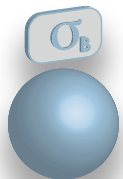


Измерение фактических значений трещиностойкости при оценке КРН дефектов труб СТО Газпром 2-2.3-1225-2020

ООО «Оптон Инжиниринг»
О.Б. Яременко, А.Е. Куранов

ООО «Газпром трансгаз Чайковский»
А.Ю. Котоломов



Введение

Разработка



В 2000 году при Научно-исследовательском институте современных материалов Сеульского национального университета, основана Компания FRONTICS Inc.

Используя передовые технологии мирового уровня, компания FRONTICS разработала автоматизированную систему для определения механических свойств материалов **неразрушающим методом**.

Локализация для
России

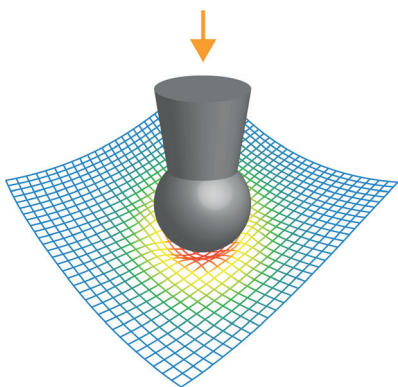


С 2019 ООО «Оптон инжиниринг» является технологическим партнером компании FRONTICS на территории РФ по доработке и адаптации применения метода на российских металлах и сплавах под потребности нефтегазового сектора.



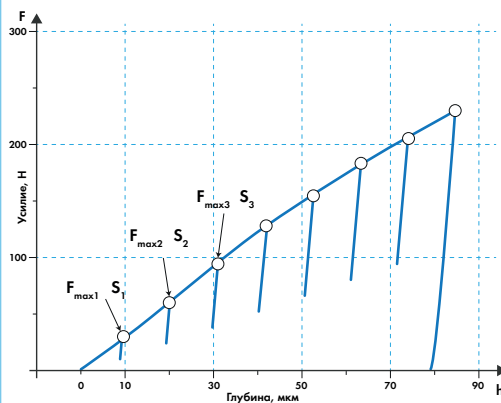
Основы метода индентирования

1-ый этап



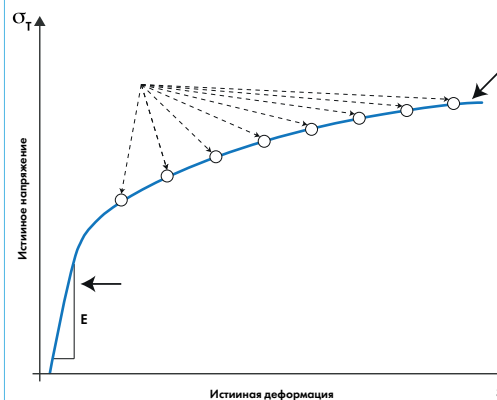
Определение действительной площади контакта индентора с учетом высоты пластического наплыва

2-ой этап



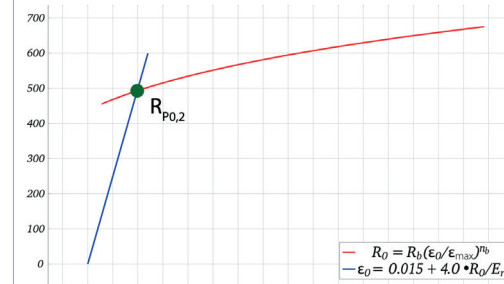
Определение истинной деформации и истинного напряжения по величине усилия на инденторе

3-ий этап



Построение диаграммы «напряжение-деформация»

4-ый этап

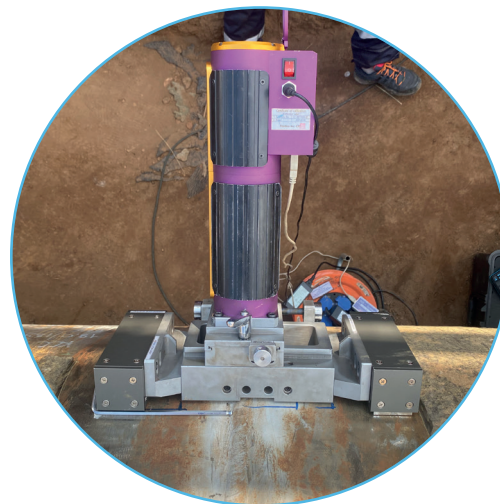


Получение параметров физико-механических свойств материала

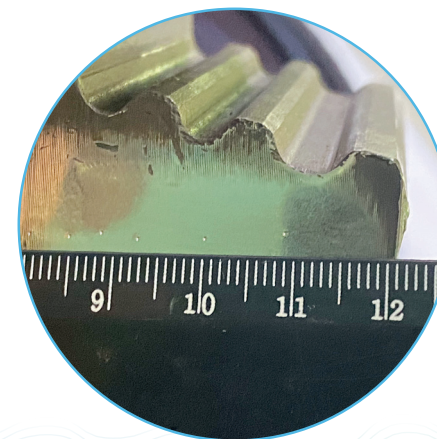
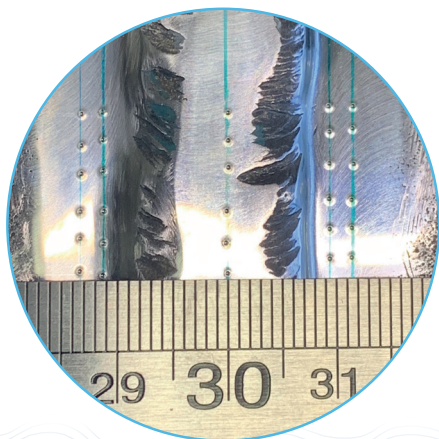
Определяемые параметры

Предел прочности	σ_B	Твердость	HV
Предел текучести	$\sigma_{0,2}$	Ударная вязкость	KCV
Остаточное напряжение	$\sigma_{ост}$	Трещиностойкость	K_{1C}

Варианты крепления



150 микрон – глубина погружения индентора



Особенности метода индентирования



НК

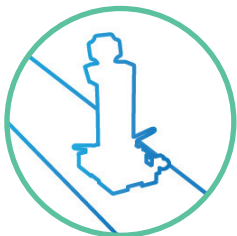
Неразрушающий метод контроля



?

unknown

Определение механических свойств любого материала, даже если материал неизвестен



Возможность применения в полевых условиях на действующих объектах



Результаты сопоставимы с результатами, полученными на разрывных машинах, маятниковых копрах, твердомерах и др.



Получение фактических результатов в реальном времени



**- 30°C
+ 50°C**

Испытания можно проводить в диапазоне температур окружающей среды от -30°C до +50°C



**3–5
минут**

Время, необходимое для проведения одного испытания



Специальная подготовка персонала не требуется.

Внедрение технологии безобразцовых испытаний в ПАО «Газпром»

Испытания

2019

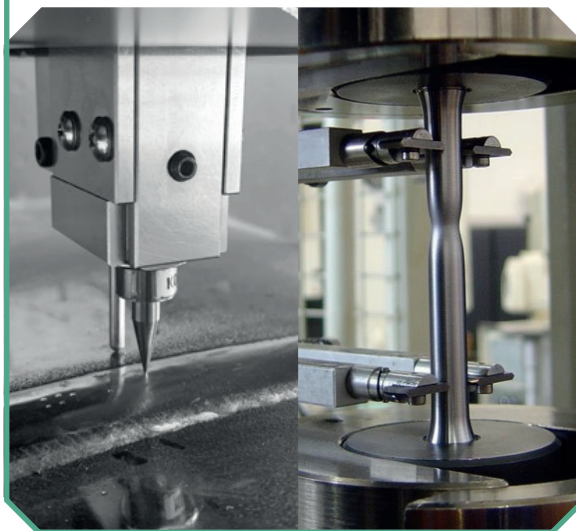
На базе ИТЦ филиала ООО «Газпром трансгаз Чайковский» был проведен комплекс демонстрационных испытаний мобильной системы AIS



НИОКР

2020 – 2021

«Разработка методики определения механических свойств основного металла и сварных соединений эксплуатируемых трубопроводов безобразцовыми методами»



Стандарт

2021

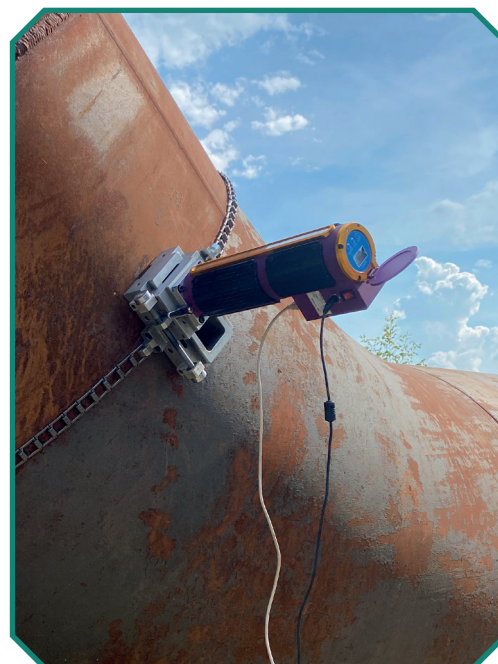
СТО Газпром трансгаз Чайковский 08-001-2021

«Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений. Методика определения механических свойств основного металла и сварных соединений трубопроводов в трассовых условиях безобразцовыми методами»

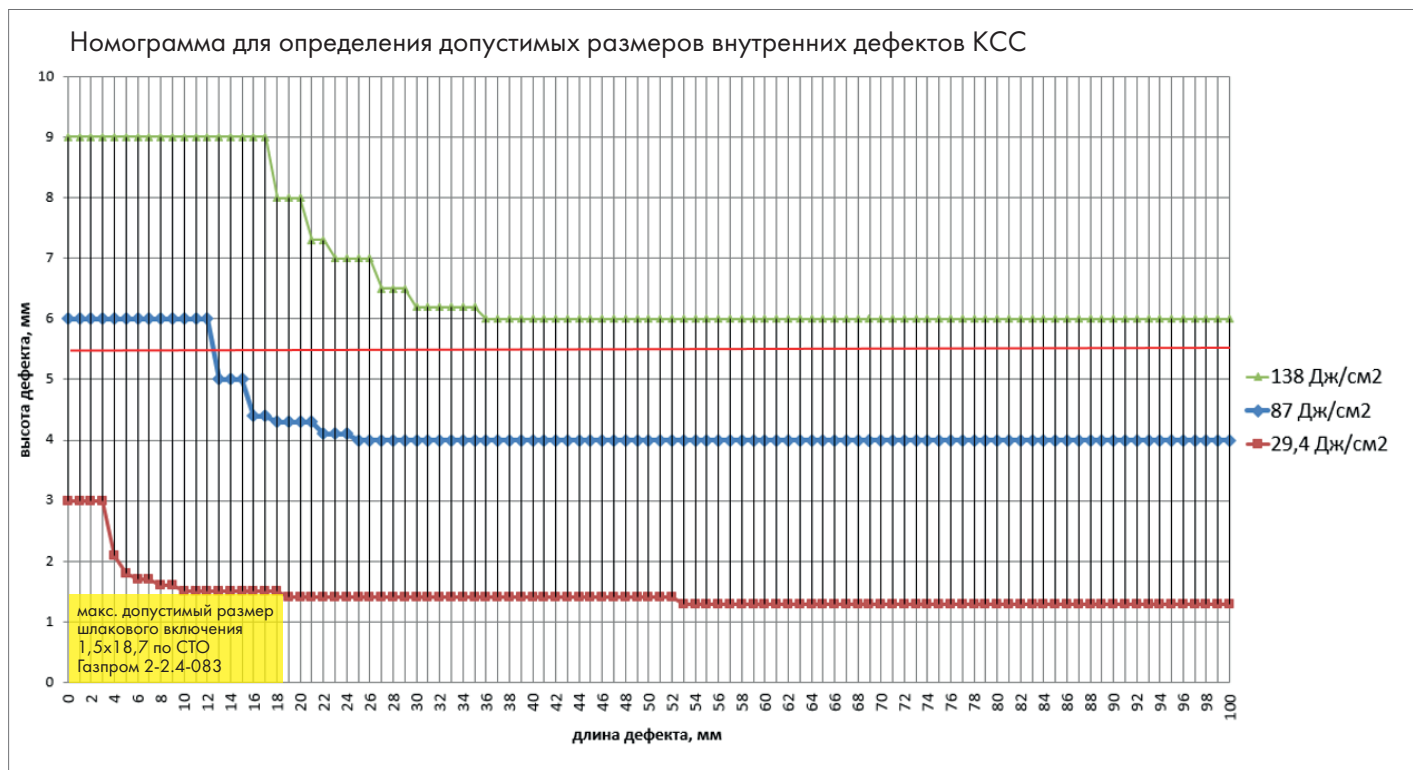


Практическое применение

Проведены испытания механических свойств для подтверждения применимости метода безобразцовых испытаний СТО Газпром трансгаз Чайковский 08-001-2021 в шурфах действующих магистральных газопроводов $\varnothing 1420 \times 18,7$ (К60) на объектах ООО «Газпром трансгаз Чайковский»



Оценка дефектов по результатам измеренных значений механических свойств



Инспектируемая зона	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$	Временное сопротивление, σ_b	Трещиностойкость, $K_{Jc} (+20^\circ C)$	Ударная вязкость, KCV (+20° C)
	МПа	МПа	МПа·м ^{0.5}	Дж
ОМ трубы №1 (вход) Средние значения	534	637	194	174
ОМ трубы №2 (выход) Средние значения	593	725	235	141
ЛС+2 мм – труба №1 (вход) Средние значения	538	669	204	220
ЛС+2 мм – труба №2 (выход) Средние значения	550	686	218	197
Центр кольцевого сварного шва Средние значения	595	702	265	138

Дата проведения:

август 2022

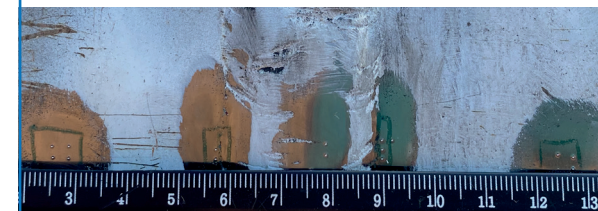
Объект:

Выходной шлейф КЦ-3, КСС 44/45
Ø1420x18,7 (К60)

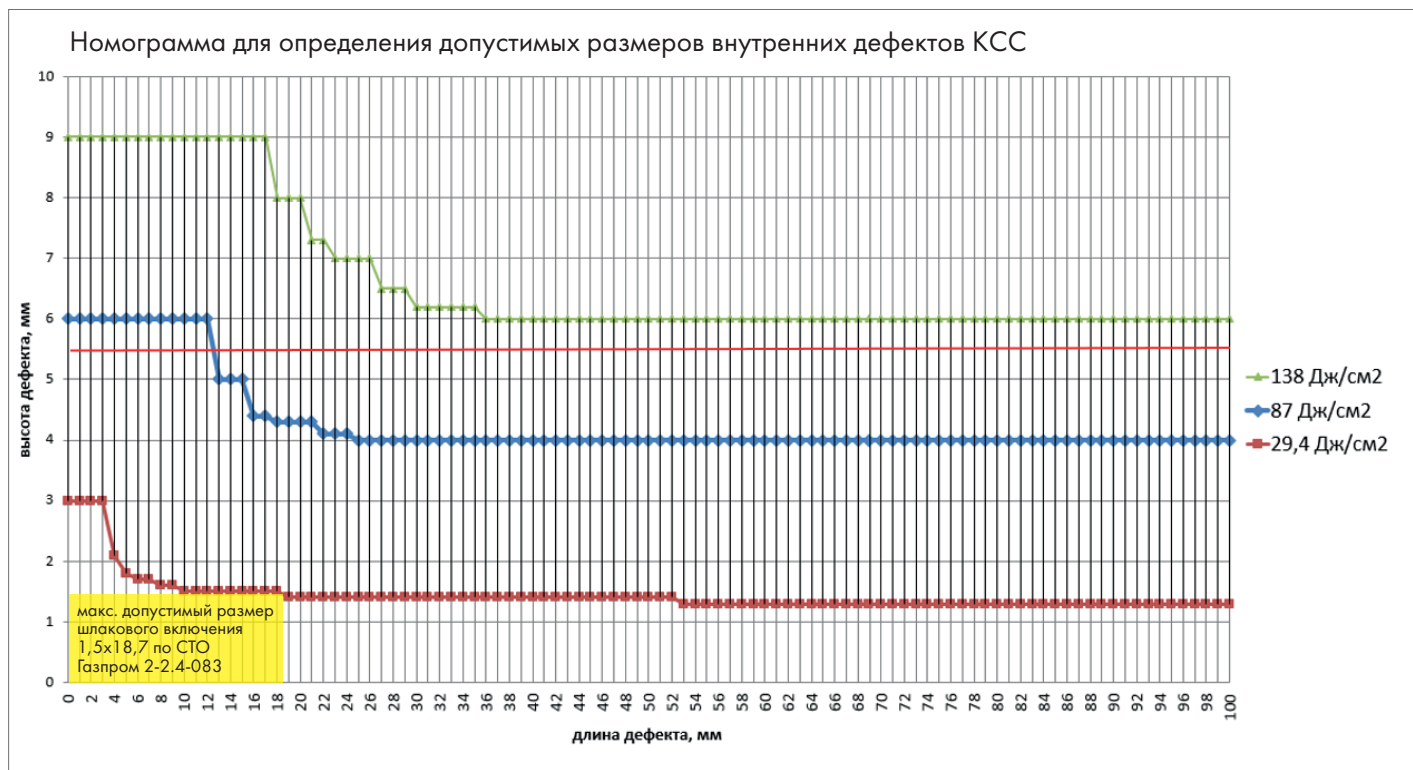
Место:



Чайковское ЛПУМГ



Оценка дефектов по результатам измеренных значений механических свойств



Инспектируемая зона	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$	Временное сопротивление, σ_b	Трещиностойкость, $K_{Jc} (+20^\circ \text{C})$	Ударная вязкость, КСВ ($+20^\circ \text{C}$)
	МПа	МПа	МПа·м ^{0,5}	Дж
ОМ трубы (элемент 3), Средние значения	546	685	201	237
ОМ трубы (элемент 4), Средние значения	550	673	213	173
Линия сплавления (ЛС) – элемент 3 Средние значения	515	617	206	159
Линия сплавления (ЛС) – элемент 4 Средние значения	516	625	201	229
ЛС+2 мм – элемент 3, Средние значения	542	643	218	156
ЛС+2 мм – элемент 4, Средние значения	546	640	236	203
Центр кольцевого сварного шва Средние значения	619	709	298	87

Дата проведения:

август 2022

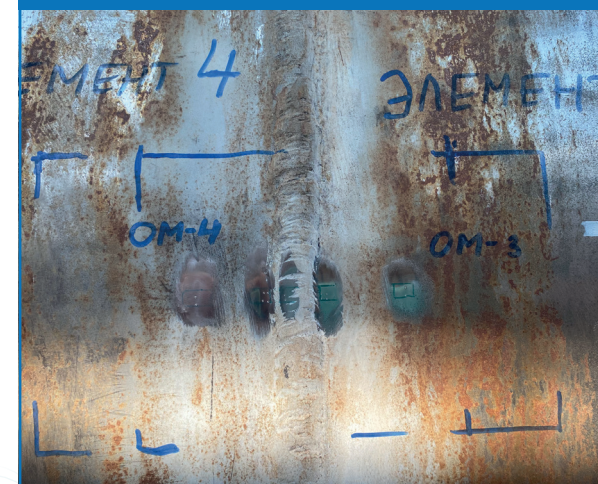
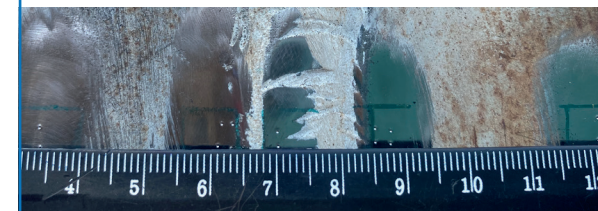
Объект:

Выходной шлейф КЦ-3, КСС 3/4
Ø1420x18,7 (К60)

Место:

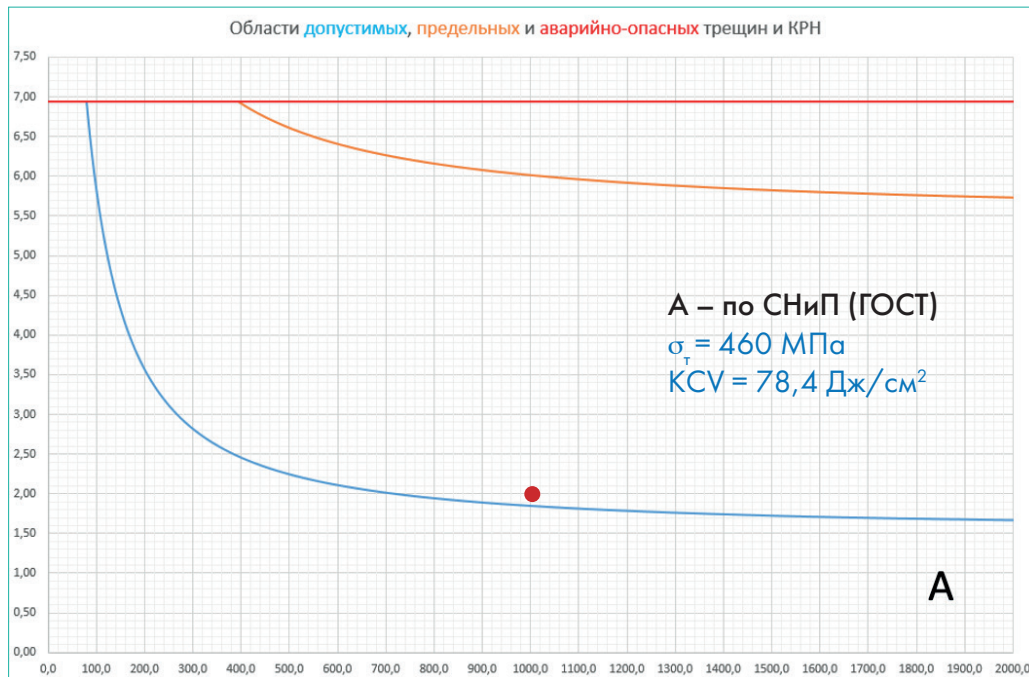


Чайковское ЛПУМГ

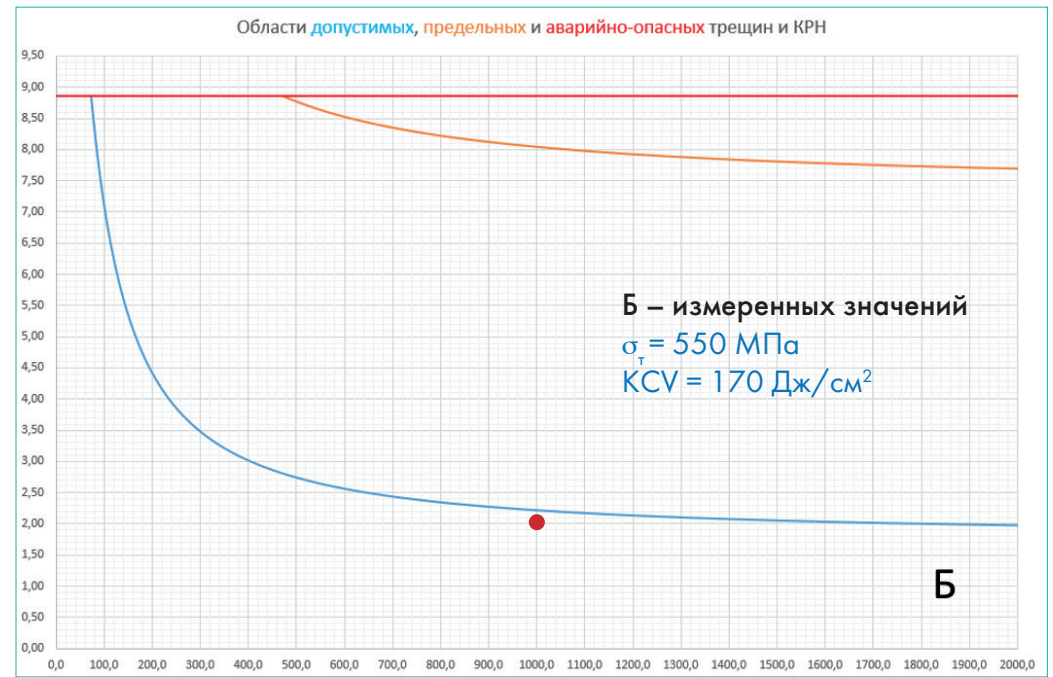


Оценка дефектов по результатам измеренных значений механических свойств

Ранжирование трещин (схематизированной трещины) на участке ТТ КС по второму уровню оценки работоспособности по СТО Газпром 2-2.3-1225-2020 на основе значений



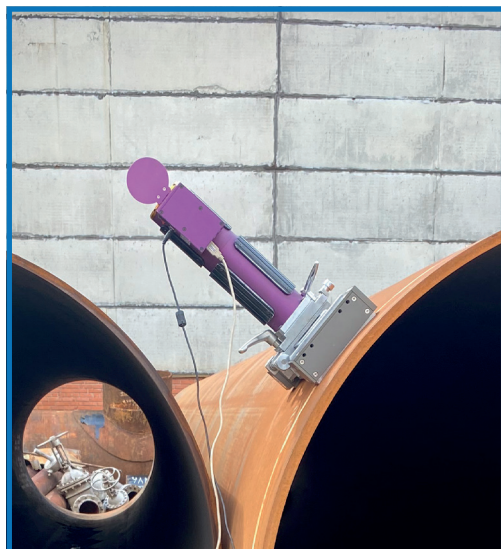
должен быть заменен



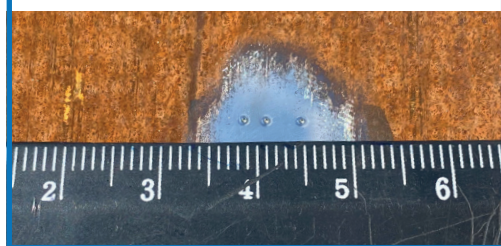
может быть отремонтирован шлифовкой

● – образ дефекта-трещины $h = 2,00 \text{ мм}$, длина = 1000 мм

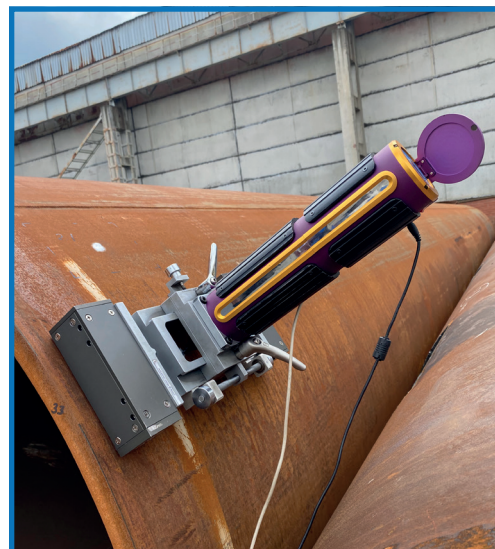
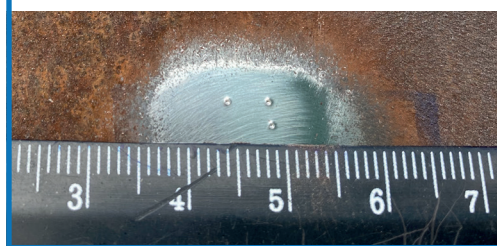
Определение механических свойств металла бывших в эксплуатации труб $\varnothing 1420\text{мм}$



ОМ лист 1



ОМ лист 2 , 110 мм от шва



ОМ лист 2 , 330 мм от шва



Дата проведения:

август 2022

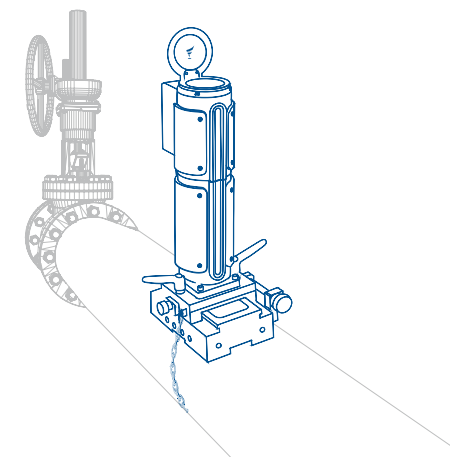
Объект:

Труба б/у №533 двухшовная
 $\varnothing 1420 \times 18,7$ (K60)

Место:

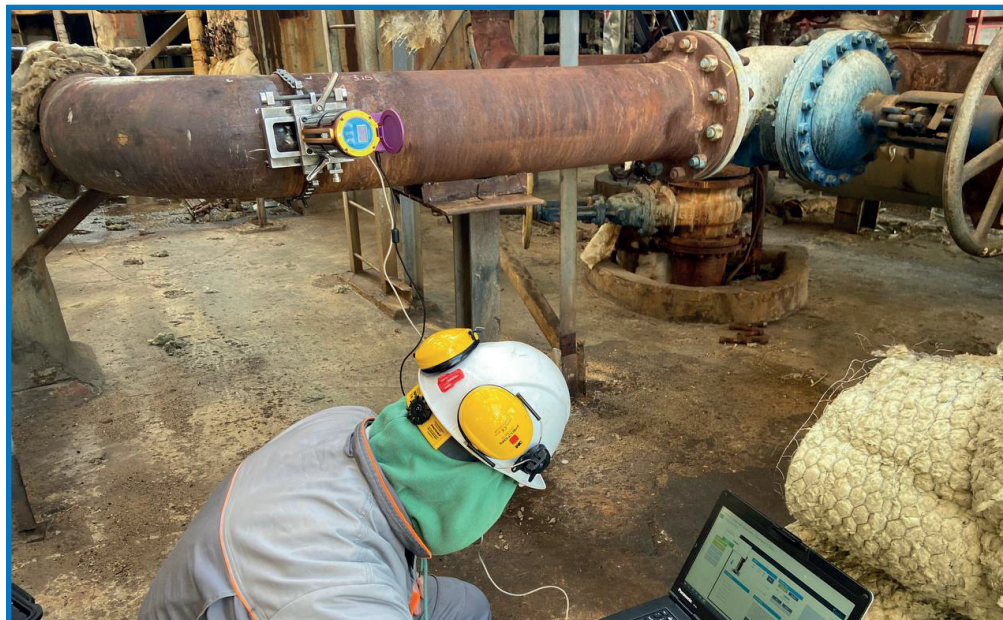


ИТЦ Газпром трансгаз
Чайковский



Инспектируемая зона	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$	Временное сопротивление, σ_b	Трещиностойкость, $K_{Jc} (+20^\circ \text{C})$	Ударная вязкость, KCV (+20° C)
	МПа	МПа	МПа·м ^{0,5}	Дж
ОМ трубы №533 (лист 1), Средние значения	595	706	252	163
ОМ трубы №533 (лист 2 – 330 мм от продольного сварного шва), Средние значения	571	748	198	127
ОМ трубы №533 (лист 2 – 110 мм от продольного сварного шва), Средние значения	579	741	210	175

Проведенные испытания



Дата проведения:

октябрь 2022

Объект:

Змеевик печи:

- Марка материала: W1.9380
- Рабочая среда: водородосодержащий газ (внутри), дымовые газы (снаружи);
- Срок эксплуатации: 39 лет

Линия 30" P72.107DB16:

- Марка материала: труба – A333Gr6; отвод – SA516Gr60
- Рабочая среда: насыщенный амин;
- Срок эксплуатации: 10 лет

Линия 24" P72.109.0.DB16:

- Марка материала: труба – A333Gr6;
- Рабочая среда: насыщенный амин;
- Срок эксплуатации: 25 лет

Линия P72.315:

- Марка материала: труба – A333Gr6; отвод – A420GrWPL6
- Рабочая среда: раствор диэтанолamina (ДЭА);
- Срок эксплуатации: 25 лет

Линия л.100.45d.72.00.DB03:

- Марка материала: сталь 20
- Рабочая среда: диэтанолamin (ДЭА)
- Срок эксплуатации: 3 года

Место:

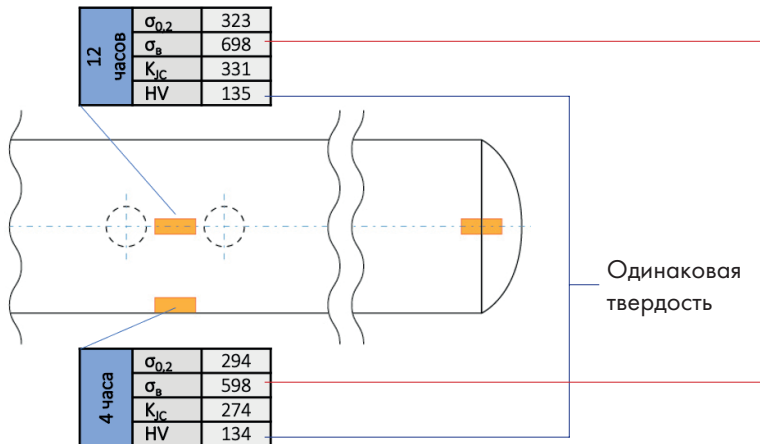


Астраханский ГПЗ
филиал ООО «Газпром
переработка»

Проведенные испытания



Для оценки степени деградации змеевиков печей используется классическая твердометрия, однако, при измерении механических характеристик с использованием системы индентирования Frontics были выявлены изменения пределов прочности и текучести на 50 -100 МПа при неизменной твердости.



Разница в 100 МПа
предела прочности

Применение традиционных методов оценки основываясь на измерениях твердости может быть некорректным и неточным, что в последствии приведет к:

- авариям
- простоям тех процесса
- финансовым потерям.

Дата проведения:

июнь 2022

Объект:

Тепловая регенерационная установка E-1302, E-4101

Место:



САХАЛИНСКАЯ ЭНЕРГИЯ

Производственный комплекс «Пригородное»

Что может предложить технология Frontics:



Обозначена широкая номенклатура сфер возможного применения систем индентирования Frontics на объектах по добыче транспортировке и сжижению природного газа для оценки фактического состояния материалов конструкций.

Может быть использовано для продления ресурса эксплуатации ответственных узлов и компонентов дорогостоящего оборудования и предупреждения аварийных ситуаций на:

- теплообменниках,
- печах,
- криогенном оборудовании
- компрессорном оборудовании.
- магистральных газопроводах



Спасибо за внимание!



ООО «Оптон Инжиниринг»
Ярёменко Олег Борисович

e-mail: oy@opton.ru
тел: +7 (929) 603 44 38

