Инспекция газовой трубы с использованием технологии ультразвука: практика

C. Günther, J. Stratmann, M. Steiner (TZI)

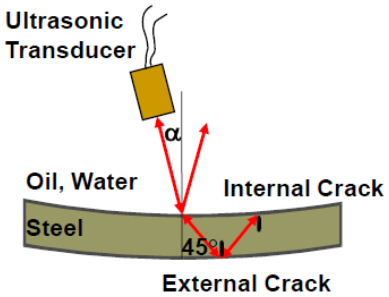
Open Grid Europe
The Gas Wheel

Повестка дня

1. Общая информация
2. Характеристики дефекта: продольный, кольцевой
3. Установка для полунепрерывной проверки (полное заполнение)
4. Правила техники безопасности/расчета давления

Общая информация

- Стандарт: ВТД для обнаружения коррозии, производственных дефектов, вмятин,, расширений и деформации проводится методами MFL, геометрии и инерциального измерительного блока
- Обнаружение трещин может выполняться двумя способами
  - ЕМАП (электромагнитный акустический преобразователь)
  - УП (ультразвуковой преобразователь)
- Здесь: Оценка целостности согласно результатам инспекции УП
- Установка датчика в зависимости от типа дефекта (осевые и кольцевые трещины)
- Для установления акустической связи требуется несжимаемая среда (в данном случае вода)



начало инспекции

носитель датчика

осевые трещины

Рис. С разрешения NDT Stutensee

Журнал ВТД с использованием УП компании OGE

Год	Длина	Секции трубопровода	Кол-во ВТИ	Тип дефекта
2009	48 км	1	1	Осевой
2010	113 км	1	1	Осевой
2011	230 км	2	2	Осевой
2012	67 км	1	1	Осевой
2013	130 км	2	2	Осевой
2017	160 км	2	4	Осевой + Кольцевой

- Инспекции EMAT, MFL, ИИБ и геометрии были выполнены по отдельности на каждой секции

Open Grid Europe
The Gas Wheel

Технические характеристики

Типовые значения (труба с различными диаметрами: 36"/38"):

- Подрядчик: NDT Global, Stutensee
- Технология: Evo Series 1.0 UC+ (продольные дефекты)
  Evo Series 1.0 UCc+ (кольцевые дефекты)
- Масса ВИП: прибл. 3,5 т
- Минимальный радиус трубы: 3D
- Расстояние осевого отбора проб: 0,75 мм (в прошлом 1,5 мм)
- Шаг кольцевого датчика: прибл. 10 мм (в зависимости от внутреннего диаметра)
- Проектная скорость закачивания: прибл. 0,2 м/с
- Кол-во датчиков: 600 датчиков
- Кол-во датчиков стандарта (толщина стенки): 40 датчиков

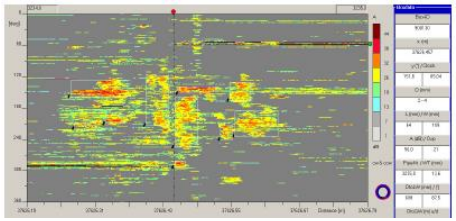
Пример: Трубопровод 322 км (равный двум секциям):

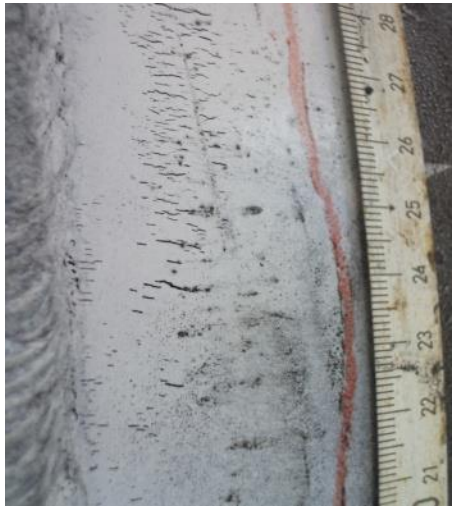
- Площадь внутренней поверхности: 930.721 м^2 (равная 155 футбольным полям)
- Кол-во индивидуальных измерений: 274.773.333.334 шагов

Open Grid Europe
The Gas Wheel

Характеристики текущего дефекта:

- Осевые трещины:
  - Длина x глубина: **20 мм x 1 мм**
  - Обнаружены при 90 % вероятностью распознавания (применимо для трещин, которые соответствуют данным характеристикам)
- Кольцевые трещины:
  - Длина x глубина: **30 мм x 1 мм**
  - Обнаружены при 90 % вероятностью распознавания
- Погрешности определения глубины:
  - Погрешность измерений **+/- 1 мм с уровнем достоверности 80 %** для признаков глубиной <4,0 мм и ≥4,0 мм
  - Сравнение работ: погрешность сравнения глубин составляет **+/-1,4 мм с уровнем достоверности 80 %**
- Погрешности определения длины:
  - +/- 10 мм для осевых трещин
  - +/- 15 мм для кольцевых трещин





поле трещин SCC рядом с кольцевыми сварными швами

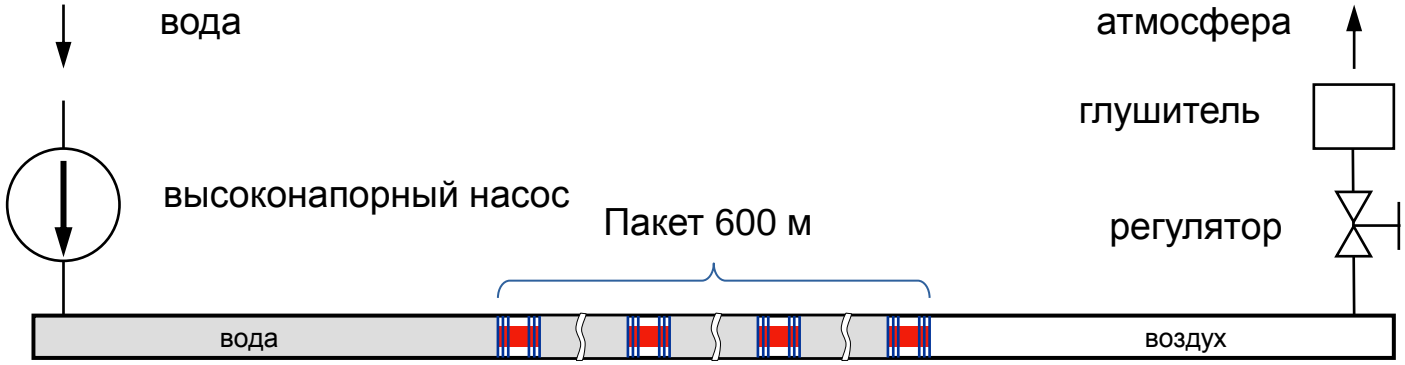
Open Grid Europe
The Gas Wheel

Полунепрерывная процедура

- Полное заполнение водой
- Инспекция во время заполнения или опустошения трубопровода
- Простое прогнозирование скорости и давления
- Насосы и компрессоры должны отвечать требованиям давления и объемного расхода

Параметры (пример):

- Объемный расход:
  600 м^3/ч, макс. 700 м^3/ч
- Скорость:
  макс. 0,25 м/с = прибл. 1 км/ч
- Продолжительность:
  прибл. 200 ч (1 инспекция)
- Расход воды:
  прибл. 80 000 м^3 (на каждую секцию)



«вытесняющее давление» «воздушное давление»

Open Grid Europe
The Gas Wheel

Фазы выполнения проекта

- Этап очистки и проверка геометрии (проходимости)
- Удаление газа с использованием мобильных компрессоров
- Физическое разделение параллельных и смежных трубопроводов и системы трубопроводов компрессорных станций
- Выработка начального давления при помощи воздушных компрессоров (например 10–25 бар)
- Инспекция во время заполнения:
  - Работа высоконапорного насоса
  - Вентиляция воздуха
  - Контроль за давлением
  - Контроль за положением скребка
- Инспекция во время опустошения:
  - Работа воздушного компрессора
  - Испарение и нагнетание азота (до 2 500 т)
  - Работа блока активированного угля (80 т)
  - Контроль качества воды
- Осушение трубопровода
- Ремонтные работы и повторный ввод в эксплуатацию

Начало работы

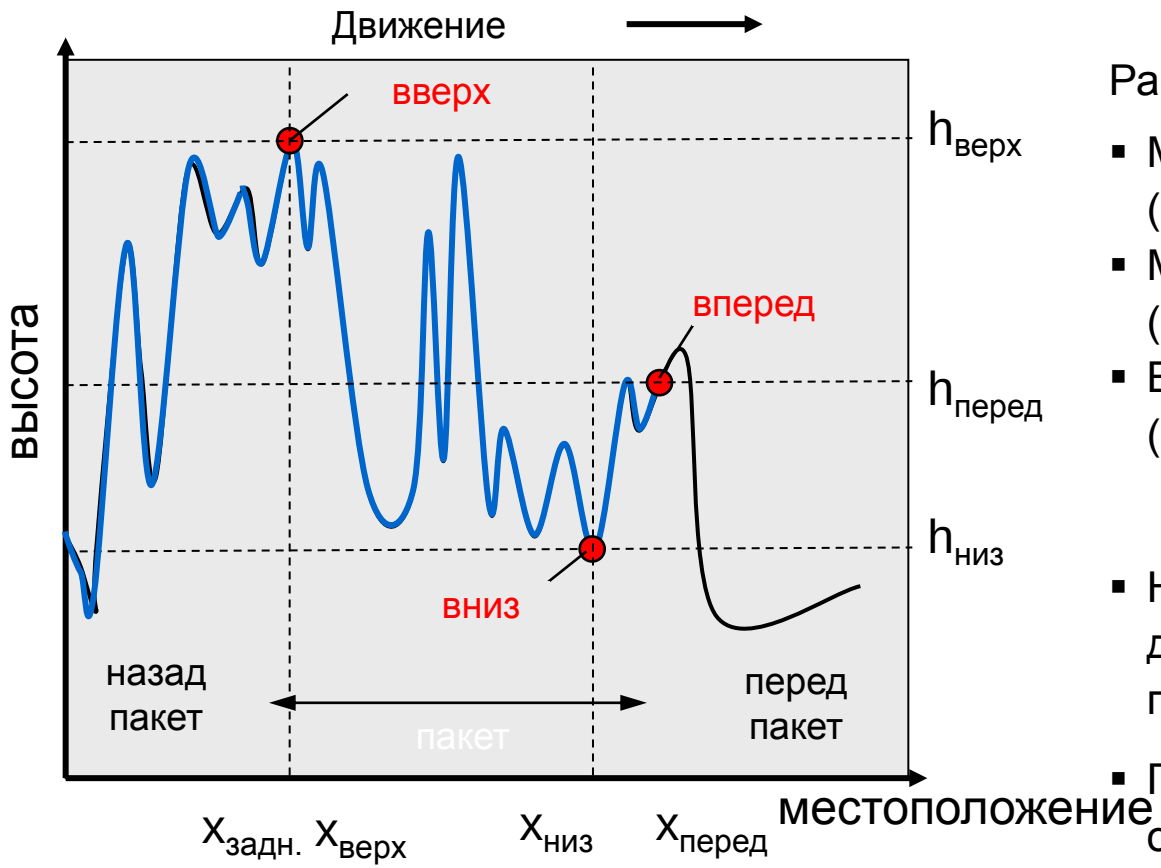
Блок активированного угля

Open Grid Europe
The Gas Wheel

Временный водопровод (длиной 4 км, DN 300)

Open Grid Europe
The Gas Wheel

Расчет давления



Расчет давления (выборка):

- Мин. газовое давление (спереди)
- Макс. газовое давление (спереди)
- Вытесняющее давление (насоса)

- Необходимо рассчитать давление для каждого положения пакета

- Положение пакета определяется в качестве расположения переднего скребка (передняя часть пакета)

Open Grid Europe
The Gas Wheel

Контроль за воздушным давлением

Open Grid Europe
The Gas Wheel

Общие сведения

- Высокая стоимость и длительное время простоя
- Необходимо подготовиться к эксплуатационным рискам во время прочистки соответствующим планом
- Множество затруднений:
  - Физическое разделение системы трубопроводов: Необходимо приложить множество усилий
  - 4 цикла инспекций: Каждый цикл должен быть успешным
- Результаты обнаружения кольцевых дефектов КРН создает новую проблему — еще многое предстоит освоить

Благодарим за внимание

Open Grid Europe
The Gas Wheel

Контроль за воздушным/азотным давлением

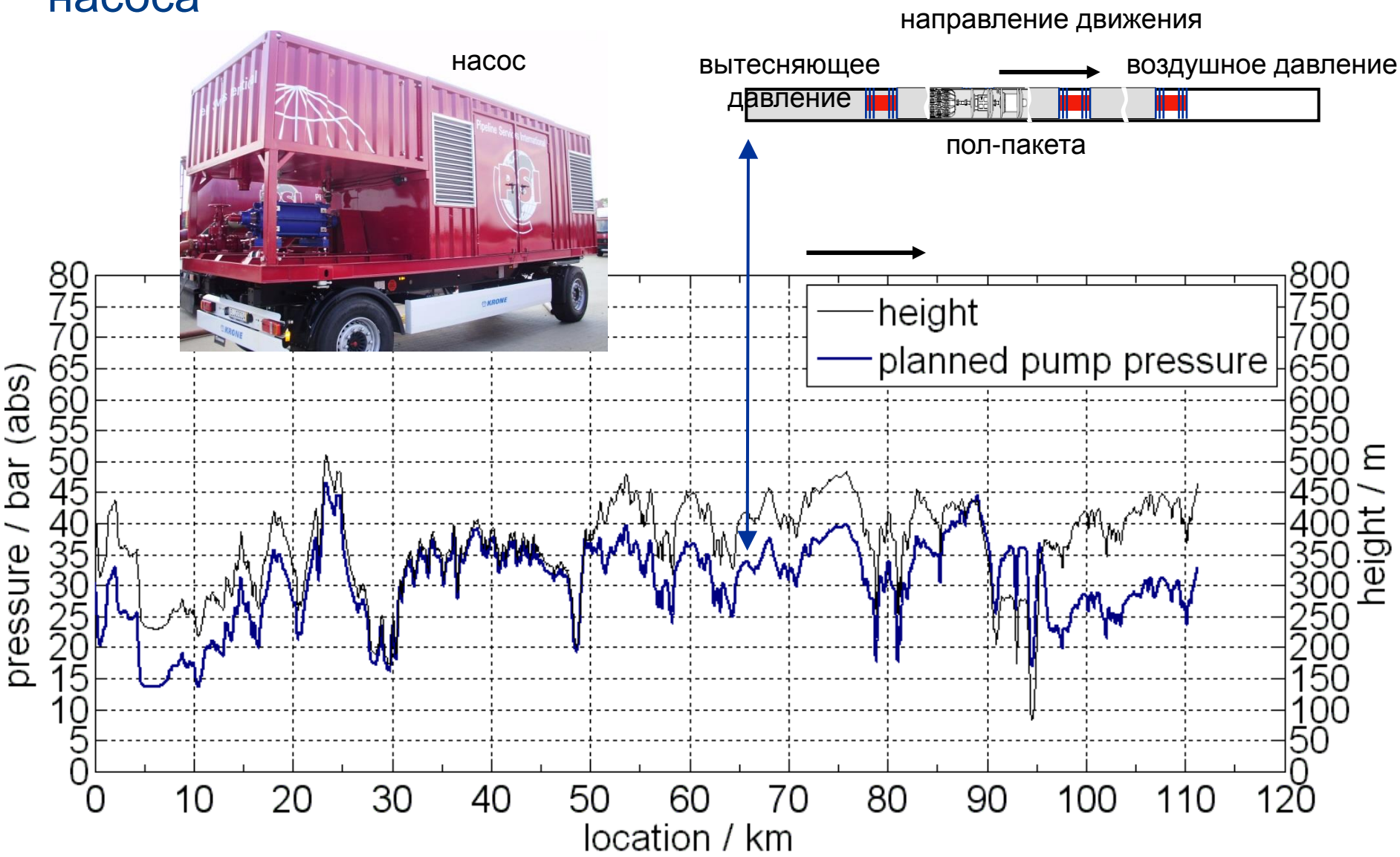
Open Grid Europe
The Gas Wheel

Мобильные компрессорные установки

- Газ закачивается в параллельный трубопровод
- Объемный расход 2000–66 000 м³/ч
- Декомпресия до 3 бар

Open Grid Europe
The Gas Wheel

Результаты — давление насоса



Open Grid Europe

The Gas Wheel