

МЕТОД МАГНИТНОЙ ТОМОГРАФИИ (МТМ)

БЕСКОНТАКТНАЯ ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ



**Трубопроводный транспорт по грузопотоку –
самый интенсивный на планете.**

Общая протяженность трубопроводных сетей России –
более 1 млн. км, около 80%
не подлежат внутритрубному диагностированию.

Контроль состояния трубопроводов – сфера
ответственности отраслевых компаний
как владельцев опасных промышленных объектов
и важный элемент государственной безопасности.



Контроль металла труб на всем протяжении традиционными методами весьма сложен, дорогостоящ и малоэффективен, т.к. требует доступа к трубопроводу, подготовки поверхности и прочее.

Менее 30% трубопроводов подлежат внутритрубной диагностике.

В шурфах (действующие «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов РД 39-132-94» от 1994 года, например, предписывают выборочную дефектоскопию с частотой – 2 шурфа на километр трубопровода) можно провести контроль металла на 2% по длине трубопровода, что не обеспечивает и не может обеспечить реальной оценки безопасности.



Компания Транскор представляет комплексное решение по выявлению дефектов, техническому диагностированию и оценке безопасности наземных, подземных и подводных трубопроводов, подлежащих и неподлежащих внутритрубной дефектоскопии.

К ПОСЛЕДНИМ ОТНОСЯТСЯ:



Промысловые трубопроводы, газопроводы-отводы, подводные газо-нефтепроводы



Трубопроводы газокompрессорных и насосных станций, газо-нефте-химических производств, ПХГ



Магистральные трубопроводы, не оборудованные камерами пуска-приема – в том числе подводные «потoki» (Голубой, Северный...)



Коммунальные трубопроводы ЖКХ



ПРЕИМУЩЕСТВА МТМ

НЕ ИМЕЕТ СЛЕПЫХ ЗОН на всем протяжении трубопровода.

НЕПРЕРЫВЕН на изгибах трубопровода, поворотах и т.д.

СКОРОСТЬ сканирования до 5 км/ч.

УНИВЕРСАЛЕН для всех типов трубопроводов.

УНИВЕРСАЛЕН для всех типов аномалий внутри и снаружи трубы.

РАСЧЕТ БЕЗОПАСНОСТИ МТМ производится для любых типов дефектов и концентраций напряжений в реальных условиях эксплуатации, что делает прогнозы безаварийной работы с учетом действующих нагрузок, более точными.

РЕГИСТРИРУЕТ концентрации напряжений в местах «незначительных по размерам» дефектов, которые невозможно выявить при использовании других методов дефектоскопии, и которые, в свою очередь являются высоко-рисковыми аварийными аномалиями (доказано экспериментально).

ТОЧНОСТЬ расчетов МТМ на 90-97% совпадает с традиционными методами СНИП, DNV, ASME, API FEM на одностипных аномалиях.



ПРЕИМУЩЕСТВА МТМ

НЕ ТРЕБУЕТ остановки трубопровода.

НЕ ТРЕБУЕТ специальной подготовки трубы.

НЕ ТРЕБУЕТ контакта с трубопроводом и изменения рабочего режима.

НЕ ТРЕБУЕТ камер пуска приема внутритрубных снарядов (поиска снаряда в случае застревания).

НЕ ТРЕБУЕТ очистки трубопровода.

НЕ ТРЕБУЕТ специализированной подготовки внутренней поверхности.

ЭФФЕКТИВЕН для инспекции на предмет микротрещин в сварных соединениях на местах повышенных нагрузок в новых трубопроводах.

ОСНОВЫ МТМ

МТМ основан на эффекте Виллари (магнито-упругий эффект или обратная магнитострикция).

Под действием механических деформаций (напряжений) происходит изменение намагниченности металла.

В основе концепции надежности МТМ лежит представление о том, что опасность для разрушения конструкции представляют не дефекты как таковые, а локальная комбинация дефектов и напряжений. МТМ позволяет дистанционно зарегистрировать концентраторы напряжений в металле трубы по магнитному отклику, выявляет участки с концентраторами напряжений (дефектами и повышенными локальными нагрузками) и определяет степень опасности этих участков.



НАДЕЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МТМ

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ МТМ:

- вероятность обнаружения дефектных участков **POD = (1-1/10)*100 = 90%**
- вероятность интерпретации степени опасности **POI = 7,75/10*100 = 77,5%**
- вероятность пропуска опасного дефекта **POE = (1-POD)*(1-POI) = 2,25 %**
- вероятность ложных сигналов POFC от 0 до 17% (для объектов с большим количеством посторонних металлических предметов поблизости от трубы).

Одновременно с этим производился расчет этих же напряжений в соответствии с мировыми стандартами оценки опасности дефектов – DNV, ASME, API FEM – для тех видов дефектов, для которых применимы эти стандарты.

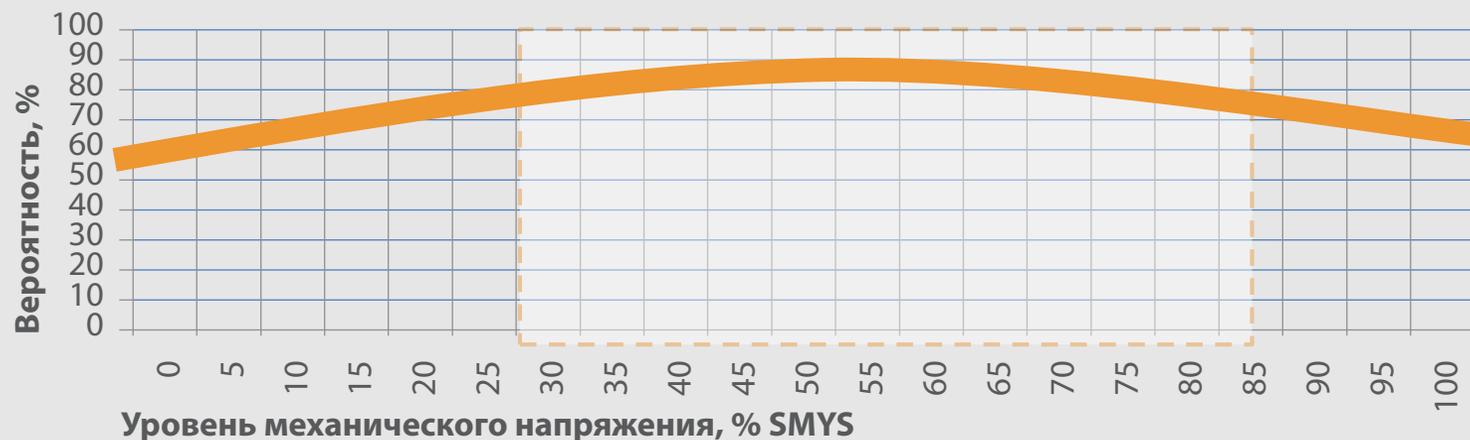
В результате сопоставления результатов расчетов напряжений по данным МТМ (АКВА-МТМ) было установлено, что эти данные совпадают с расчетными по традиционным методикам DNV, ASME, API на 90-97%.



MTM прошла успешную промышленную апробацию на трубопроводах, в том числе не подлежащих внутритрубному обследованию – протяженностью более 20 тысяч км с глубиной залегания до 8 м с высокой вероятностью выявления аномалий.

ДОСТОВЕРНОСТЬ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДОМ MTM

Заказчик	Страна	Кол-во контрольных точек	Достоверность %
ПАО		137	>83
ОАО «ТНК-ВР»	Россия	39	90
ПАО «Транснефть»	Россия	8	87
Sinorep Corp.	Китай	29	95
ПАО «Лукойл»	Россия	43	95
Chevron Corp.	Индонезия	45	92
National Greed	Великобритания	39	89
PETRONAS	Малайзия	145	>87



СКАНИРОВАНИЕ И КАЛИБРОВКА

 – аномальные зоны



СКАНИРОВАНИЕ И КАЛИБРОВКА

1. Выявление расположения оси трубопровода под землей.
2. Сканирование трубопровода портативным магнитометром СКИФ МБС с автоматической записью данных, регистрация GPS координат.
3. Обработка данных и выбор 1-2 точек калибровки.
4. В калибровочных шурфах проводится дополнительный дефектоскопический контроль контактными методами, после чего происходит тарировка и генерируется Отчет.
5. Финальный отчет включает перечень проблемных (аномальных) участков трубопровода с привязкой к карте и указанием степени опасности.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ МТМ ВКЛЮЧАЮТ:

1. **Сведения о точном местоположении всех выявленных аномалий напряженно-деформированного состояния (НДС).**
2. **Параметры прогнозирования работоспособности для всех выявленных участков с дефектами:**
 - период безаварийной работы Тбез
 - безопасное рабочее давление Тбез
 - коэффициент безопасного давления КБД
 - локальные напряжения Si, МПа



ТРЕБОВАНИЯ И ОГРАНИЧЕНИЯ МТМ

- Максимальное расстояние от магнитомера до трубопровода – $15D$
- Минимальный диаметр трубопровода подлежащий МТМ – 80мм
- Минимальная длина трубопровода для проведения МТМ – 100м
- Требуется расчистка трассы от кустарника для прохода оператора на ширину 1м



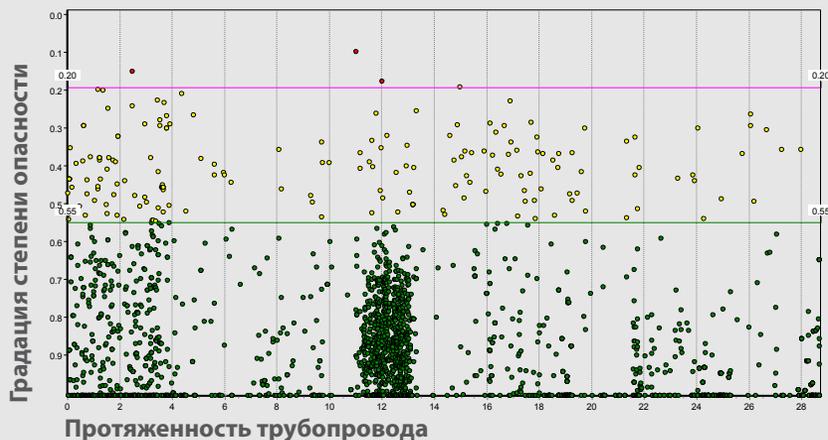
ОТЧЕТ МТМ

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

МГ Средняя Азия-Центр 2 н.Ду-1220 мм
ВЕДОМОСТЬ АНОМАЛИЙ С УКАЗАНИЕМ НАЗЕМНЫХ ПРИВЯЗОК



Плотность распределения аномалий объекта
ООО "ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь", ДНС-ЦПС,

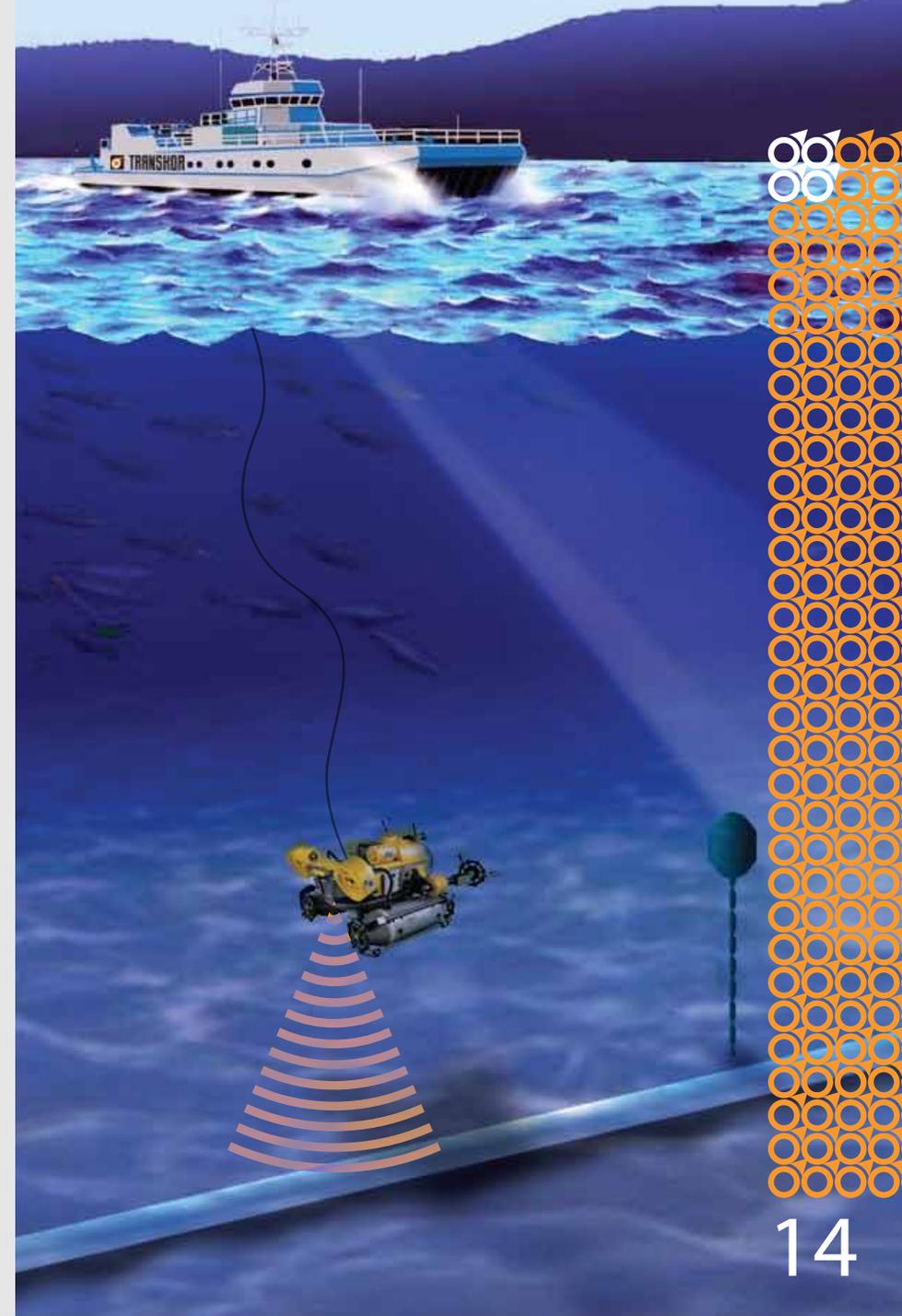


Координат м	Вид	Примечание	GPS-координаты		ИНФОРМАЦИЯ ПО АНОМАЛИИ					
			Долгота	Широта	№ Аномалии	Состояние металла	Интегральный показатель F	Начало, м	Конец, м	Длина, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
00,2	Дорога Ж/д	насыпь начало	N39°24'673"	E54°43'626"						
5,00	Дорога Ж/д	насыпь конец	N54°43'629"	E39°24'672"						
26,00	КИК	маркер	N54°43'639"	E39°24'665"						
			N54°43'643"	E39°24'663"	2	3	0,7206	36,3	39,4	3,1
39,00	КИК	маркер	N54°43'644"	E39°24'663"						
			N54°43'647"	E39°24'661"	4	3	0,6395	48,1	52,4	4,3
50,00	Свеча	слева	N54°43'650"	E39°24'660"						
100,00	Общая	маркер	N39°24'646"	E54°43'678"						
199,00	КИК	маркер	N39°24'641"	E54°43'731"						
			N54°43'736"	E39°24'638"	5	2	0,3581	215,3	230,4	15,2
			N54°43'776"	E39°24'612"	6	2	0,2351	292,6	291,4	1,4
293,00	начало лесополосы		N39°24'612"	E54°43'778"						
			N54°43'786"	E39°24'610"	7	3	0,8797	307,3	308,0	0,7
			N54°43'789"	E39°24'608"	8	3	0,8742	313,5	314,5	1,0
324,00	конец лесополосы		N39°24'599"	E54°43'797"						
			N54°43'822"	E39°24'578"	9	3	0,6425	387,9	391,3	3,4
600,00	Общая	маркер	N39°24'509"	E54°43'931"						
716,00	Общая	маркер. КИК справа	N39°24'471"	E54°43'991"						
			N54°43'991"	E39°24'471"	10	1	0,1892	717,2	714,4	0,2
818,00	опора ЛЕП №125		N39°24'436"	E54°44'044"						

AQUA MTM

Аква (Метод Магнитной Томографии) – технология, разработанная компанией НТЦ «Транскор-К» (Россия) в рамках совместного проекта с национальной нефтяной компанией ПЕТРОНАС (Малайзия)

предназначена для дистанционной оценки напряженно-деформированного состояния подводных шельфовых ферромагнитных трубопроводов любого назначения с использованием подводных роботов (ROV).



AQUA MTM

Сохраняя все преимущества наземного/подземного MTM, Аква MTM позволяет дистанционно, **без остановки трубопровода**, безопасно, без риска для персонала, ущерба имуществу или вреда окружающей среде определить параметры надежности подводного трубопровода путем обнаружения дефектов металла (потеря металла из-за внутренней или внешней коррозии, трещины, изменения геометрии и т.д.), а также участков концентрации напряжений вследствие локальных нагрузок (свободные провисы, потеря устойчивости, прочее).

Дополнительные возможности по оценке и анализу надежности трубопровода даёт наложение карты сейсмической активности на карты-отчёты MTM.

Технология позволяет проводить контроль подводных трубопроводов на 100% протяженности на глубинах до 200м с гарантией POD > 80%.



СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ

Метод эффективен

Метод неэффективен

Метод средне эффективен



Наиболее эффективным из представленных методов исследования по выявлению различных видов дефектов и аномалий является метод МТМ

Дефекты повреждения	Поверхностная инспекция	Гидро-тестирование	Акустическое исследование	Геотехническое исследование	Катодная защита	Линейная инспекция	Магнитный метод (МТМ)
Вандализм	+	-	-	-	-	-	+ -
Внешнее разрушение (ECDA)	-	+	+	-	-	+	+
Внутреннее разрушение (ICDA)	-	+	+ -	-	-	+	+
Усталость материала	-	+ -	-	-	-	+	+
Повреждение изоляционного покрытия	-	-	-	-	+	-	-
Производственные дефекты	-	+	+	-	-	+	+
Движение грунта	-	-	-	+	-	-	+

ГЕОГРАФИЯ ПРИСУТСТВИЯ

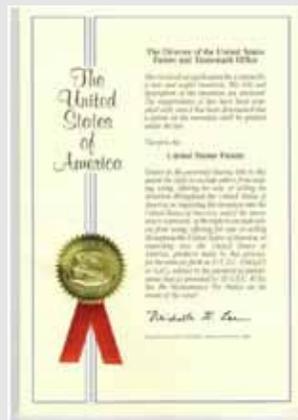
С 2002 г. компанией ТРАНСКОР проинспектировано более 17 000 км подземных трубопроводов и более 500 км подводных



- | | | | |
|---|----------------|---|-------------|
|  | Россия |  | Бразилия |
|  | Китай |  | Малайзия |
|  | Германия |  | Армения |
|  | Канада |  | Хорватия |
|  | Великобритания |  | Украина |
|  | США |  | Колумбия |
|  | Австралия |  | Судан |
|  | Франция |  | Индонезия |
|  | Италия |  | Узбекистан |
|  | Аргентина |  | Азербайджан |



СЕРТИФИКАТЫ И ПАТЕНТЫ





TRANSKOR

БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ

