

# ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРЕСС-КОРРОЗИОННЫХ ДЕФЕКТОВ ПРИ ВНУТРИТРУБНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ КС

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Лаборатория технической диагностики трубопроводов и оборудования

Докладчик - Каверин Александр Александрович

# Нормативные требования к внутритрубному диагностированию технологических трубопроводов компрессорных станций ПАО «Газпром»

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»  
СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО «Газпром»  
ПОЛОЖЕНИЕ О ВНУТРИТРУБНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ТРУБОПРОВОДОВ КС И ДКС ОАО «ГАЗПРОМ»  
СТО Газпром 2-2.3-066-2006

**СТО Газпром 2-2.3-066–2006**  
**Положение о внутритрубной диагностике трубопроводов КС и ДКС ОАО «Газпром»**  
*Устанавливает требования к технологическому процессу внутритрубной диагностики технического состояния, техники безопасности и к организации проведения работ при внутритрубном техническом диагностировании технологических трубопроводов компрессорных станций*

## Виды контроля при ВТД:

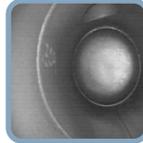
- ✓ измерение толщины стенок труб и фасонных изделий;
- ✓ определение геометрических параметров (профиль, овальность, сужения, углы поворота);
- ✓ обнаружение на внутренних и наружных поверхностях труб, включая сварные швы, и внутри стенок труб нарушений сплошности металла, а также вмятин, гофр, смещений кромок и прочее и измерение их геометрических размеров, включая глубину.

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»  
СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И СРОКА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ  
СТО Газпром 2-2.3-328-2009

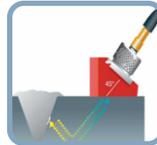
**СТО Газпром 2-2.3-328-2009**  
**Оценка технического состояния и срока безопасной эксплуатации технологических трубопроводов компрессорных станций**  
*Определяет единые для ПАО «Газпром» состав и порядок производства диагностических и расчетных работ по оценке технического состояния и срока безопасной эксплуатации технологических трубопроводов основного назначения компрессорных станций магистральных газопроводов*

## Виды контроля трубопроводов КС при оценке тех. состояния:

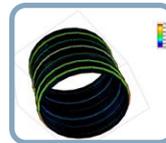
- ✓ Контроль качества сварных соединений;
- ✓ ВИК основного металла элементов;
- ✓ Дефектоскопия выявленных дефектов;
- ✓ УЗК толщин стенок элементов трубопровода;
- ✓ Контроль тройниковых соединений;
- ✓ Измерение твердости основного металла;
- ✓ Геодезическое обследование;
- ✓ Оценку изоляционного покрытия;
- ✓ Контроль состояния опорной системы;
- ✓ Оценка эффективности ЭХЗ



Визуальное обследование внутреннего пространства трубопровода.



Неразрушающий контроль (дефектоскопия) основного металла труб и СДТ, кольцевых и продольных сварных соединений.  
Толщинометрия стенок труб и СДТ.



Профилеметрия труб и СДТ.



Оценку состояния защитного изоляционного покрытия труб.



Контроль фактического пространственного положения трубопровода.

# Требования к дефектоскопическим характеристикам диагностических модулей для внутритрубного диагностирования трубопроводов КС ультразвуковыми методами НК

№ п/п	Наименование характеристики		Значение
1	Диапазон контролируемых толщин стенок, мм		от 10 до 32
2	Погрешность оценки толщины стенки, мм		0,1
3	Погрешность оценки глубины залегания дефектов, мм		0,1
4	Предельная чувствительность (минимальный условный размер выявляемого дефекта)	4.1 Утонения стенки, вызванные коррозионными и/или эрозийными повреждениями	длина, мм <b>80</b> ширина, мм <b>80</b> глубина, мм <b>0,1 h</b>
		4.2 Внутренние несплошности (расслоения, неметаллические включения, ликвации)	длина, мм <b>80</b> ширина, мм <b>80</b>
		Отдельные коррозионные дефекты (язвы, каверны)	глубина, мм <b>0,2 h</b>
		4.3 Отдельные трещиноподобные дефекты, ориентированные в направлении продольной и поперечной оси трубы	длина, мм <b>20</b>
			глубина, мм <b>0,1 h</b> отклонение от направления продольной и поперечной оси трубы, град <b>15</b>
		4.4 Дефектов КРН	глубина, мм <b>0,15 h</b>
5	Погрешность оценки координат дефекта	5.1 В направлении оси трубы, % (от длины контролируемого участка трубы)	<b>&lt; 2</b>
		5.2 По окружности, мм	<b>&lt; 100</b>
6	Размер неконтролируемой («мертвой») зоны, мм	6.1 В околошовной зоне продольного сварного шва	<b>&lt; 30</b>
		6.2 В околошовной зоне кольцевого сварного шва	<b>&lt; 70</b>
7	Вероятность обнаружения дефектов, %	7.1 Искусственных дефектов	<b>&gt; 90</b>
		7.2 Естественных дефектов	<b>&gt; 90</b>
8	Вероятность распознавания дефектов, %	8.1 Плоскостных дефектов	<b>&gt; 70</b>
		8.2 Объемных дефектов	<b>&gt; 70</b>

Возможности оборудования



> 6 дБ

Проведение контроля

Нормирование дефектов

## Предельная чувствительность контроля

Чувствительность, характеризуемая минимальной эквивалентной площадью (в мм<sup>2</sup>) отражателя, который еще обнаруживается на заданной глубине в изделии при данной настройке аппаратуры.

[ГОСТ Р 55724-2013, статья 3.1.27]

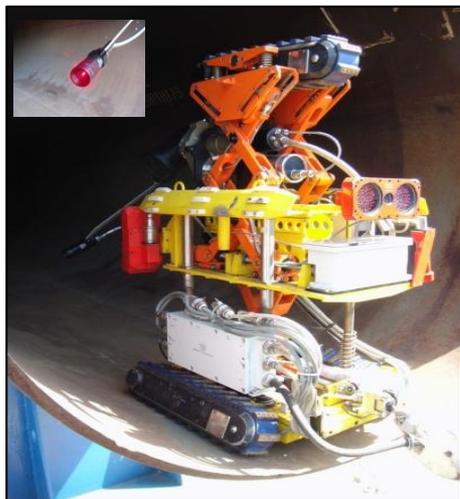
## Контрольный уровень чувствительности (уровень фиксации)

Уровень чувствительности, при котором производят регистрацию несплошностей и оценку их допустимости по условным размерам и количеству. [ГОСТ Р 55724-2013, статья 3.1.22]

## Браковочный уровень чувствительности

Уровень чувствительности, при котором принимается решение об отнесении выявленной несплошности к классу «дефект». [ГОСТ Р 55724-2013, статья 3.1.20]

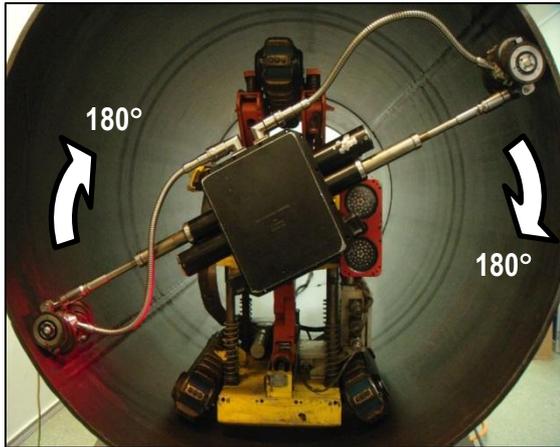
Характеристики	Внутритрубный ультразвуковой сканер-дефектоскоп А 2072 «IntroScan» ЗАО «ИнтроСкан Технолоджи»	Телеуправляемый диагностический комплекс ТДК-400-М-Л ООО «Газпроект-ДКР»
Общий вид		
<b>Паспортные характеристики средств ВТД</b>		
Условный диаметр обследуемых трубопроводов	Ду 500-1400 мм	Ду 500-1400 мм
Габариты, (масса)	310x230x210 мм (12кг)	в зависимости от диаметра трубопровода (~100 кг)
Дальность контроля от места загрузки	до 1500 м	до 550 м
Скорость движения средств ВТД	5,0 м/мин	не менее 12,0 м/мин по горизонт. участкам; не менее 1,5 м/мин по верт. участкам.
Производительность УЗ-контроля основного металла труб	Не менее 0,3 м/мин	не менее 3,5/D м/ч
Линия связи	беспроводная связь (Wi-Fi-канал) до 8 часов автономной работы	кабель соединительный
Загрузка-выгрузка	люк-лаз Ду 400 мм, обратный клапан, технологический рез	обратный клапан Ду 700 мм и более, технологический рез
Вид контроля	ВТО, УЗК	ВТО, ВИК, УЗК, УЗТ
Соответствие оборудования безопасности	-	+



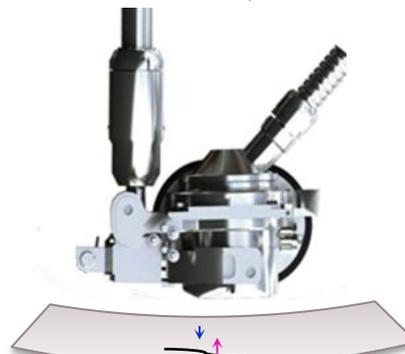
## Реализуемые виды контроля ТДК-400-М-Л, аттестованные для применения на объектах транспорта газа ПАО «Газпром»

- 1 Телевизионное внутритрубное обследование внутренних полостей и внутренних поверхностей труб и соединительных деталей
- 2 Автоматизированный ультразвуковой контроль основного металла труб
- 3 Ультразвуковая толщинометрия основного металла труб и соединительных деталей трубопровода
- 4 Автоматизированный телевизионный визуальный и измерительный контроль внутренней поверхности кольцевых сварных соединений

**Измерительный канал №2**



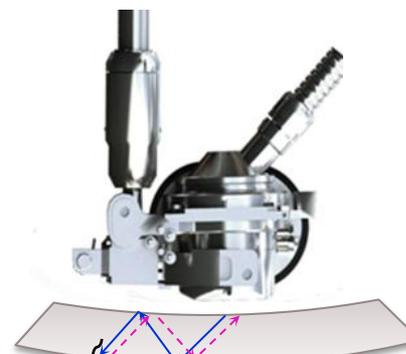
Измерение остаточной  
толщины



Измерительный канал №2  
прямой ввод  
УЗ-импульса

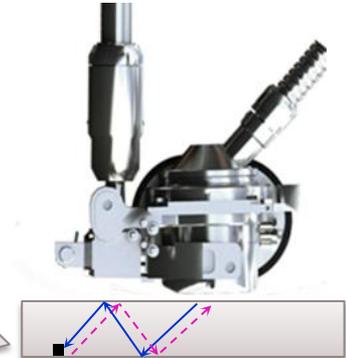
**Контрольный канал (индикатор) №3**

Выявление дефектов



наклонный ввод УЗ-импульса в  
кольцевом направлении

Получение дополнительной  
диагностической информации



наклонный ввод с  
УЗ-импульса в продольном  
направлением

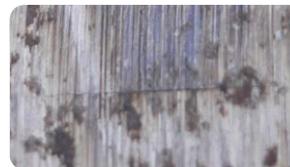


**Выявляемые типы дефектов:**

**Потеря металла:**  
коррозия, питтинг



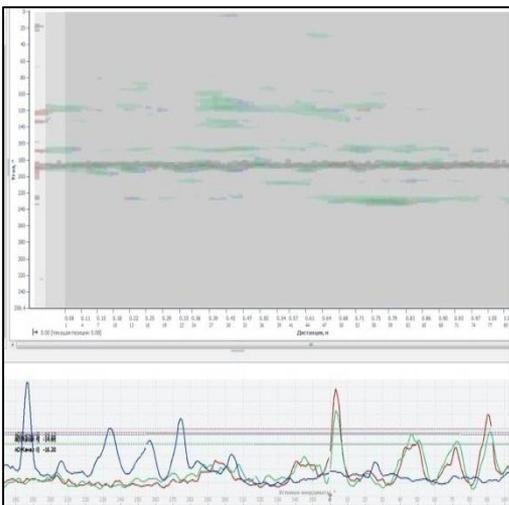
**Неметаллические  
включения**  
расслоение, ликвации



**Трещиноподобные:**  
КРН, трещина, пленка..



## 1 Определение типа дефекта



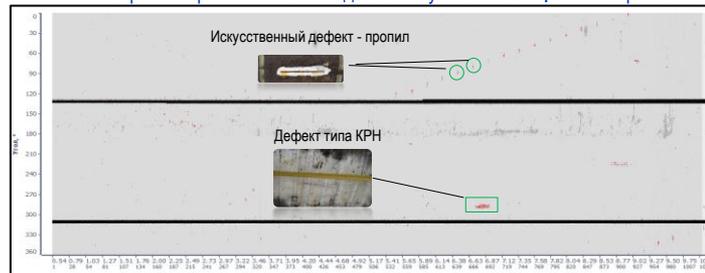
Автоматизированное наложение сканов с различных проходов, распознавание и измерение дефектных участков

**Подразделение дефектов выявленных контрольным каналом №3:**

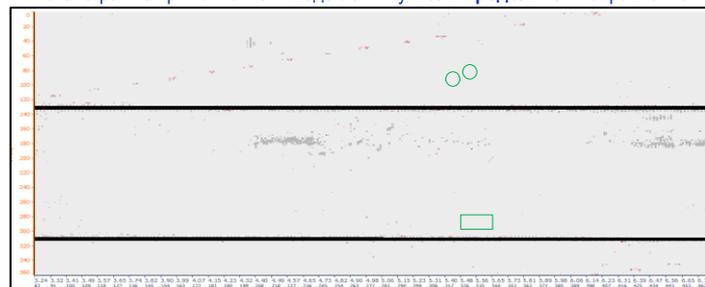
- трещиноподобные дефекты;
- механические повреждения;
- язвенная коррозия.

## 2 Идентификация трещиноподобных дефектов

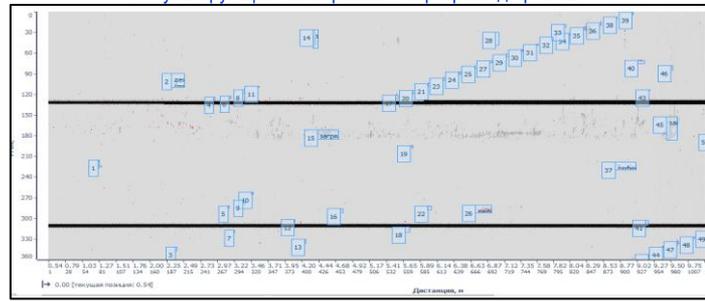
Сканограмма при наклонном вводе УЗ-импульса в кольцевом направлении



Сканограмма при наклонном вводе УЗ-импульса в продольном направлении



Результирующая сканограмма с маркерами дефектов



## Возможности технологии контроля и алгоритмов обработки

- 1 Выявление трещин от 10% и дефектов КРН от 15% в основном металле труб, включая околошовные зоны сварных соединений
- 2 Выявление продольно и поперечно ориентированных трещиноподобных дефектов с отклонением не более 15°
- 3 Идентификация по типу - «трещиноподобный дефект»
- 4 Определение условных геометрических размеров: длина/ширина

## Вопросы требующие решения

- 1 Разделение при идентификации дефектов по видам (КРН, заDIR, мех.повр, закат и т.п...)
- 2 Оценка глубины трещиноподобных дефектов, в том числе дефектов КРН
- 3 Выявление трещиноподобных дефектов, в том числе КРН, в сварных соединениях
- 4 Выявление трещиноподобных дефектов с отклонением от продольного и поперечного направления более 15°

## Реализуемые виды контроля А 2072 «IntroScan», аттестованные для применения на объектах транспорта газа ПАО «Газпром»

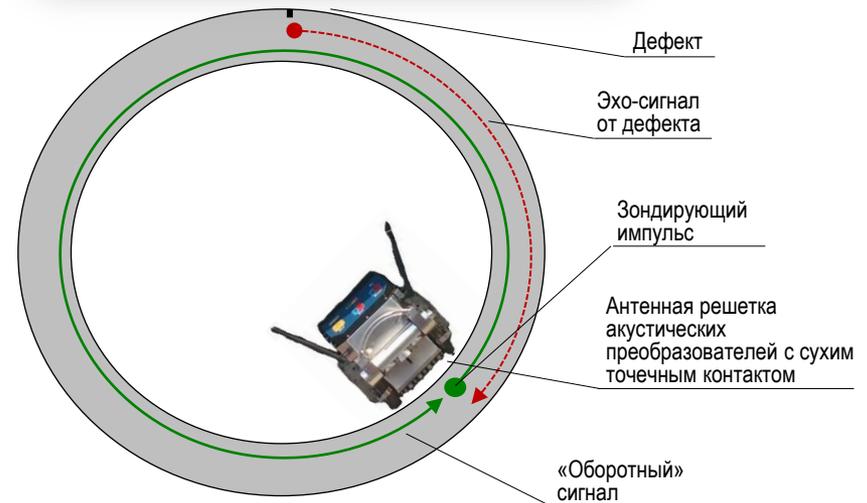
- 1 Телевизионное внутритрубное обследование внутренних полостей и внутренних поверхностей труб и соединительных деталей
- 2 Автоматизированный ультразвуковой контроль основного металла труб



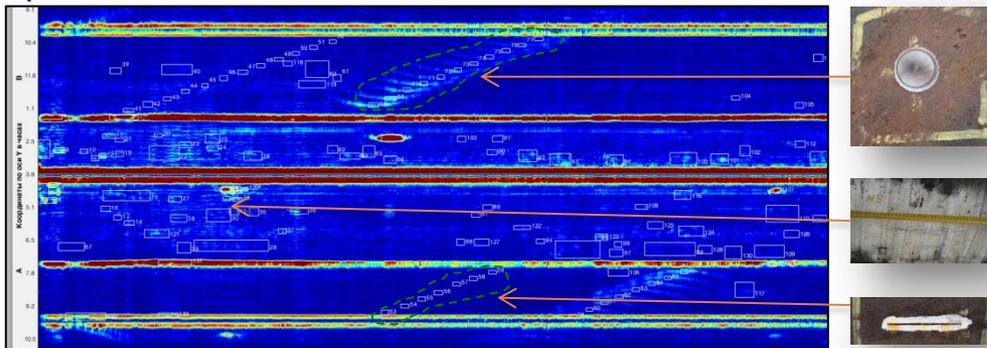
## Технология контроля



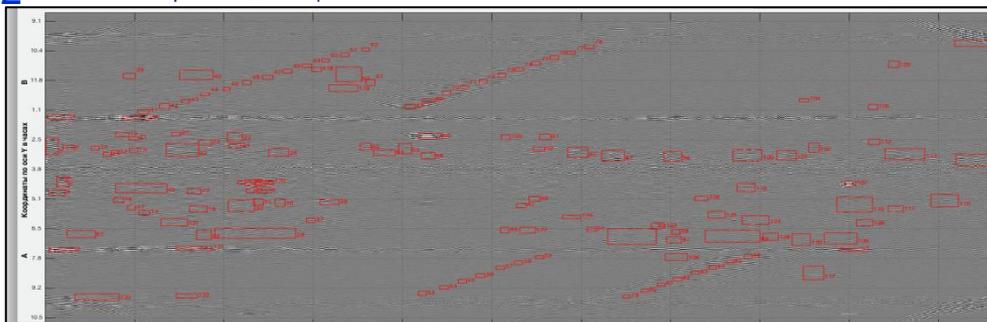
Траектория движения Сканера при сканировании



1 Сканограмма для локализации аномальных областей



2 Сканограмма для оценки типа локализованных аномальных областей



Оценка аномальных зон на следующие типы:

- «плоскостной» дефект
- «объемно-плоскостной» дефект
- «объемный» дефект

## Возможности технологии контроля и алгоритмов обработки

1	Выявление аномальных зон с трещинами глубиной от 10% и дефектов КРН от 15% в основном металле труб, включая околошовные зоны продольных сварных соединений
2	Выявление продольно ориентированных трещиноподобных дефектов и дефектов с отклонением не более 45° от продольной оси
3	Определение условных геометрических размеров: длина/ширина

## Вопросы требующие решения

1	Отработка технологий по идентификации дефектов
2	Разделение «плоскостных» дефектов по видам (КРН, царапина, закат...)
3	Оценка глубины трещиноподобных дефектов
4	Выявление трещиноподобных дефектов в сварных соединениях, в том числе дефектов КРН
5	Выявления поперечно ориентированных трещиноподобных дефектов, в том числе дефектов КРН

1. Диагностические комплексы обеспечивают выявление аномальных зон с продольными и **поперечными (ТДК-400- М-Л)** трещинами (скоплениями трещин) в основном металле труб глубиной от 10% и 15% соответственно.

2. Подтверждение стресс-коррозионных дефектов на основании данных ВТД возможно только по результатам дополнительного диагностического обследования в шурфе.

3. Обнаружение дефектов КРН выполняется в индикаторном режиме по превышению порогового сигнала. Требуется доработка диагностических модулей в ранге «измерителя», для контроля для оценки глубины трещиноподобных дефектов, в том числе дефектов КРН.

4. Необходима отработка технологий по идентификации типов дефектов, в том числе дефектов КРН.

5. Требуется создание диагностических модулей для осуществления акустического контроля сварных соединений труб.



# Спасибо за внимание



Центральный офис ООО «ВНИИГАЗ»  
п. Развилка, Московская область  
internet: [www.vniigaz.ru](http://www.vniigaz.ru)  
intranet: [www.vniigaz.gazprom.ru](http://www.vniigaz.gazprom.ru)  
e-mail: [vniigaz@vniigaz.gazprom.ru](mailto:vniigaz@vniigaz.gazprom.ru)  
телефон: (+7 498) 657-42-06  
факс: (+7 498) 657-96-05