

Оценка работоспособности труб магистральных трубопроводов с внутристенными особенностями

Нищик А.В. старший научный сотрудник, к.т.н.

Лаборатория экспериментальных исследований ресурса производственных объектов
КНТЦ управления техническим состоянием и целостностью производственных объектов
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

VII международный научно-практический семинар КРН-2024

Содержание



Объекты исследований



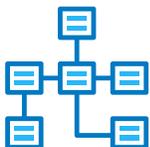
Обстоятельства выявления особенностей



Механические свойства



Микроструктура и неметаллические включения



Анализ и схематизация режимов эксплуатации



Системы мониторинга за процессом гидравлических испытаний



Выводы по результатам гидравлических испытаний

	МГ «Оренбург-Заинск»	Коллектор газовый Уренгойского НГКМ
Ввод в эксплуатацию	1971 год	1983 год
Производитель	Франция, ФРГ, Швеция	Италия (Italsider)
Категория прочности	X56	X70
Типоразмер	Ø 1020 мм, h = 14 мм	Ø 1420 мм, h = 18,7 мм
Проектное давление	5,4 МПа	7,4 МПа
Среднее рабочее давление за 10 лет	3,0 МПа	5,0 МПа
Покрытие	Усиленное битумно-резиновое	Пленочное «Нитто»



МГ «Оренбург-Заинск»

ВТД 2018 г. ООО «НПЦ «ВТД»

Внутритрубные магнитные дефектоскопы:

- продольного (**ДМТ-2-1000Б-2048**) намагничивания;
- поперечного (**ДМТП-2-1000Б-1152**) намагничивания

Выявлены: коррозия, аномалии кольцевого шва, **зоны продольных трещин.**

УЗК выявило наличие особенностей.



Коллектор газовый Уренгойского НГКМ

ЭПБ ООО «ГАЗМАШПРОЕКТ»

после аварии 2022 года по причине ненормативного изгиба трубопровода на фоне локальной коррозии

Выявлено: при проведении УЗК очаги скопления особенностей, расположенных преимущественно в середине сечения стенки трубы

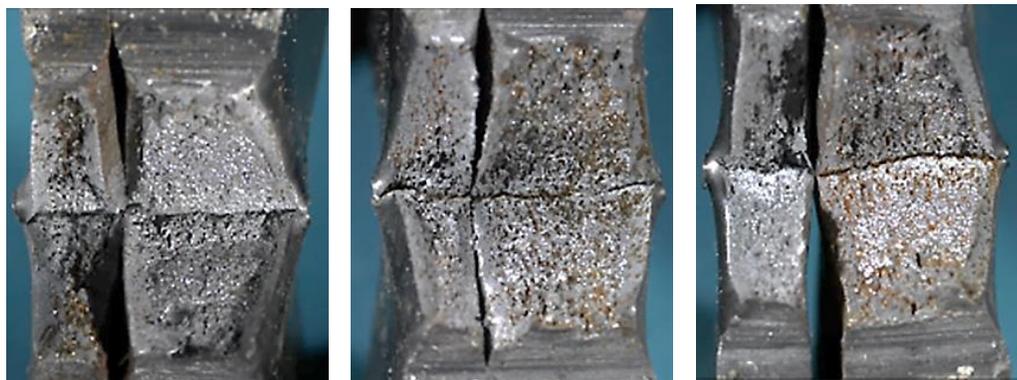
УЗК выявило наличие особенностей.





МГ «Оренбург-Заинск»

Наименование показателя	СТО Газпром 2-4.1-713-2013, не менее	Результаты испытаний
σ_B , МПа	520	545±31
σ_T , МПа	370	402±10
δ , %	20	30±1
КСУ ⁻⁴⁰ , Дж/см ²	29,4	141±16



Изломы образцов



Коллектор газовый Уренгойского НГКМ

Наименование показателя	ТУ 40/48/56/79+ по ВРД 39-1.11-014-2000, не менее	Результат с особенностями
σ_B , МПа	588	612±57
σ_T , МПа	470	493±52
δ , %	20	24±2
КСУ ⁻⁶⁰ , Дж/см ²	49	89±37

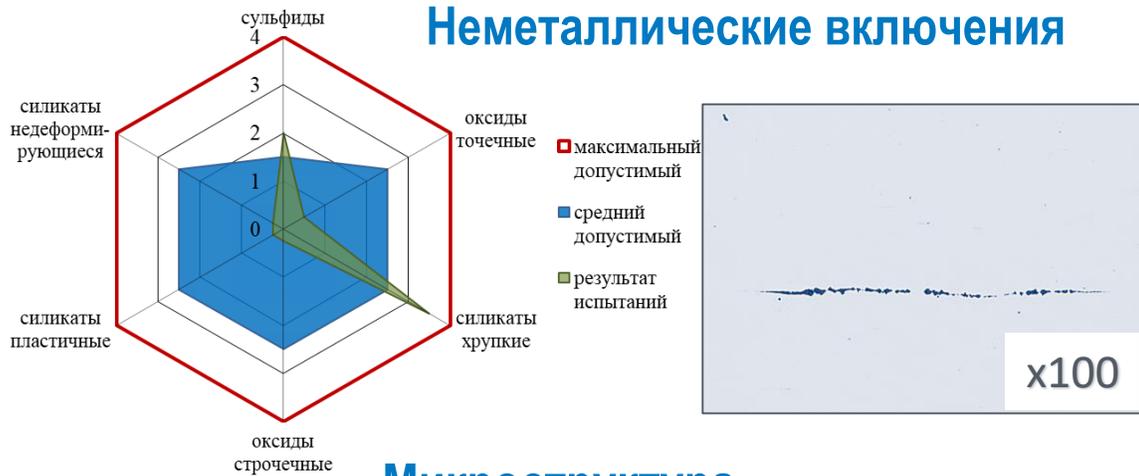


Изломы образцов

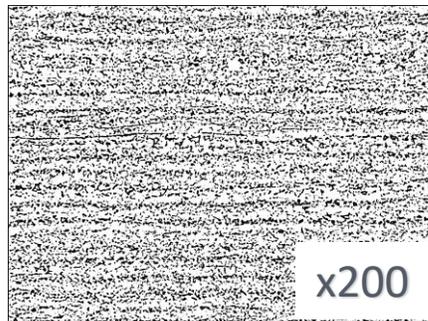
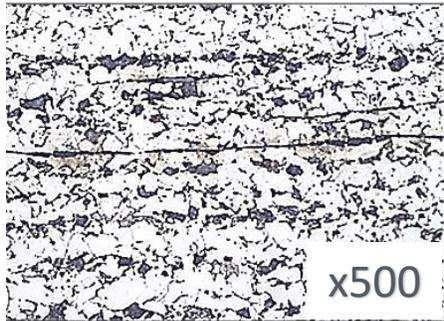


МГ «Оренбург-Заинск»

Неметаллические включения

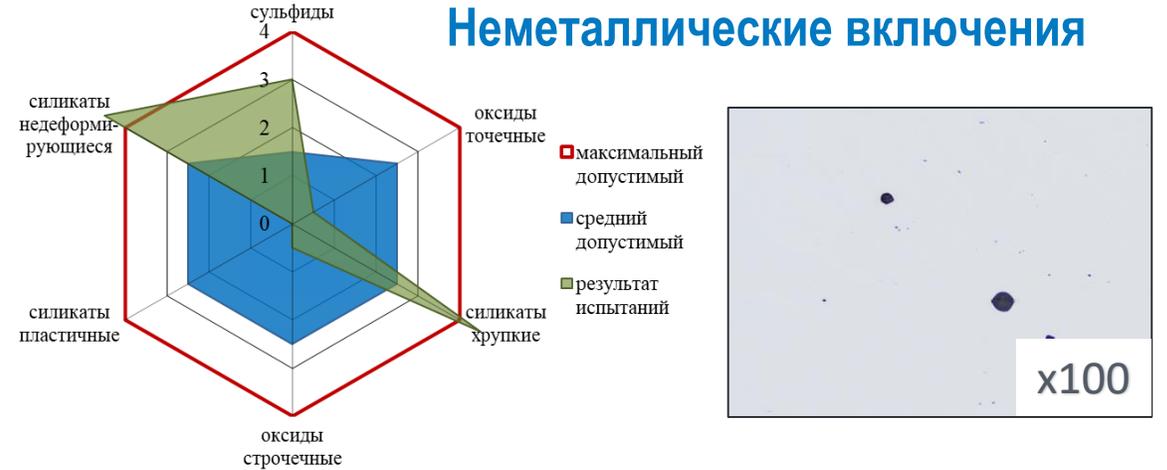


Микроструктура

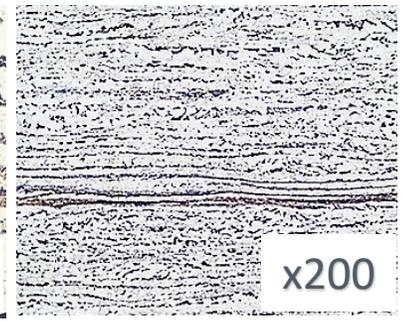
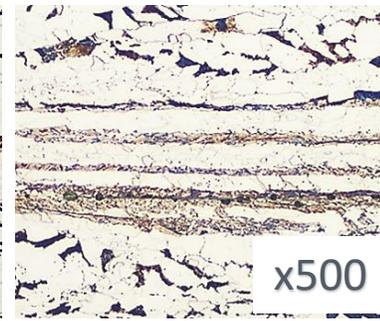
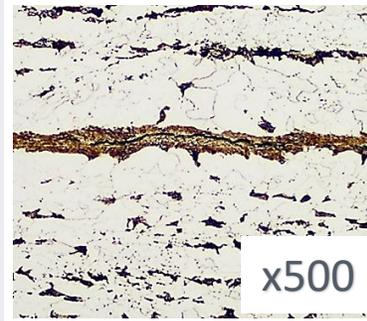


Коллектор газовый Уренгойского НГКМ

Неметаллические включения

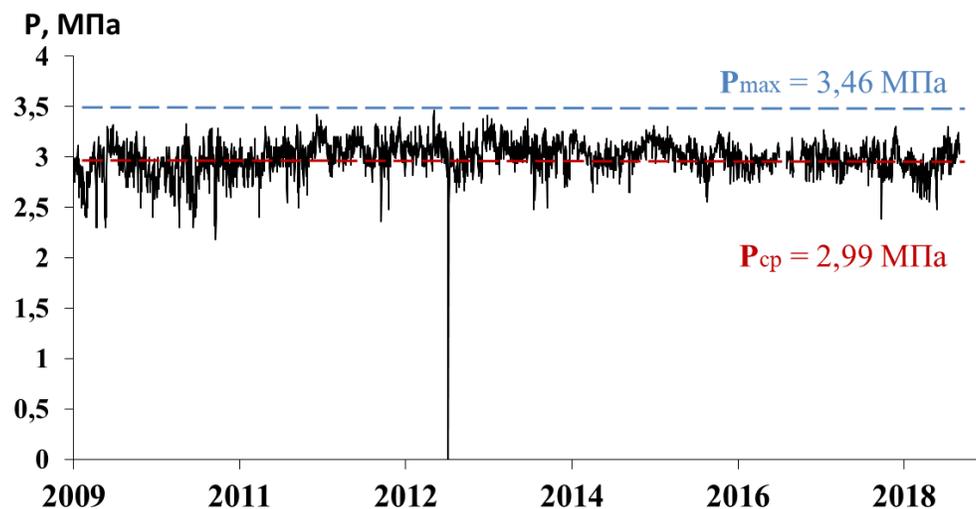


Микроструктура





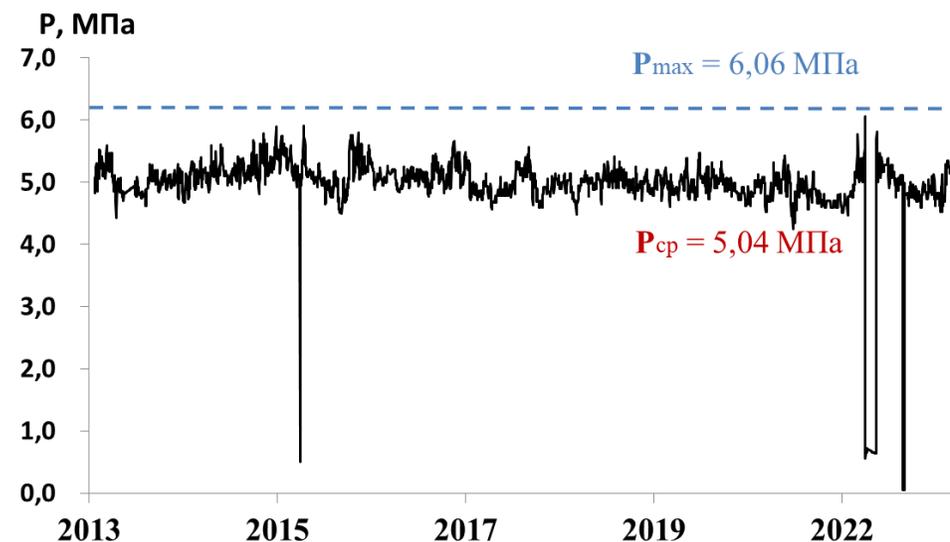
МГ «Оренбург-Заинск»



Размах давления, МПа	Количество циклов в год	Срок прогнозирования, лет	Коэффициент запаса по выносливости	Число циклов, шт.
0 – 5,4 – 0	2	20	10	400
4,3 – 5,4 – 4,3	29			5800



Коллектор газовый Уренгойского НГКМ

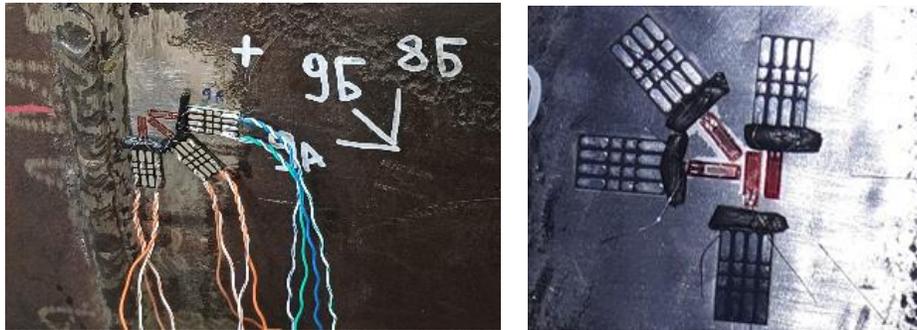


Размах давления, МПа	Количество циклов в год	Срок прогнозирования, лет	Коэффициент запаса по выносливости	Число циклов, шт.
0 – 7,4 – 0	1	30	10	300
6,66 – 7,4 – 6,66	25			7500

Свидетельство о гос.регистрации ПЭВМ RU 2023682705, 30.10.2023 ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Тензометрия

Измеряет величину деформации в местах установки датчика



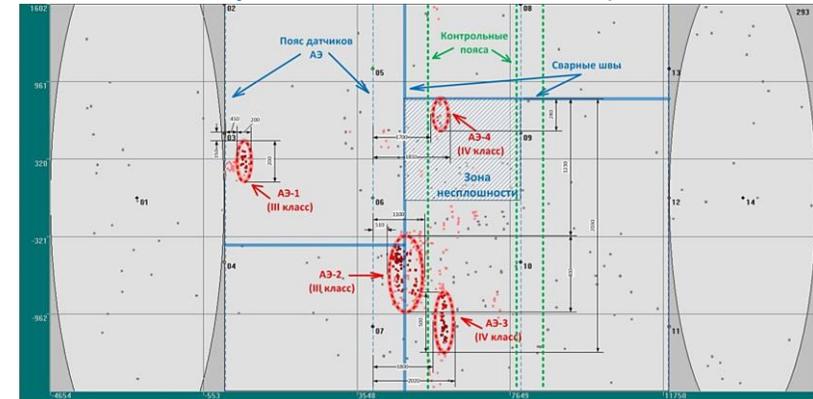
Тензодатчики, смонтированные на трубе



Данные тензодатчиков статических испытаний

Акустическая эмиссия

Локализует места накопления повреждений



Локация источников АЭ

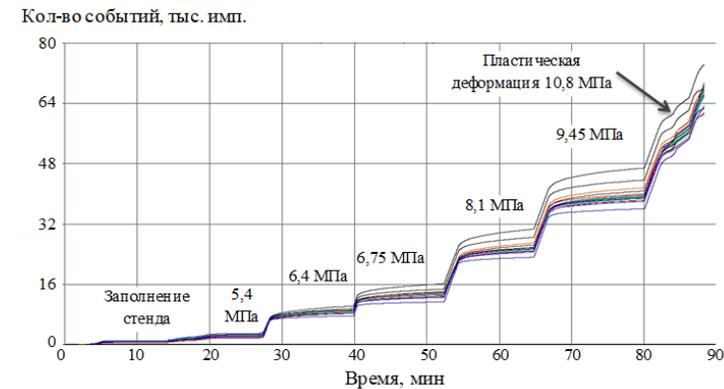
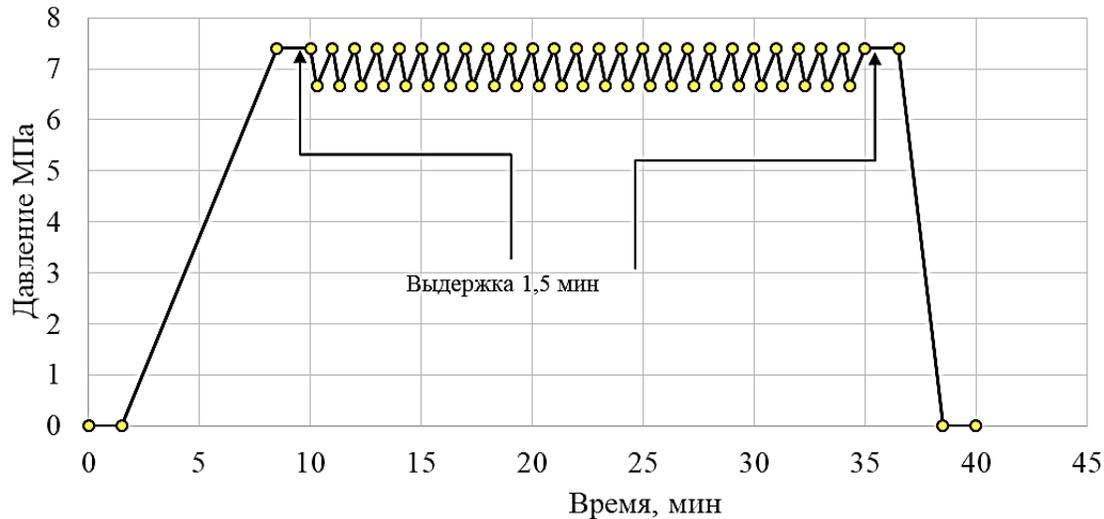


График суммарных импульсов 15 датчиков АЭ

Циклические испытания

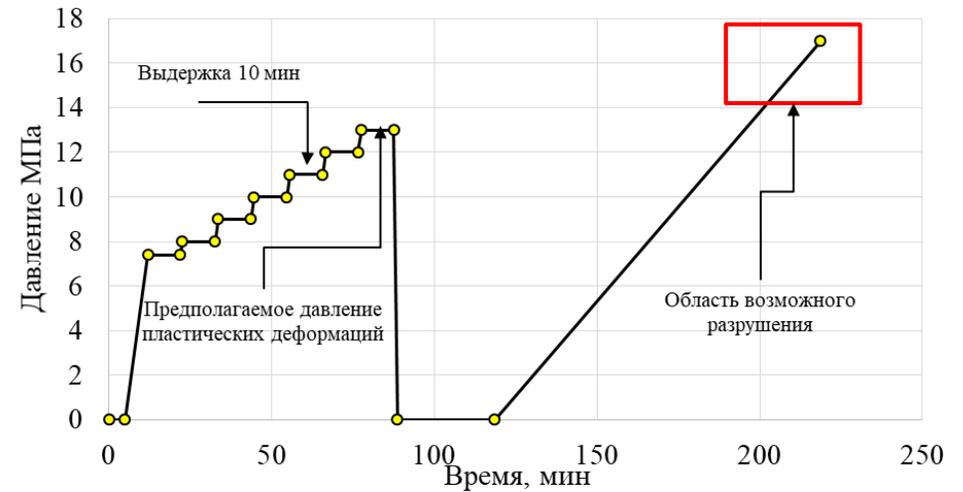
✓ **Воспроизведение условий длительной эксплуатации**



Моделирование 20 лет эксплуатации не зафиксировало увеличения геометрических размеров исследованных зон расслоений (макс. длина 3,5 м и макс. площадь 1,5 м²)

Статические испытания

✓ **Оценка несущей способности трубы**



Стенд
МГ «Оренбург-Заинск»
 $P_{\text{пласт. деф.}} = 10,8 \text{ МПа}$
при $P_{\text{проект.}} = 5,4 \text{ МПа}$

Стенд
«Коллектор газовый УНГКМ»
 $P_{\text{разр.}} = 15,9 \text{ МПа}$
при $P_{\text{проект.}} = 7,4 \text{ МПа}$

- ✔ Апробирован научно-методический подход по оценке работоспособности труб магистральных трубопроводов с внутрискрипными особенностями.
- ✔ Определены критерии назначения выборочного ремонта труб по геометрическому размеру зоны с внутрискрипными особенностями и ее местоположению относительно сварных швов.
- ✔ Результаты стендовых испытаний трубных фрагментов показали отсутствие значимого влияния внутрискрипных особенностей на работоспособность труб и позволили разработать рекомендации по их дальнейшей эксплуатации
- ✔ Результаты работы:
 - **использованы** при разработке порядка назначения ремонта труб с внутрискрипными расслоениями, регламентированного **СТО Газпром 2-2.3-1225-2020** «Методика оценки работоспособности и назначения методов ремонта ТТ КС».
 - **опубликованы** рецензируемых научных изданиях:
 - Кантюков Р.Р., Кашковский Р.В., Шумкина Е.И., и др // **Безопасность труда в промышленности**. 2020. № 9. С. 63-70.
 - Kanyukov R., Ryakhovskikh I., Kashkovskiy R. // **Engineering Failure Analysis**. 2021. Т. 120. С. 105091.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Нищик Александр Владимирович

Старший научный сотрудник, к.т.н.

Лаборатория экспериментальных исследований ресурса производственных объектов