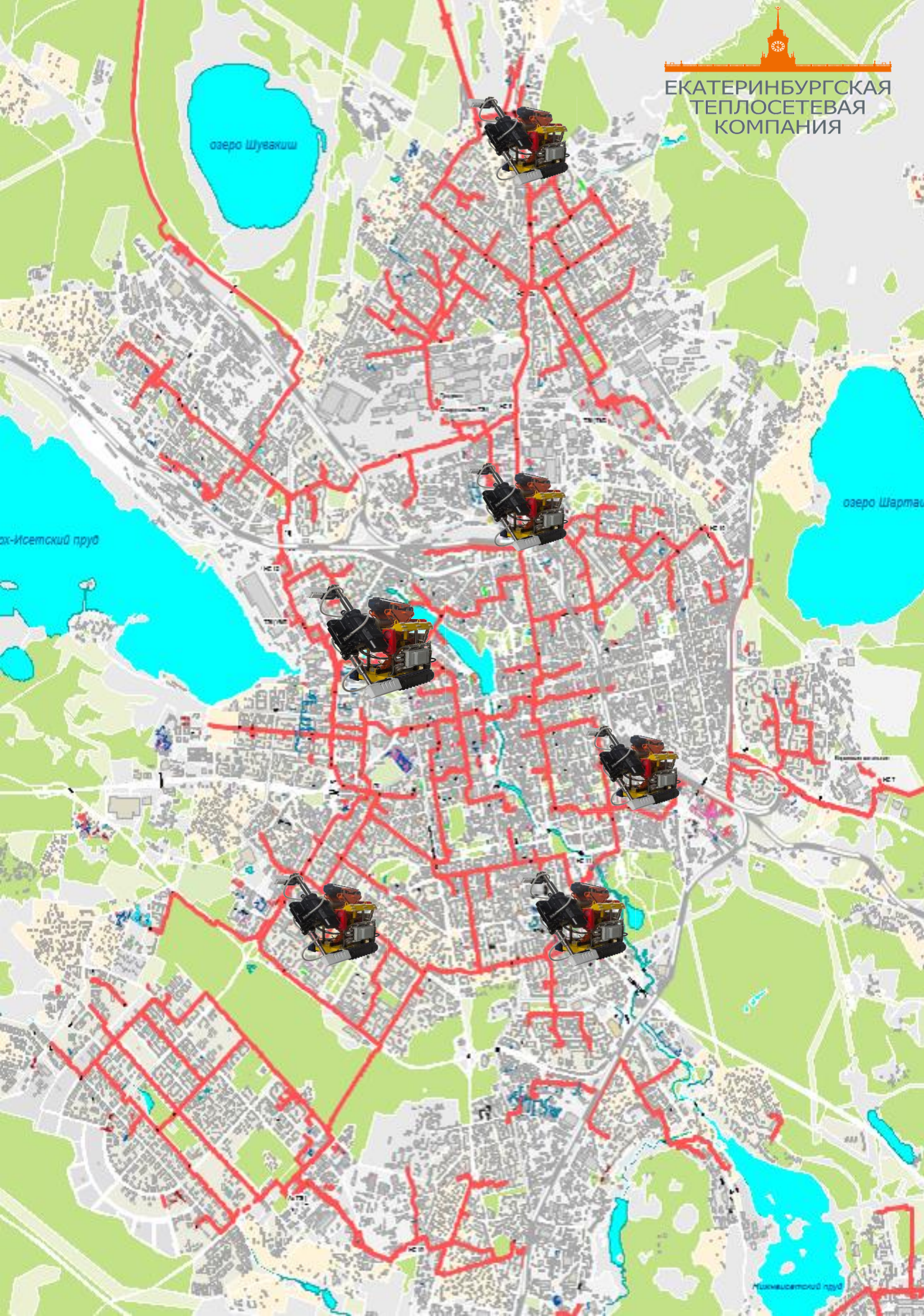




ГРУППА
Т ПЛЮС



Опыт проведения внутритрубной диагностики тепловых сетей больших диаметров телеуправляемым комплексом в АО «ЕТК» г. Екатеринбург, как метод повышения надежности и эффективного распределения инвестиционных ресурсов.



Основные параметры АО «ЕТК»:

- 439 ЦТП
- 2696км. тепловых сетей, из них 381,1 магистральных ТС
- 14 насосных станций
- Циркуляция в ЦСТ: 48000т/ч
- Подпитка в ЦСТ: 5000т/ч
- Численность - 1300 шт. ед
- 9 районов тепловых сетей

Внутритрубная диагностика (ВТД)



Техническое диагностирование с использованием внутритрубных дефектоскопов. Позволяет определять техническое состояние трубопроводов без их вскрытия. Для контроля трубопроводов тепловых сетей с наличием отложений на внутренней поверхности.



Цели ВТД



1. Предупреждение аварий и инцидентов на трубопроводах.
2. Планирование ремонта по фактическому состоянию трубопроводов.
3. Обоснование решений о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации трубопроводов.



АО «ЕТК» активно внедряет и применяет новейшие технологии при диагностике тепловых сетей.

Выявленные недостатки ультразвуковой толщинометрии:



- Не обеспечивается сплошное сканирование (минимальные размеры выявляемых дефектов зависят от шага измерений).
- Не выявляются сквозные дефекты.
- Не выявляются потери металла (язвы) на внутренней поверхности трубы.
- Не гарантируется измерение минимальной толщины обнаруженных дефектов.
- Не гарантируется выполнение измерений из-за наличия коррозионных отложений (отсутствие акустического контакта).
- Низкая производительность контроля.
- Требуется высокая квалификация и опыт контролера при интерпретации результатов (высок риск ошибок человеческого фактора).

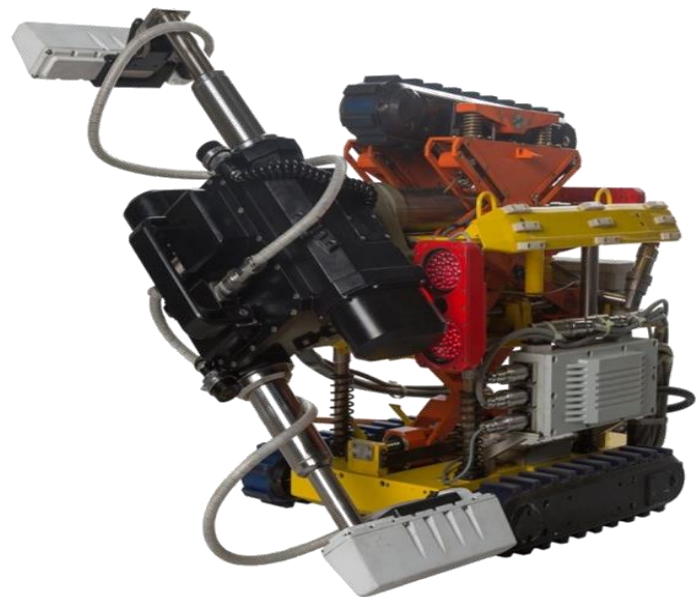


Пропущенный дефект между траекториями измерений

2012 г.

проведение ВТД методом ЭМА-толщинометрии (электромагнитно-акустическая) трубопроводов с модулем ЭМА-СВ-ВСД.

Преимущества внутритрубной диагностики методом переменного намагничивания (метод магнитного контроля)



Основные недостатки

- выявление оптически открытых дефектов основного металла и сварных соединений, а также дефектов геометрии труб, компенсаторов и т.д;
- выявление различных загрязнений и посторонних предметов, снижающих эффективность работы;
- сплошное сканирование поверхности трубопровода;
- выполнение контроля без удаления внутренних отложений;
- выявление площадной и язвенной коррозии на наружной и внутренней поверхности трубы через слой отложений;
- выявление сквозной коррозии через слой отложений.

- не гарантируется прохождение более 2-х 90-градусных отводов на участке диагностирования
- не гарантируется прохождение вертикальных участков
- отсутствие возможности проведения магнитного контроля отводов, полуотводов, компенсаторов, тройников
- прохождение криволинейных участков ограничено диаметром трубопровода 600 мм
- небольшая скорость комплексной диагностики и ограничение протяженности участка
- дополнительные затраты на подготовку объекта к проведению работ
- высокая стоимость услуги и (или) самого ТДК
- дорогостоящее ежегодное техническое обслуживание
- дорогостоящая подготовка к проведению диагностики, включающая работы по раскопке, монтажные работы, благоустройство территории
- частые выходы из строя ТДК в процессе проведения работ

2017 – по наст. время.

проведение ВТД методом переменного намагничивания с **модулем магнитного контроля.**

Опыт эксплуатации

Технология внутритрубной диагностики методом переменного намагничивания применяется в Компании АО ЕТК с 2017 года.
С 2017 г. по 2019г. работы выполнялись подрядной организацией.
С 2020г. - собственными силами (приобретен телеуправляемый диагностический комплекс (ТДК))

Накоплен опыт эксплуатации ТДК, позволяющий механические поломки устранять собственными силами.
Поломки, связанные с выходом из строя электронных блоков чаще всего требуют обращения к специалистам завода – изготовителя

Результаты ВТД 2017-2024 г. Екатеринбург						
Год	Критические дефекты ≤ 4мм , шт	Все критические дефекты , шт	Общее число выявленных дефектов, шт	Протяженность, м	Заменено по результатам ВТД, м.	
2017	12	28	32	246	19	АО "Диаконт"
2018	48	123	149	2480	232	
2019	17	47	54	2248	165	
Итого:	77	198	235	4974	416	
2020	5	7	9	288	26	АО"ЕТК"
2021	122	169	259	4384	431	
2022	259	409	649	8548	1278	
2023	188	294	635	8966	1183	
2024	153	215	440	7491	835	
Итого:	727	1094	1992	29677	3753	
Всего:	804	1292	2227	34651	4169	



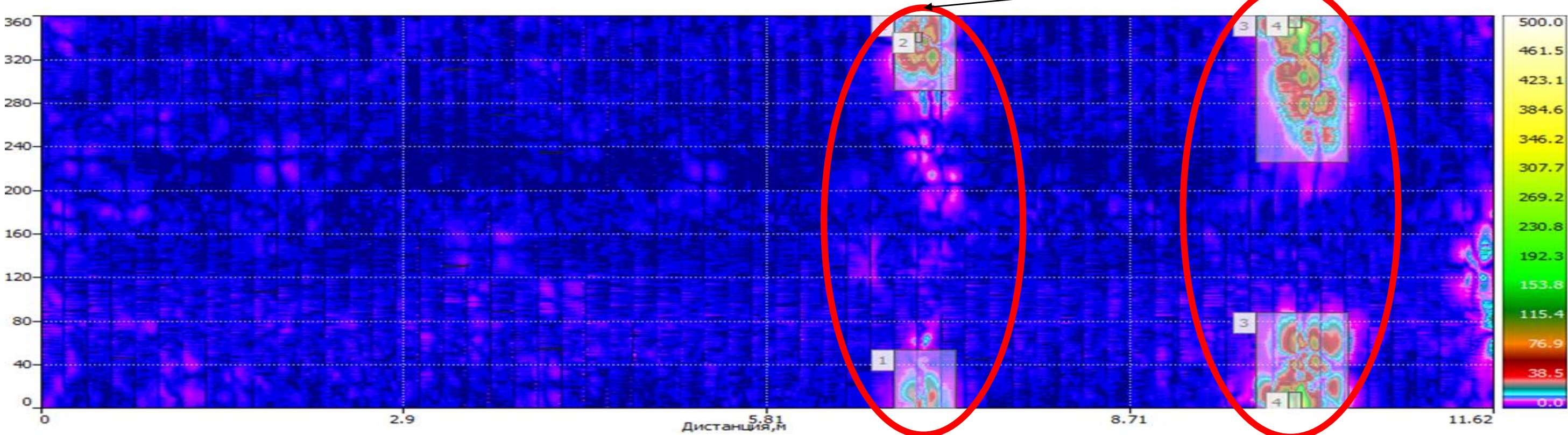


Исполнитель: АО «ЕТК»
Свидетельство об аттестации лаборатории НК: 1.
Объект: М-28 (Подающий трубопровод)

Дата контроля:
05.09.2024

Маршрут №1 от шурфа №1 до ТК 28-326								Протяженность ВТО, м				Протяженность ММК, м				Протяженность ЭМА, м			
№ п/п	№ элемента	Элемент	Диаметр, мм	Номинальная толщина, мм	Расстояние от места загрузки до начала элемента, м	Длина элемента, м	Угловые координаты продольных швов элемента, град	№ зоны на дефектограмме	Расстояние от места загрузки до начала аномалии, м	Длина аномалии, мм	Ширина аномалии, мм	Макс. процент утонения в зоне	Остаточная толщина, мм	Расстояние от начала элемента до начала аномалии, м	Угловая координата начала аномалии	Угловая координата конца аномалии	Оценка дефекта	Расчетный срок службы, лет	Примечание
МАРШРУТ 1																			
1	1.0-1.1	Труба	820	8,0	0,00	3,6		-	Дефектов не обнаружено									Загрузка ВСД 0,5м ММК не проводился	
2	1.1-1.2	Труба	820	8,0	3,60	6,1		1	6,6	646	935	5	7,56	3,0	256	27	неопасный	более 5	
3								2	7,0	48	67	52	3,88	3,4	323	332	критический	менее 1	
4								3	7,8	23	37	6	7,54	4,2	138	143	неопасный	более 5	
5								4	8,1	36	37	23	6,14	4,5	141	146	неопасный	более 5	
6								5	8,7	23	30	7	7,47	5,1	146	150	неопасный	более 5	
7	1.2-1.3	Труба	820	8,0	9,70	3,2		-	Дефектов не обнаружено										
8	1.3-1.4	Труба	820	8,0	12,90	8,7		-	Дефектов не обнаружено										
9	1.4-1.5	Труба	820	8,0	21,60	4		-	Дефектов не обнаружено										
10	1.5-1.6	Труба	820	8,0	25,60	7,2		1	26,9	868	564	0	8,00	1,3	312	31	неопасный	более 5	
11								2	27,5	27	110	51	3,92	1,9	356	11	критический	менее 1	
12	1.6-1.7	Труба	820	8,0	32,80	11,6		-	Дефектов не обнаружено										
13	1.7-1.8	Труба	820	8,0	44,40	11,6		1	51,2	478	876	19	6,47	6,8	292	54	неопасный	более 5	
14								2	51,4	36	59	58	3,37	7,0	336	344	критический	менее 1	
15								3	54,1	719	1588	41	4,73	9,7	226	88	критический	менее 1	
16								4	54,4	87	183	76	1,95	10,0	350	15	критический	менее 1	
17	1.8-1.9	Отвод вправо	820	8,0	56,00	1,5		-	ММК не проводился										
18	1.9-1.10	Труба	820	8,0	57,50	10,6		-	Дефектов не обнаружено									Выравнивание ВСД 0,5м ММК не проводился	

Дефектограмма элемента 1.7- 1.8



Пример отображения
цифровой и графической
информации в экспресс-
отчете



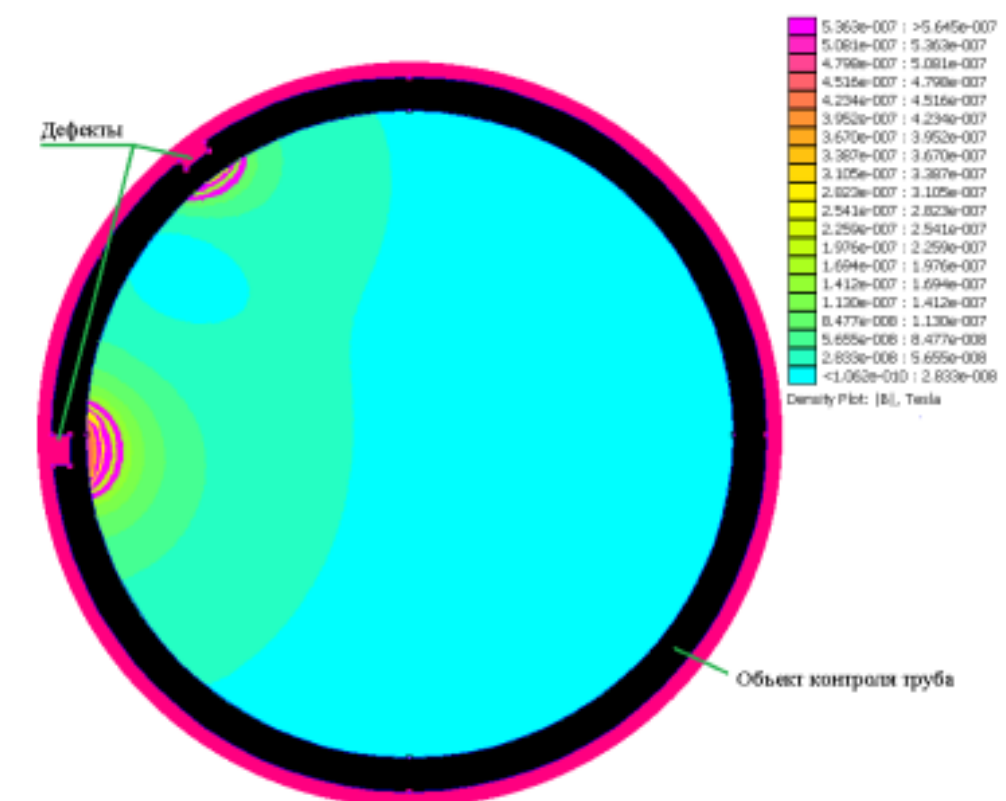
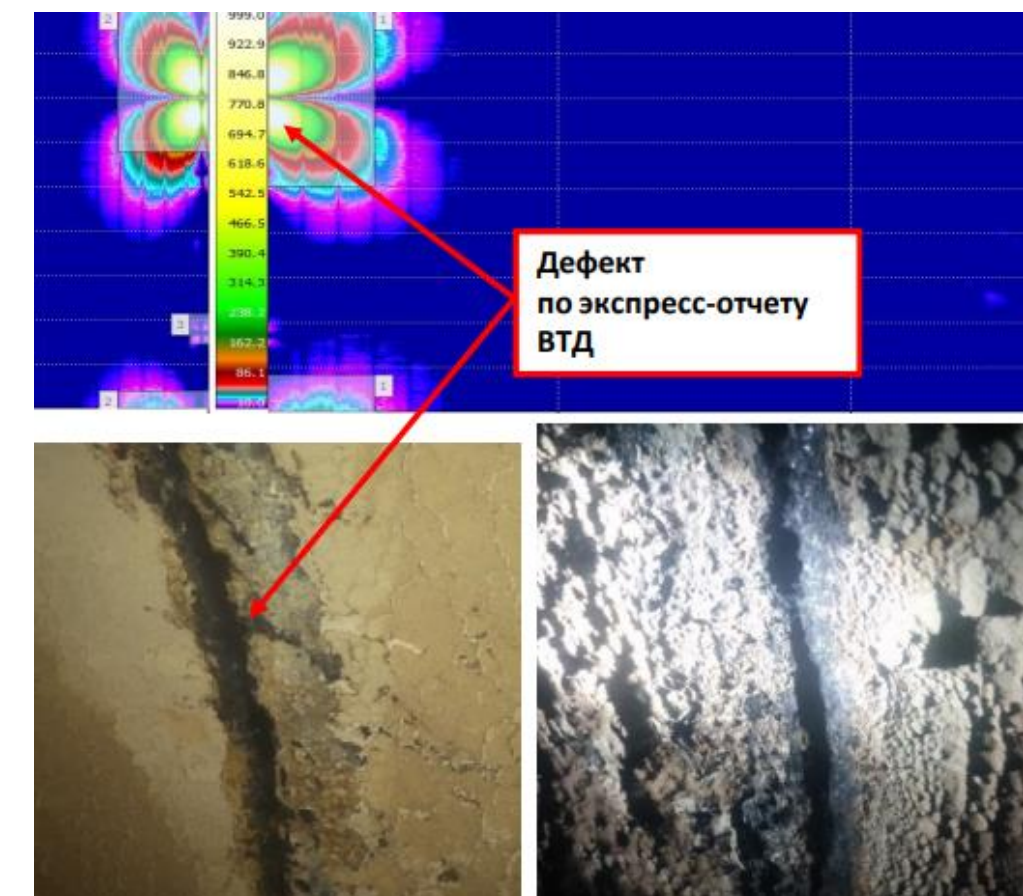
Эффективность применения

Основные эффекты обеспечиваются за счет:

1. Возможности определения технического состояния трубопроводов и выявления дефектов **без их вскрытия**
2. Достоверности выявления коррозионных дефектов, которая составляет 100% (подтверждены все дефекты, соответствующие порогу обнаружения)
3. Достоверности измерения остаточной толщины в местах расположения дефектов.



В ПАО «Т Плюс» разработан стандарт, согласно которому проведение внутритрубной диагностики является обязательным требованием при обосновании мероприятий ТПИР на магистральных участках трубопроводов тепловых сетей

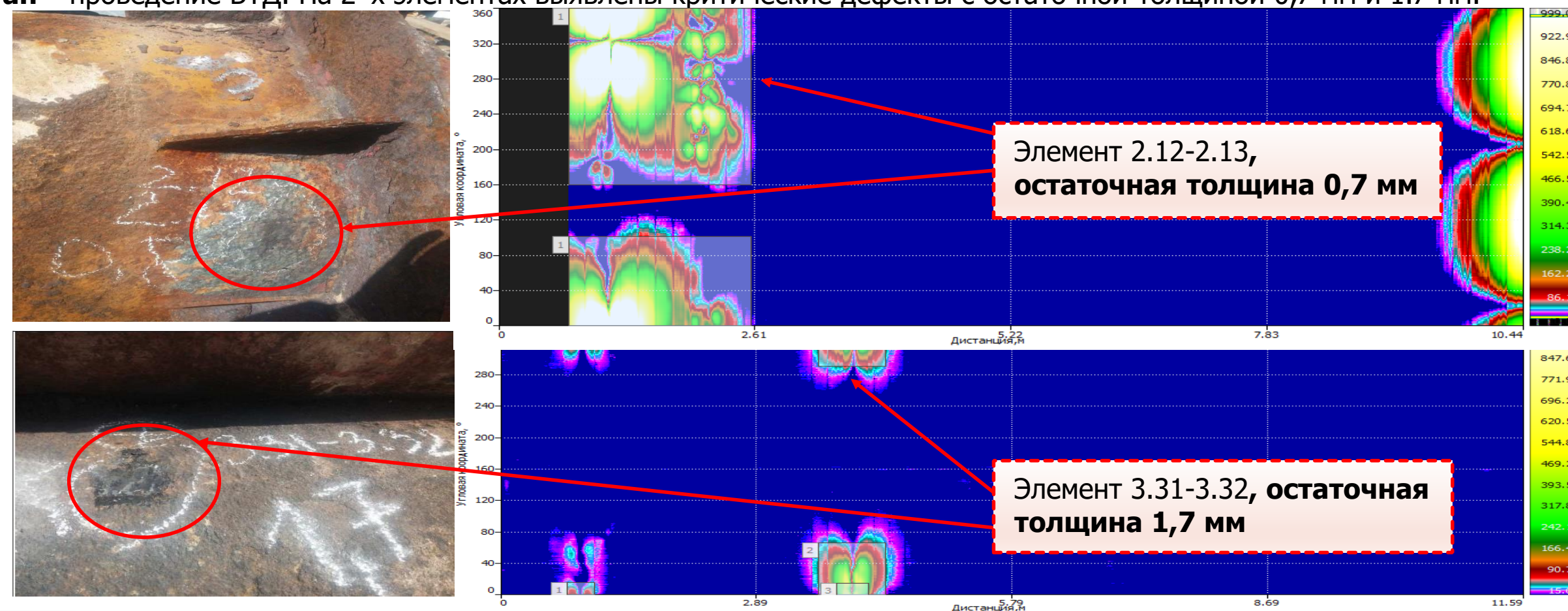




Исследовательская работа

Исследовательская работа проводилась на участке от ТК37-44 до НС №10 тепломагистрали М-37 в три этапа:

1 этап – проведение ВТД. На 2-х элементах выявлены критические дефекты с остаточной толщиной 0,7 мм и 1.7 мм.



2 этап – проведение гидравлических испытаний от передвижной установки целью проверки прочности и плотности участка с выявленными дефектами

Испытания проводились на участке подающего трубопровода ТМ-37 от ТК37-П5 до заглушки в районе ТК37-44, длина испытываемого участка L=916,1 п.м., рабочее давление $P_{раб}=8,5 \text{ кгс/см}^2$, прокладка надземная (на низких и высоких опорах), подземная (канальная), года ввода в эксплуатацию – 1985. Схема нагружения предполагала ступенчатое поднятие давления с выдержкой на каждой ступени.

Степень нагружения	Давление испытания, кгс/см ²	Время выдержки, мин	Результат
1	5	5	Расход подпитки 2 м ³ /ч
2	10	5	Расход подпитки 9 м ³ /ч
3	12	5	Расход подпитки 5,8 м ³ /ч
4	14	10	Расход подпитки 6,4 м ³ /ч
5	14,5	3	Трубопровод давление испытания выдержал
			Произошло разрушение трубопровода



Разрушение трубопровода произошло при давлении 14,5 кгс/см² – давлением было вырвано операционное окно размером 450×450 мм. При осмотре зоны разрушения установлено, что причиной разрушения является непровар сварного соединения операционного окна.



➤ 3 этап. Выводы по результатам исследований

По результатам работы определено:

гидравлические испытания не позволяют выявить все критические утонения и не обеспечивают дальнейшую безопасную эксплуатацию испытанного участка.

вероятные причины:

- повышенная прочность дефектного участка трубопровода в зоне ребер жесткости неподвижной опоры;



Ребра жесткости НО ТМ-37. Элемент 2.12.- 2.13.
В месте критического утонения

- наличие слоя коррозионных, шламовых отложений, образовавшегося в процессе эксплуатации.



Шламовые отложения (вид изнутри). Элемент 2.12.- 2.13.
В месте критического утонения

ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ВТД МАГНИТНЫМ МЕТОДОМ

- ВТД в отличие от гидравлических испытаний, позволяет выявлять дефекты на ранней стадии
- Методы внутритрубной диагностики отличаются высокой точностью, но не могут применяться в качестве сплошного способа обследования трубопроводов
- Применение ВТД способствует повышению качества формирования программ и снижению рисков прекращения теплоснабжения
- Стоимость телеуправляемых диагностических комплексов, а также услуги по внутритрубной диагностике трубопроводов все еще высока для того, чтобы обеспечить возможность массового применения в масштабах страны





ГРУППА
Т ПЛЮС



Спасибо за внимание!
