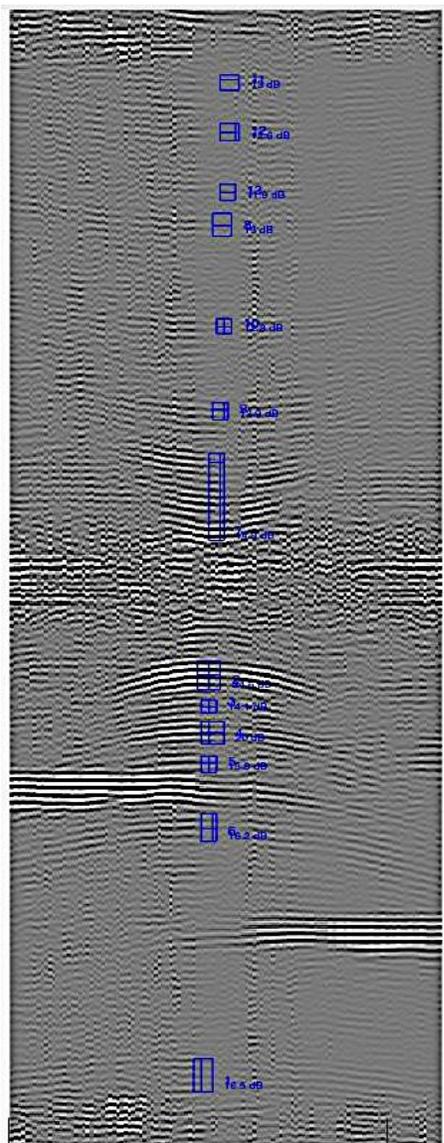
Дефектограмма дефектов околошовной зоны КСС трубы № 2.9 (кольцевой проход, удаление 100 мм, шаг сканирования 10 мм, частота ЗИ – 300 кГц)

Функция зависимости амплитуды УЗ-сигнала от глубины дефекта
(контроль **продольного** сварного соединения)

Функция зависимости амплитуды УЗ-сигнала от глубины дефекта
(контроль **кольцевого** сварного соединения)

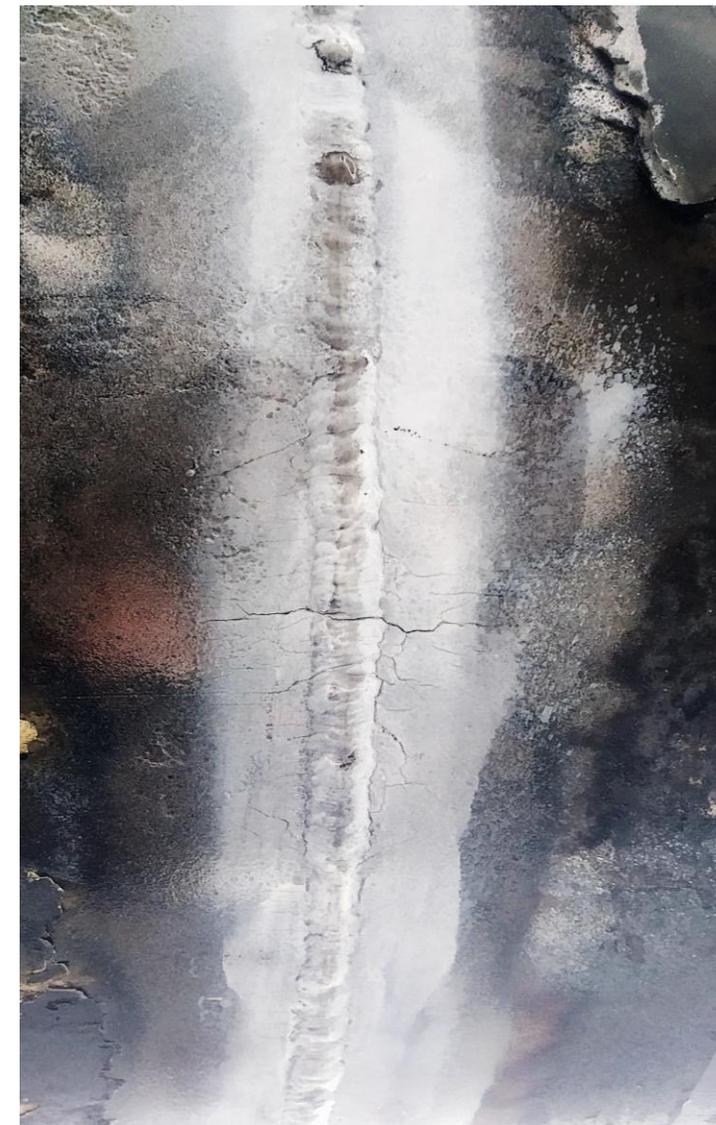
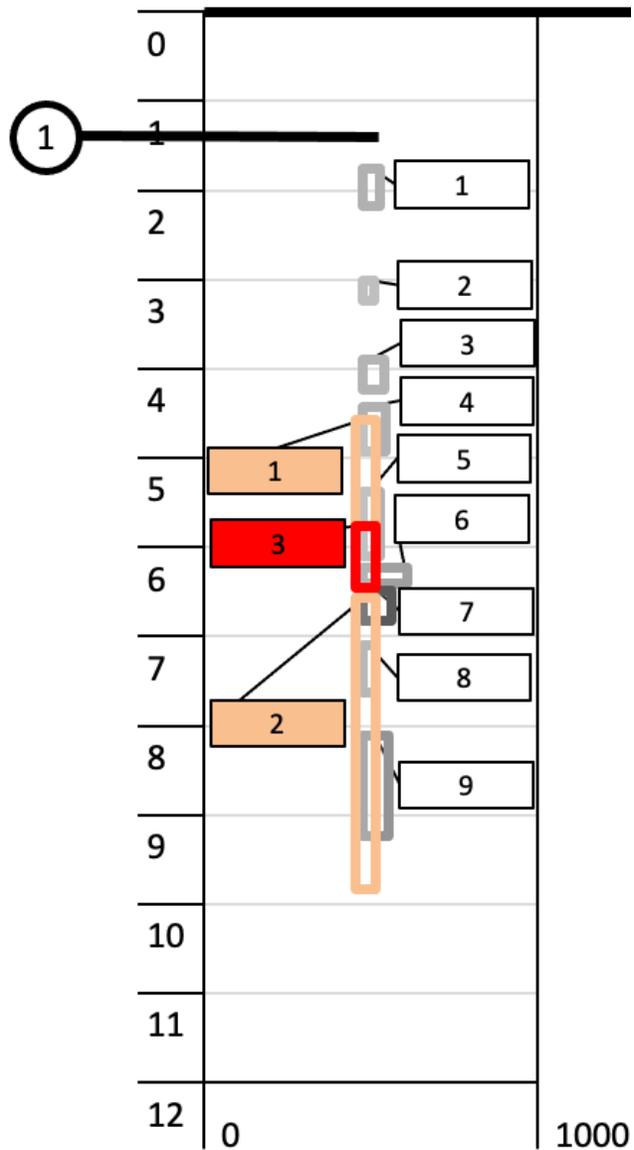
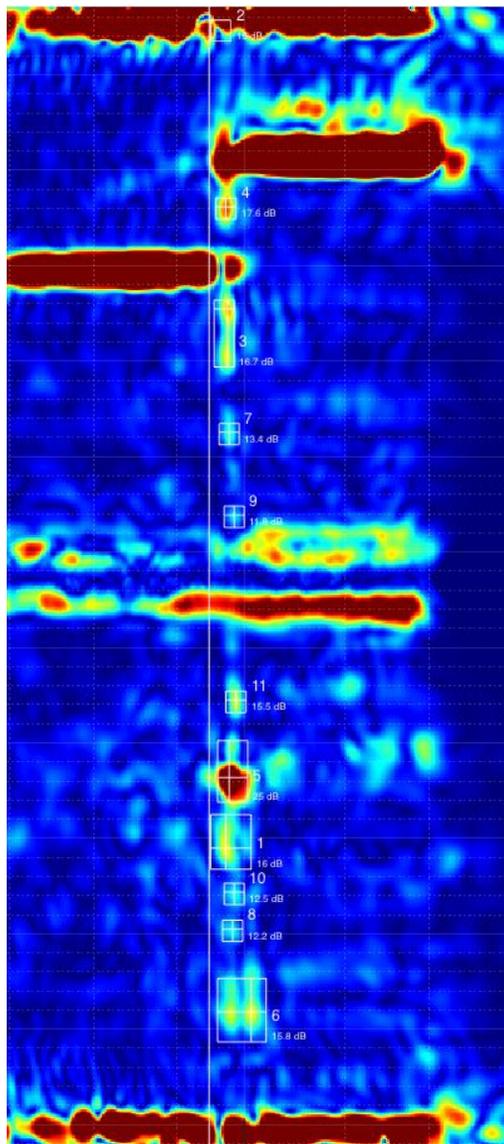
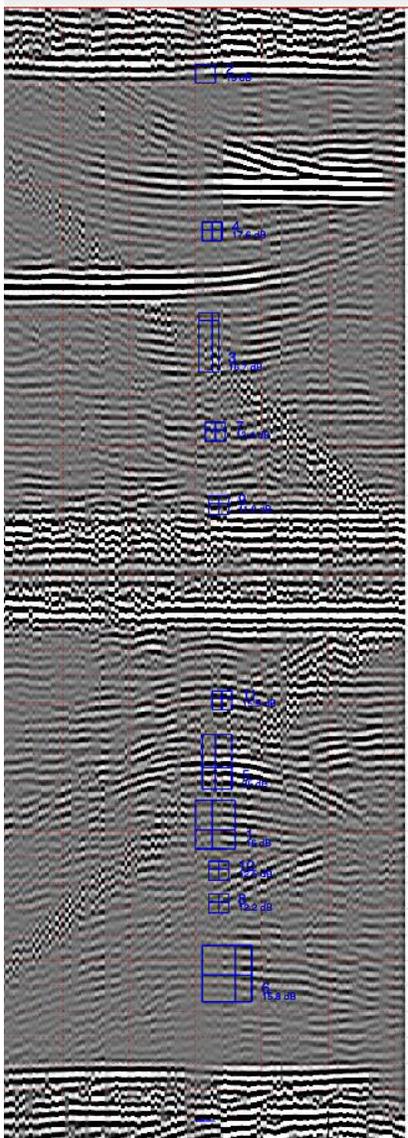




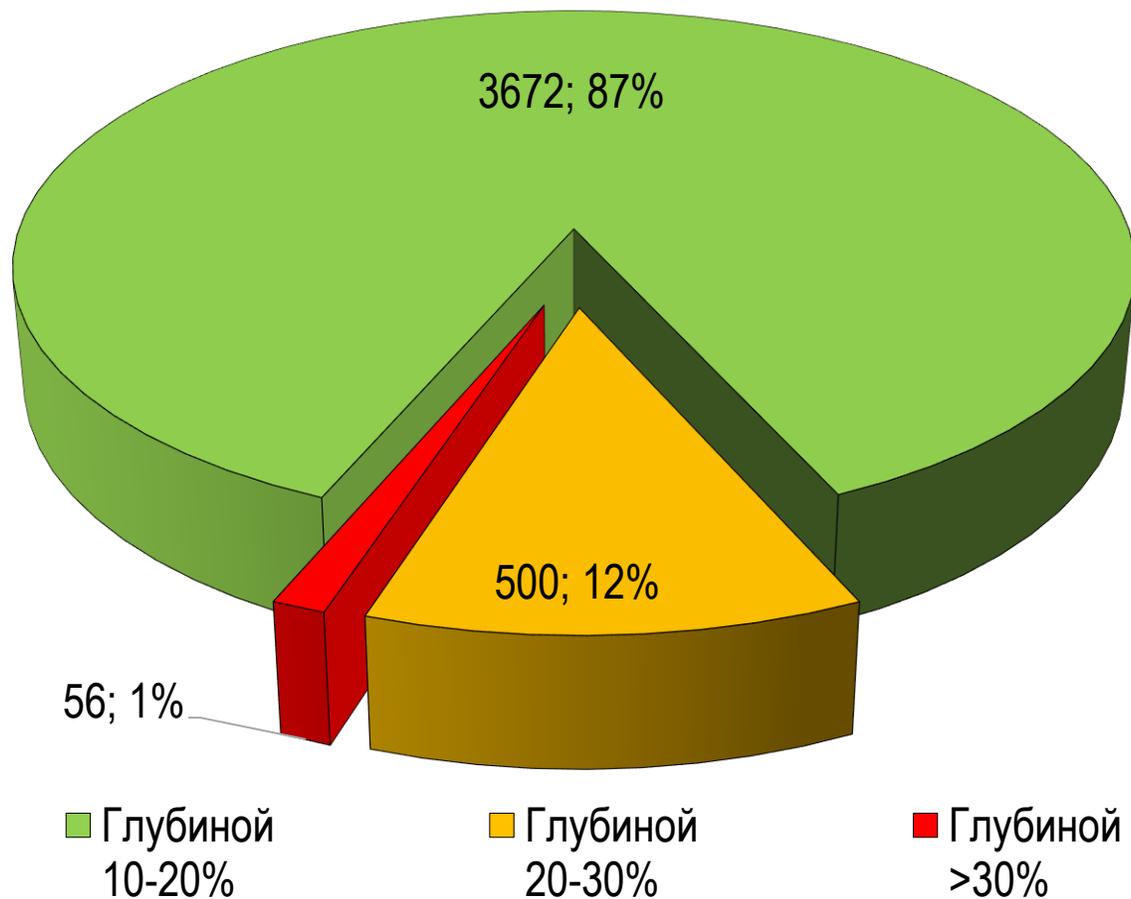


- дефекты по ВТД
- дефекты по РК по ДДК
- дефекты по УЗК при ДДК



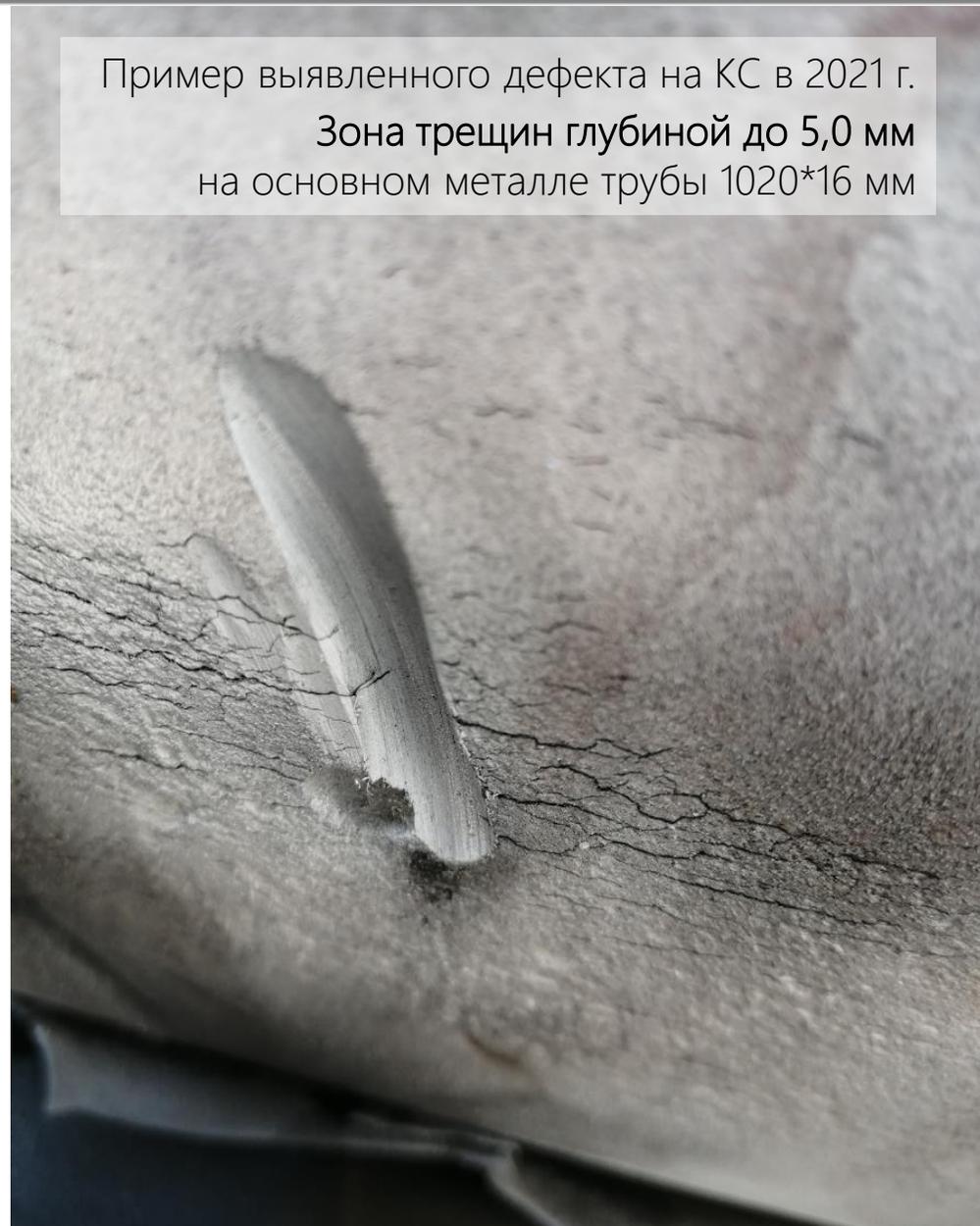


Распределение выявленных 4227 дефектов при ВТД по глубине (свыше 10%)

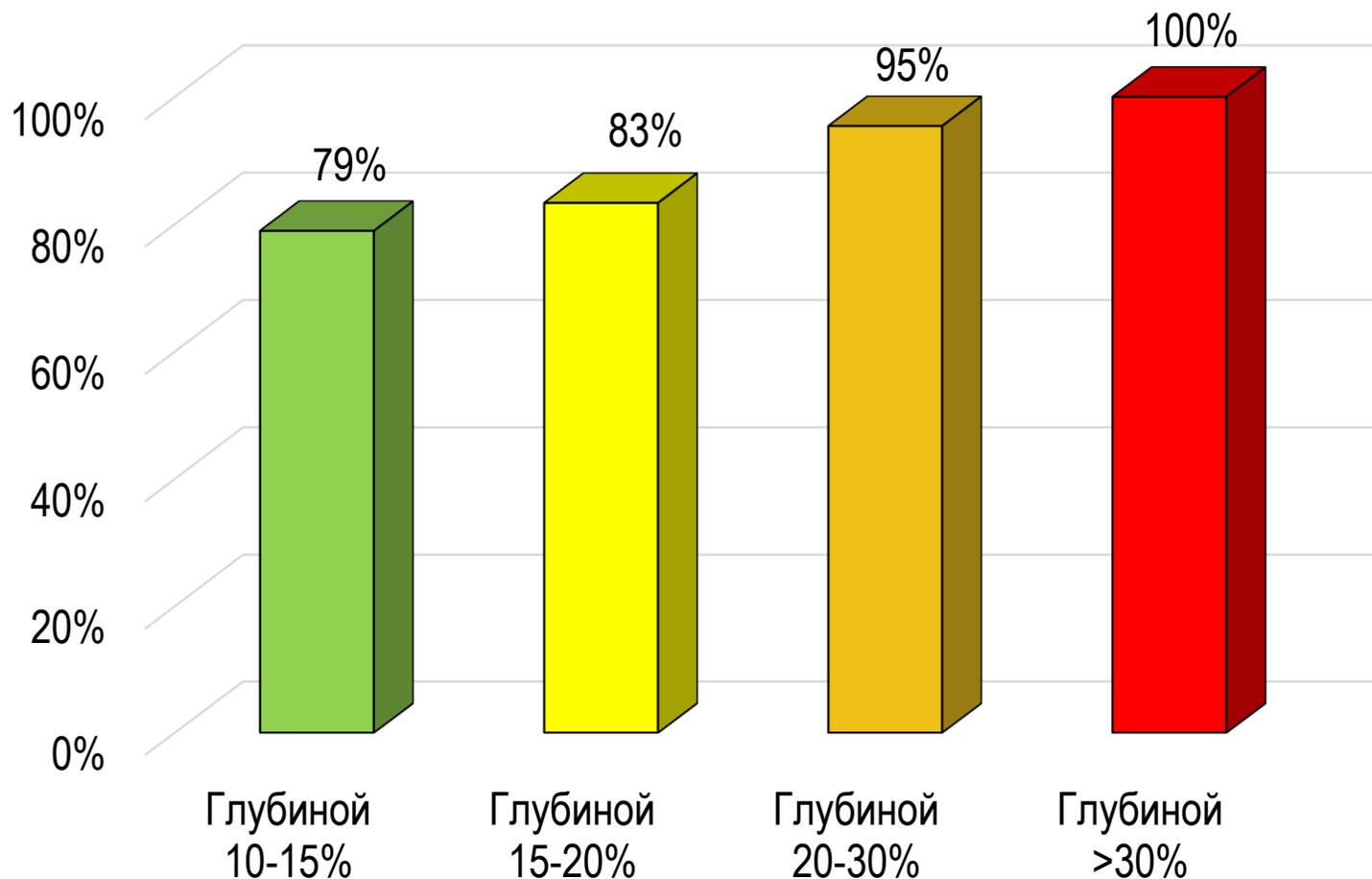


Средняя плотность выявленных предельных и аварийно-опасных дефектов **4,02 шт. на 1,0 км трубопровода**

Пример выявленного дефекта на КС в 2021 г.
Зона трещин глубиной до 5,0 мм
на основном металле трубы 1020*16 мм



Сходимость дефектов (кол-во дефектов подтвержденных НК в шурфе)



Средняя сходимость ВТД и НК в шурфах составила 95%.

Пример выявленного дефекта на КС в 2021 г.
Зона трещин глубиной до 12,0 мм
на КСС и ОКШ трубы 1020*16 мм



Спасибо за внимание



Закрытое акционерное общество
ИнтроСкан Технолоджи

ВОРОНЧИХИН
Станислав Юрьевич

Генеральный директор

617763, Пермский край, г.Чайковский, Приморский б-р, 32
т./ф. (34241) 3-45-95; моб.т. (922) 682-46-00
e-mail: s.voronchikhin@introscan.ru; info@introscan.ru