МИНЭНЕРГО РФ
Инжиниринговая нефтегазовая компания –
Всероссийский научно-исследовательский институт
по строительству и эксплуатации трубопроводов, объектов ТЭК
(АО ВНИИСТ)

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Нормативные документы по промышленной безопасности и техническому регулированию

ИНСТРУКЦИЯ

по диагностике технического состояния трубопроводов бесконтактным магнитометрическим методом

РД 102-008-2002

Москва 2002

gost.e-ecolog.ru

МИНЭНЕРГО РФ

Инжиниринговая нефтегазовая компания –
Всероссийский научно-исследовательский институт по строительству и эксплуатации трубопроводов, объектов ТЭК

(АО ВНИИСТ)

Нормативные документы по промышленной безопасности и техническому регулированию

ИНСТРУКЦИЯ

по диагностике технического состояния трубопроводов бесконтактным магнитометрическим методом

РД 102-008-2002

Москва, 2003

© АО ВНИИСТ, 2003 г

РАЗРАБОТАНА Специалистами Центра строительства и эксплуатации объектов нефтегазовых промыслов (ЦСЭП) Инжиниринговой нефтегазовой компании - Всероссийский научно-исследовательский институт по строительству и эксплуатации трубопроводов, объектов ТЭК (АО ВНИИСТ) (г. Москва)

РАЗРАБОТЧИКИ: Президент АО ВНИИСТ,
канд. техн. наук Р.С. Гаспарянц;
Вице-президент АО ВНИИСТ,
канд. техн. наук Г.А. Гиллер;
Директор ЦСЭП,
канд. техн. наук В.П. Горошевский;
зав. лабораторией В.И. Гречишкин;
зав. лабораторией С.С. Камаева;
ведущий научный сотрудник
И.С. Колесников;
ведущий экономист,
канд.физ-мат. наук А.А. Маслов;
ведущий инженер С.В. Хлопотов

УТВЕРЖДЕНА: АО ВНИИСТ 09.10.2002 г

ВВЕДЕНА: ВПЕРВЫЕ

СОГЛАСОВАНА: ГОСГОРТЕХНАДЗОР
Российской Федерации
Письмо № 10-03/1181 от 10.12. 2002г

© Подготовлено и отпечатано: ОАО «ВНИИСТ-ПОЛИГРАФИЯ»

Настоящий Руководящий документ не может быть полностью или частично тиражирован или распространен в качестве официального издания без разрешения Инжиниринговой нефтегазовой компании- Всероссийский научно-исследовательский институт по строительству и эксплуатации трубопроводов, объектов ТЭК (АО ВНИИСТ)

© АО ВНИИСТ, 2003 г

СОДЕРЖАНИЕ:

1. Назначение и область применения..... 4

2. Термины и определения..... 5

3. Общие положения, нормативные ссылки..... 10

4. Порядок выполнения диагностического обследования бесконтактным магнитометрическим методом..... 14

5. Оформление результатов диагностического обследования..... 31

6. Приборное оснащение, рекомендуемое для выполнения комплексного обследования..... 33

7. Указания по мерам безопасности..... 36

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (обязательное):
Формы представления результатов обследования бесконтактным магнитометрическим методом..... 40

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (рекомендуемое):
Технические характеристики приборов, рекомендуемых для бесконтактного магнитометрического обследования..... 48

© АО ВНИИСТ, 2003 г

1. Назначение и область применения

Руководящий Документ РД 102-008-2002 «Инструкция по диагностике технического состояния трубопроводов бесконтактным магнитометрическим методом» является организационно-техническим нормативным документом, регламентирующим определение технического состояния трубопроводов из ферромагнитных материалов на объектах, подконтрольных Госгортехнадзору России.

Объектами диагностики являются промысловые и магистральные трубопроводы ТЭК и других отраслей промышленности, эксплуатирующих трубопроводные системы под давлением; трубопроводы городских систем газо-, тепло-, водо- снабжения; технологические трубопроводы, продуктопроводы.

Полученная в ходе технического диагностирования бесконтактным магнитометрическим методом информация служит основой для оценки остаточного ресурса и выдачи Заключения по результатам экспертизы промышленной безопасности объекта.

 © АО ВНИИСТ, 2003 г

2. Термины и определения

2.1. Применительно к настоящему документу используются следующие термины и определения:

Бесконтактный *магнитометрический метод*	Экспресс-определение местоположения аномалий магнитного поля трубопровода при перемещении магнитометра вдоль оси объекта в пределах допустимых отклонений
Допустимое отклонение	Отклонение от оси трубопровода: - максимальное расстояние от оси трубопровода до 10÷15 D, где D - диаметр трубопровода
Магнитометрическое обследование *трубопровода*	Технологический процесс диагностирования в непрерывном режиме с применением бесконтактного прибора-магнитометра при шаге сканирования не более 0,25 м; заключающийся в выявлении местоположения аномалий магнитного поля над трубопроводом, обусловленных дефектами металла или изгибными напряжениями трубопровода
Магнитометр	Портативный прибор, предназначенный для регистрации изменения магнитного поля над трубопроводом и определения местоположения магнитных аномалий, вызванных дефектами различных типов
Метод магнитной памяти металла (ММПМ)*	Метод неразрушающего контроля, основанный на анализе распределения магнитных полей рассеяния на поверхности ферромагнитных объектов при их естественном намагничивании в поле Земли. При этом используется последействие, которое проявляется в виде магнитной памяти металла к фактическим деформациям и структурным изменениям

Фоновое магнитное поле трубопровода	Среднее значение напряженности магнитного поля в пределах прямолинейного горизонтального участка трубопровода без дефектов
Аномалия магнитного поля	Изменение параметров магнитного поля на 25 % и более над дефектным участком трубопровода относительно фоновых значений
Магнитограмма трубопровода	Графическое представление распределения напряженности магнитного поля над трубопроводом, полученное при сканировании магнитометром в процессе обследования
Дефекты металла трубопровода	1. Повреждения металла труб, превышающие нормативные допуски, а именно: - металлургические (закаты, плены, расслоения); - механические дефекты (вмятины, гофры, задиры, риски); - дефекты сварных швов (поры, непровары, смещения кромок, остаточные термические напряжения зоны сварного шва); - локальные коррозионные поражения (язвы, ручейковая коррозия, трещины КРН) 2. Зоны повышения общего напряженно-деформированного состояния металла, связанного с провисами труб, оползневыми, температурными и другими деформационными нагрузками, изгибными напряжениями при строительно-монтажных работах и другими условиями эксплуатации

 © АО ВНИИСТ, 2003 г

Идентификация дефектов	Процесс распознавания характера и местоположения дефектов трубопровода в продольных (относительно нулевой точки обследования) и угловых (относительно окружности трубы) координатах
Краевой эффект	Искажение силовых линий магнитного поля в области торцов трубы, вызванное намагниченностью за счет остаточных термических напряжений и прерыванием ферромагнитного объекта
Контрольный образец трубы или трубопровода	Стальная (чугунная) труба с известным расположением дефектов или без дефектов, соответствующая трубам диагностируемого трубопровода и применяемая для проверки работоспособности прибора и учета фонового магнитного поля объекта
Порог чувствительности	Минимальное регистрируемое магнитометром значение напряженности магнитного поля Земли в области трубопровода
Шаг сканирования (шаг записи характеристик) магнитного поля	Расстояние между двумя соседними точками регистрации магнитометрической информации с целью обеспечения достоверности выявления дефектов трубопровода
Ранжирование дефектов	Оценка степени опасности дефектов, выявленных в процессе бесконтактного магнитометрического обследования
Нулевая точка (Т."0") обследования	Точка начала записи информации магнитометрического обследования

Контрольная точка трассы трубопровода	Инженерно-технические сооружения на трубопроводе (запорная арматура, камера запуска-приема очистных и диагностических устройств, КИК, пикет), пересечения с естественными и искусственными препятствиями (дорогами, ЛЭП, реками, оврагами, болотами) или временные реперы, установленные в процессе бесконтактного магнитометрического обследования
Временный репер	Вешка, отметка цветным скотчем или другая временная отметка, установленная в точке выявленной магнитной аномалии с установленными абсолютными географическими координатами (GPS-привязкой)
GPS-привязка	Установление местоположения контрольной точки трассы или временного репера в абсолютной географической системе координат
Зона (линия) концентрации напряжений	Устойчивая линия смены знака нормальной составляющей напряженности магнитного поля H_p в зонах развивающихся дефектов основного металла и металла сварных соединений, предрасположенных к разрушению
*Концентратор напряжений**	Концентрация напряжений, сосредоточенная на дефектах сплошности основного металла или металла сварного шва, а также в зонах устойчивых полос скольжения дислокаций, обусловленных остаточными внутренними или рабочими нагрузками, характеризуемая скачкообразным и/или знакопеременным распределением остаточной намагниченности H_p

 © АО ВНИИСТ, 2003 г

Вектор концентрации напряженности магнитного поля	Совокупность параметров $\{a,в,с\}$, характеризующая явление магнито-механического гистерезиса
Магнито-механический гистерезис	Необратимое изменение намагниченности металла в магнитном поле Земли в зависимости от деформации трубопровода. При циклических нагрузках и вибрациях ферромагнитного объекта в магнитном поле Земли магнитомеханический гистерезис обусловлен смещением границ доменов и является источником намагничивания
Общее напряженное состояние участка трубопровода	Отношение зарегистрированных значений напряженности магнитного поля к фоновым значениям для данного участка трубопровода

Дубов. А.А. Метод магнитной памяти (ММП) металла и приборы контроля.

Учебное пособие, ООО «Энергодиагностика», М., 2001 г.

3. Общие положения, нормативные ссылки

3.1. Настоящая «Инструкция по диагностике технического состояния трубопроводов бесконтактным магнитометрическим методом», в дальнейшем «Инструкция», разработана впервые.

3.2. Инструкция устанавливает порядок проведения обследования требования к аппаратуре, составу работ и оформлению «Заключения о техническом состоянии» трубопроводов из ферромагнитных материалов (трубных сталей, чугунов, высокопрочных чугунов с шаровидными графитовыми включениями) с условным диаметром более 100 мм, при глубине заложения (или расстоянии до трубопровода при ограниченном к нему доступе) до 12-ти диаметров трубопровода.

3.3. Настоящая Инструкция не рассматривает вопросы диагностирования состояния изоляционного покрытия трубопроводов и параметров системы ЭХЗ.

3.4. Основные положения бесконтактного магнитометрического метода диагностики технического состояния ферромагнитных материалов.

Бесконтактный магнитометрический метод основан на регистрации и анализе аномалий напряженности

 © АО ВНИИСТ, 2003

магнитного поля, возникающих в зонах концентрации продольных и поперечных напряжений, в зонах пластической деформации, изменения структуры металла на участках предразрушения и разрушения металла.

3.4.1. Целью метода является обнаружение, определение координат и слежение (мониторинг) за аномалиями магнитного поля, связанными с дефектами основного металла, металла сварных соединений, а также общего напряженного состояния трубопровода. Положение и ориентация не влияет на выявляемость дефектов.

3.4.2. Метод обеспечивает обнаружение и регистрацию дефектных участков трубопроводов и позволяет классифицировать зарождающиеся и развивающиеся дефекты по степени опасности.

3.4.3. Метод может быть использован для контроля трубопроводов при их сооружении, периодических технических освидетельствованиях (мониторинге), для оптимизации объемов при капитальном ремонте.

3.4.3. Особенности магнитометрического метода обнаружения и регистрации аномалий не гарантируют выявления дефектов, не вызывающих изменение уровня напряженно-деформированного состояния металла (сквозные дефекты, питтинговые коррозионные поражения).

3.5. Инструкция разработана с учетом положений следующих нормативных документов:

- «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов» РД 39-132-94, М., НПО ОБТ, 1994.
- «Инструкция по визуальному и измерительному контролю» РД 34-10-130-96. Согласована с Госгортехнадзором РФ письмом 12-22\357 от 16.04. 1996 г. М., 1996.
- «Инструкция по диагностированию технического состояния подземных стальных газопроводов» РД 12-411-01, М., НТЦ «Промышленная безопасность», 2001.
- «Неразрушающий магнитный метод диагностирования сварных соединений систем котлов и трубопроводов энергетических установок» РД 34.17.437-95. СПО ОРГРЭС, М., 1995.
- «Методика оперативной компьютерной диагностики локальных участков газопроводов с использованием магнитной памяти металла» РД 51-1-98. Введена в действие 24.03.98 г., М., 1998.
- «Методические указания по проведению диагностики промысловых трубопроводов». ОАО НК "ЮКОС", введенный Распоряжением 26/01-99 № 10-Р. Утверждены письмом Госгортехнадзора РФ за № 10-03/274 от 06. 05. 1999 г (за вход. № 403-576 от 17.05. 1999). М., 1999.

 © АО ВНИИСТ, 2003

- «Методика оценки фактического положения и состояния подземных трубопроводов» ВРД 39-1.10-026-2001, ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ»,
г. Москва. Издание официальное. 2001.
- «Методические указания по контролю металла и продлению срока службы трубопроводов 2, 3, 4 категории» РД 153-34.0-17.464-00.
- «Регламент проведения работ по комплексному обследованию участков нефтепродуктопроводов ОАО АК «Транснефтепродукт». Утвержден письмом Госгортехнадзора РФ за № 10-03/580 от 10.06. 2002, М., 2002.

4. Порядок проведения бесконтактного магнитометрического обследования трубопровода

Проведение бесконтактного магнитометрического обследования трубопровода (далее «обследование») предусматривает выполнение следующих работ:

- анализ проектной, исполнительной и эксплуатационной документации трубопровода;
- визуальный осмотр трассы трубопровода;
- подготовительные работы для проведения обследования;
- обследование трубопровода;
- камеральная обработка данных обследования, оценка технического состояния участков трубопровода;
- разметка участков трубопровода под контрольные шурфы;
- дополнительный дефектоскопический контроль трубопровода арбитражными методами в контрольных шурфах;
- оформление результатов обследования (составление «Заключения о техническом состоянии трубопровода»).

 © АО ВНИИСТ, 2003

4.1. Анализ проектной и эксплуатационной документации проводят в соответствии с РД 39-132-94 целью получения предварительной информации о техническом состоянии объекта диагностики. Дополнительно регистрируется следующая информация:

4.1.1. Точки пересечения трассы с надземными сооружениями (ЛЭП, эстакады), наземными сооружениями и преградами (реки, овраги, дороги, крановые площадки, задвижки, камеры запуска-приема, трубопроводы), врезками в трубопровод (технологические отводы);

4.1.2. Границы участков с пучинистыми и просадочными грунтами, с высокой коррозионной агрессивностью, а также участки в зонах карстовых и подрабатываемых территорий (согласно ГОСТ 25100-95);

4.1.3. Протяженность участков трубопровода, на которых проводились плановые и аварийно-восстановительные ремонтные работы, перечень ремонтных работ с указанием причин и сроков их выполнения;

4.1.4. Характер и время изменения режимов работы трубопровода (изменение давления, замена транспортируемого продукта, применение ингибиторов коррозии, прогоны очистительных и диагностических снарядов и т.п.).

Результаты анализа проектной и эксплуатационной документации представляют в виде итоговой таблицы по Форме 1 Приложения 1.

4.2. Осмотр трассы трубопровода выполняют в соответствии с РД 34-10-130-96 с целью получения информации о текущем состоянии объекта диагностики и уточнения объема подготовительных работ.

При осмотре трассы регистрируются:

4.2.1. Нулевая (контрольная) точка обследования.

4.2.2. Сведения о пересечениях трассы с надземными сооружениями (ЛЭП, эстакады), наземными сооружениями и преградами (реки, овраги, дороги, крановые площадки, задвижки, камеры запуска-приема, трубопроводы), врезки в трубопровод (технологические отводы);

4.2.3. Протяженность оголенных участков трубопровода (всплывший трубопровод, размытый валик, и т.п.);

4.2.4. Протяженность участков трубопровода, имеющих сосредоточенные опоры (овраги, размывы и т.п.), величину прогиба трубопровода на провисающих участках;

4.2.5. Состояние береговых урезов переходов через реки, ручьи, овраги;

4.2.6. Наличие не узаконенных переездов через трубопровод;

 © АО ВНИИСТ, 2003

4.2.7. Состояние вдольтрассовых сооружений (линейных и контрольных колодцев, станций ЭХЗ, указательных знаков, крановых и вертолетных площадок и т.п.).

Результаты осмотра оформляют согласно Форме 2 Приложения 1.

4.3. Подготовительные работы выполняют до начала проведения диагностических работ силами организации, эксплуатирующей трубопровод или организацией-владельцем в соответствии с действующими нормативными документами по эксплуатации трубопроводов.

4.3.1. Расчистка трассы от кустарника и мелколесья. Допускается частичная расчистка трассы на ширину не менее 0.5 м по обе стороны от оси трубопровода. При этом порубочный материал должен быть удален с полосы расчистки.

4.3.2. Разметка оси трубопровода (обозначение оси трубопровода реперами). Реперы (вешки) при разметке трассы устанавливают в пределах прямой видимости с шагом не более 150 м, а также на углах поворота трассы. Допускается выполнение работ по определению оси трубопровода в процессе магнитометрического обследования.

При этом оператор с трассоискателем не должен

удаляться от оператора, выполняющего магнитометрическое обследование, на расстояние более 20 м.

4.4. При обследовании трубопровода выполняют работы, позволяющие выявить потенциально опасные участки трубопровода с дефектами металла или аномалиями общего напряженно-деформированного состояния.

4.4.1. Регистрация и запись напряженности магнитного поля над трубопроводом в память накопителя магнитометра происходит автоматически при движении оператора с магнитометром вдоль размеченной оси трубопровода.

4.4.2. Шаг записи параметров магнитного поля (шаг сканирования) определяют по таблице 1, при этом он не должен превышать 0.25 м. Измерения выполняются в пределах допустимых отклонений (см. Рис. 1).

4.4.3. Перед началом обследования должна быть проведена тарировка магнитометра на условно бездефектном (контрольном) участке трубопровода.

 © АО ВНИИСТ, 2003

Таблица 1.

Зависимость шага регистрации и записи параметров магнитного поля от диаметра и глубины заложения трубопровода

Максимальная глубина заложения трубопровода *h*, м	Диаметр трубопровода D, мм				
	200	200-300	300-500	500-1000	1000-1400
1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
2	0,2	0,25	0,25	0,25	0,25
3	0,15	0,2	0,25	0,25	0,25
4	_	0,2	0,2	0,25	0,25
5	_	0,15	0,2	0,25	0,25
6	_	_	0,2	0,25	0,25
7	_	_	0,15	0,2	0,25
8	_	_	0,15	0,2	0,25
9	_	_	_	0,2	0,25
10	_	_	_	0,2	0,25
11	_	_	_	0,2	0,25
12	_	_	_	0,15	0,25
13	_	_	_	0,15	0,2
14	_	_	_	0,15	0,2
15	_	_	_	0,15	0,2
16	_	_	_	_	0,2
17	_	_	_	_	0,15
18	_	_	_	_	0,15
19	_	_	_	_	0,15
20	_	_	_	_	0,15
21	_	_	_	_	0,15

© АО ВНИИСТ, 2003 г

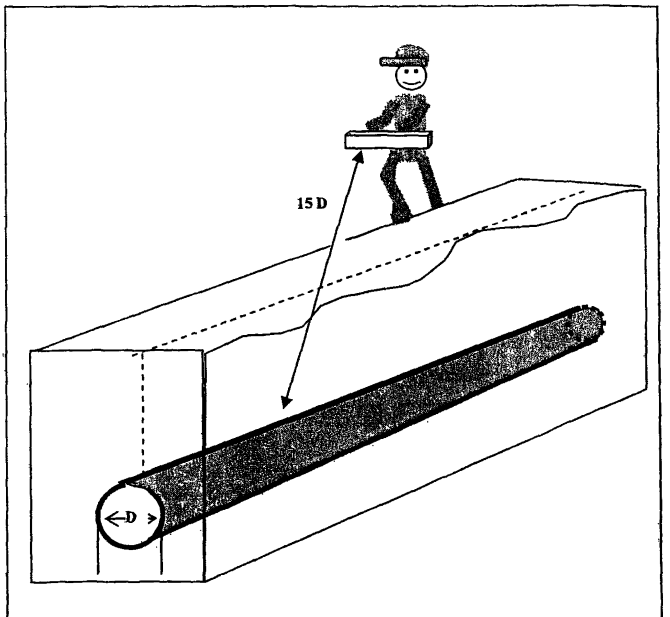


Рис. 1. Допустимые отклонения от трубопровода в процессе бесконтактного магнитометрического обследования

4.4.4. Скорость перемещения оператора не должна превышать 2 м/с для обеспечения надежности автоматической записи параметров магнитного поля.

 © АО ВНИИСТ, 2003

4.4.5. Начало записи результатов обследования осуществляется от контрольной точки или точки начала отсчета – Т. «0». В качестве таких точек принимают любые технические сооружения, связанные с трубопроводом (КИК, запорная арматура, пикет и т.п.), либо временный репер (вешка, зарубка на дереве, отметка цветным скотчем).

4.4.6. Определение пройденного расстояния осуществляют по показаниям одометра (датчика пути), являющимся конструктивным элементом магнитометра. Погрешность одометра должна быть не более 1,5 %. По ходу выполнения обследования по показаниям одометра и прибора по определению абсолютных географических координат (система GPS) осуществляется привязка контрольных точек (наземных сооружений: задвижек, кранов, камер запуска-приема, пикетов, КИКов; пересечений с железными или автомобильными дорогами, водными преградами и т.п.). Показания одометра, описание контрольных точек и ситуаций на трассе заносят в полевой журнал (по Форме 3 Приложения 1) и/или вводятся в память магнитометра с помощью специального меню. При этом отмечаются границы участков, где обследование оказалось невозможным по техническим причинам

(на непроходимых заросших участках трассы, болотах 3-ей категории, недоступных для обследования водных переходах и т.п.).

4.4.7. При обследовании участка трубопровода протяженностью более 5 км через каждые 5 км записанную в память магнитометра информацию переносят на внешний носитель (флэш-карту, ноутбук) в виде отдельных файлов с данными. Запись информации с накопителя прибора в компьютер производят с помощью соответствующего программного обеспечения в соответствии с «Инструкцией пользователя» магнитометра. На месте перезаписи данных устанавливают временный репер, показания одометра обнуляются, далее при продолжении обследования временный репер принимается за точку начала отсчета (Т. «0»), о чем делается запись в полевом журнале (Форма 3 Приложения 1).

4.4.8. Временные реперы устанавливают также на границах непроходимых участков (болото 3 категории, водная преграда и т.п.). На репере указывают его порядковый номер и расстояние от Т. «0» (продольная координата), с фиксацией в полевом журнале.

4.4.9. По результатам полевого этапа магнитометрического обследования составляется Протокол (Форма 4 Приложения 1), в котором отражают следующую информацию:

 © АО ВНИИСТ, 2003

- наименование трубопровода;

- протяженность обследованного трубопровода с выделением участков, где обследование оказалось невозможным (с указанием причины);

- абсолютные географические координаты контрольных точек трассы (широта и долгота с точностью до секунд);

- координаты и протяженность зон магнитных аномалий.

4.5. Камеральную компьютеризированную обработку данных магнитометрического обследования в стационарных условиях осуществляют с целью уточнения координат (продольных от Т. «0» и абсолютных географических в системе GPS) участков трубопровода с аномалиями магнитного поля, оценки опасности дефектов и общего напряженного состояния трубопровода для ранжирования участков трубопровода по классам технического состояния.

4.5.1. Оценку опасности выявленных дефектов осуществляют по интегральному показателю F, учитывающему протяженность магнитной аномалии S, м; амплитуду и форму распределения вектора напряженности магнитного поля. Интегральный показатель F

отражает величину превышения зарегистрированных значений магнитного поля над фоновыми значениями; плотность пиковых значений и характер их распределения. Интегральный показатель F рассчитывают по формуле (1).

$$F=(A+1)e^{-K\alpha}/S, \qquad (1)$$

где: A - число линий концентрации напряжения в зоне магнитной аномалии;

S - протяженность аномалии, м; определяемая по количеству точек измерения параметров магнитного поля (количеству шагов сканирования),

K – степень концентрации напряженности в зоне концентрации напряжения, вычисляемая по формуле (2):

$$K=\sum_{1}^{N}\sqrt{(\cos^2\alpha+\cos^2\beta+\cos^2\gamma)}, \qquad (2)$$

где cos α, cos β, cosγ – направляющие косинусы вектора концентрации напряженности;

α - коэффициент, учитывающий период безаварийной работы, вычисляется по формуле (3):

 © АО ВНИИСТ, 2003

$$\alpha=\ln(P_{раб.}/P_o)/(T_o-T_з), \qquad (3)$$

где $P_{раб}$ – рабочее давление в трубопроводе на момент обследования;

P_o – проектное давление;

T_o – дата обследования;

$T_з$ – дата ввода в эксплуатацию.

4.5.2. Оценку общего напряженного состояния трубопровода выполняют по отношению зарегистрированных значений напряженности магнитного поля к фоновым значениям для данного участка трубопровода.

4.5.3. По результатам обработки данных составляют «Ведомость выявленных аномалий» (Форма 5 Приложения 1), в которой отражают точное расположение границ магнитных аномалий (продольные координаты или расстояние от Т. «0»), протяженность и результаты ранжирования обследованных участков трубопровода по классам технического состояния, а также местоположение контрольных шурфов.

4.5.4. Ранжирование участков трубопровода по техническому состоянию осуществляют по результатам сравнительной оценки интегрального показателя F со значениями, приведенными в таблице 2.

Таблица 2.

Критерии оценки технического состояния трубопровода

Интегральный показатель магнитной аномалии F	Ранг аномалии	Техническое состояние участка трубопровода
0,75 - 1,0	3	**ХОРОШЕЕ** Техническое состояние участка трубопровода удовлетворяет требованиям нормативной и проектной документации. Очередное обследование рекомендуется провести в соответствии с "Регламентом по эксплуатации трубопроводов" эксплуатирующей организации
0,45 - 0,75	2	**ДОПУСТИМОЕ** Имеющиеся дефекты металла не достигли отбраковочных величин. Возможно наличие линий (зон) концентрации напряжений, где скорость изменения напряженности магнитного поля превышает допустимые пределы. Очередное обследование рекомендуется провести согласно п. 9.3.3. таблицы 9.1. Правил безопасности ПБ 03-108-96; 12-368-00, но не позже, чем через 3 года после проведения данного обследования
0,45	1	**НЕДОПУСТИМОЕ** Участок трубопровода имеет коррозионные или механические дефекты металла, требующие устранения в соответствии с требованиями Правил безопасности ПБ 03-108-96; 12-368-00

 © АО ВНИИСТ, 2003

4.6. Разметку участков трубопровода с недопустимыми дефектами для проведения дополнительного дефектоскопического контроля арбитражными неразрушающими методами пред вскрытием производят временными реперами.

4.6.1. Определение местоположения точки с установленной продольной координатой осуществляют металлическими мерными лентами (рулетками) или по одометру магнитометра от Т."0" или от ближайшей контрольной (реперной) точки.

4.6.2. На размеченном к шурфовке участке трубопровода выполняют повторное магнитометрическое обследование для уточнения границ аномалии и определения расположения предполагаемого дефекта относительно оси трубопровода в системе угловых координат.

4.7. Дополнительный дефектоскопический контроль (ДДК) трубопровода в шурфах арбитражными методами неразрушающего контроля.

4.7.1. Один (контрольный) шурф должен быть назначен на участке трубопровода, имеющем хорошее техническое состояние по результатам обследования.

4.7.2. При разметке шурфа вешками отмечают его центр и границы.

4.7.3. Работы по неразрушающему контролю (ДДК) в шурфах включают:

- визуально-измерительный контроль основного металла и зон сварных соединений (в соответствии с РД 34.10.130-96);
- оценку напряженно-деформированного состояния с использованием метода магнитной памяти металла согласно РД 51-1-98;
- толщинометрию и ультразвуковой контроль в области дефектов и зон концентраций напряжений в соответствии с ГОСТ 14782-86;
- безобразцовое определение твердости металла портативными твердомерами (в соответствии с инструкцией к прибору ТЭМП-2);
- оценку коррозионного состояния вскрытого участка трубопровода согласно ГОСТ 9.015, включая определение адгезии изоляционного покрытия (в соответствии с инструкцией к прибору АМЦ 2-20);
- идентификацию выявленных в шурфах дефектов трубопровода с ранжированием их по степени опасности в соответствии с положениями действущих

 © АО ВНИИСТ, 2003

нормативных документов (РД 153-34.0-17.464-00; РД 51-1-98; ВРД 39-1.10-032-2001; РД 39-132-94).

4.7.4. По результатам ДДК в шурфе составляют Акт дополнительного дефектоскопического контроля трубопровода по форме, установленной РД 34.10.130-96 (Форма Е-1).

В Акте должно быть отражено:

- координаты и пикеты участка вскрытия (шурфа) от маркеров (контрольных точек трассы);
- схема шурфа с местоположением выявленных дефектов трубопровода в линейных и угловых координатах, карта проведения визуально-измерительного, дефектоскопического контроля, толщинометрии, контроля ММПМ;
- протяженность и расположение зон (линий) концентрации напряжений, определяющих местоположение будущих (развивающихся) дефектов (Форма 6 Приложения 1);
- параметры и результаты идентификации дефектов в зонах магнитных аномалий;
- выводы и рекомендации по результатам ДДК.

Кроме того, по результатам ДДК оформляют Протоколы (визуально-измерительного и УЗ-контроля контроля, толщинометрии, дефектоскопии, твердометрии, визуально-измерительного определения коррозионного состояния металла и оценки качества изоляционного покрытия; контроля методом магнитной памяти металла с заключением по оценке НДС с использованием ММПМ).

 © АО ВНИИСТ, 2003

5. Оформление результатов диагностического обследования

По результатам анализа всей собранной информации оформляется «ЗАКЛЮЧЕНИЕ о техническом состоянии объекта диагностики». В процессе формирования Заключения полученную информацию систематизируют с отражением основных результатов (Форма 7 Приложения 1) в виде таблиц, графиков и совмещенной ситуационной план-схемы трассы трубопровода. Допускается использование специального программного обеспечения, позволяющего автоматически генерировать сопроводительную часть Заключения для формирования базы данных технического состояния трубопровода. Заключение должно включать следующие разделы:

5.1. Вводную часть, содержащую сведения об основании для проведения работы, данные об экспертной организации, о технических средствах, примененных при выполнении работ по комплексной диагностике.

5.2. Результаты анализа проектной, исполнительной и эксплуатационной документации и других представленных организацией-владельцем сведений об объекте диагностики (Форма 1 Приложения 1).

Результаты обследования представляются в виде таблиц, Актов и Протоколов Приложения 1).

и графически отражаются на совмещенной план-схеме трубопровода. При наличии программного обеспечения «Эксперт-01» автоматически заполняется база данных результатов обследования для паспортизации трубопровода.

5.4. Выводы и рекомендации: на основании Ведомости выявленных аномалий магнитного поля (Форма 5 Приложения 1) и результатов неразрушающего контроля на вскрытых участках трубопровода в контрольных шурфах составляется итоговая таблица ранжирования участков трубопровода на классы по техническому состоянию.

Приложения:

основные материалы магнитометрического обследования (магнитограммы, профилограммы глубины залегания трубопровода, первичная информация в виде совмещенной план-схемы результатов магнитометрического обследования), Акты и Протоколы дополнительного дефектоскопического контроля арбитражными методами, а также, при необходимости, результаты других видов экспертного обследования (итоговые таблицы определения коррозионной агрессивности грунта, коррозионной ситуации в целом, карты дефектоскопического контроля, результаты расчета остаточного ресурса).

 © АО ВНИИСТ, 2003

6. Приборное оснащение, рекомендуемое для выполнения комплексного обследования

6.1. Рекомендуемые для комплексного обследования средства перечислены в таблице 3. Технические характеристики прибора для бесконтактного магнитометрического обследования приведены в Приложении 2.

Таблица 3.

Перечень технических средств, рекомендуемых для проведения комплексного обследования трубопровода

Наименование прибора	Марка	Назначение прибора	Производитель
Трассоискатель с генератором	«Поиск-А/003»	Выявление оси и глубины залегания трубопровода при отсутствии ЭХЗ и наличии других трубопроводов	ООО НТЦ «Транскор-К», г. Москва
Магнитометр бесконтактный сканирующий	СКИФ»* Серия «МБС» «МБС-03», «МБС-04»	Портативный прибор для проведения магнитометрического обследования технического состояния трубопроводов	Опытно-промышленный образец ООО НТЦ «Транскор-К», г. Москва

Одометр портативный	ОДА-01	Прибор измерения расстояния для разметки продольной линейной координаты контрольных шурфов на трассе трубопроводов	Опытно-промышленный образец ООО НТЦ «Транскор-К», г. Москва
Ультразвуковая измерительная установка	«Скаруч» серия «Сканер»	Прибор для проведения УЗК сварных швов и основного металла	МНТП «Алтес», г. Москва
Твердомер	«Тэмп-2»	Определение прочности металла трубопровода в полевых условиях	ЦНИИТМаш г. Москва
Адгезиметр цифровой	АМЦ 2-20	Определение адгезионной прочности пленочного изоляционного покрытия в полевых условиях	НПФ «Изолен», г. Москва
Программное обеспечение «Эксперт»	"Эксперт-01"	Компьютеризированная обработка результатов диагностического обследования для генерирования отчета и заключения о техническом состоянии трубопровода	Опытно-промышленный образец ООО НТЦ «Транскор-К», г. Москва
Магнитный толщиномер	"МИТ-1"	Определение толщины стенки трубы без снятия изоляции	ЗАО МНПО «Спектр», г. Москва

 © АО ВНИИСТ, 2003

Измеритель концентрации напряжений	ИКН-1М-4, ИКНМ-2ФП	Определение местонахождения линий и зон концентрации напряжения по методу магнитной памяти металла	НПО "Энергодиагностика", г. Москва
GPS-приемник	eTrex	Определение абсолютных географических координат точки регистрации при помощи системы спутникового позиционирования GPS	«Garmin», Тайвань

* Магнитометр бесконтактный сканирующий «СКИФ» МБС-04 (разработчик-производитель НТЦ «Транскор-К», г. Москва), используемый при производстве работ согласно настоящей Инструкции, дополнительно может быть применен для бесконтактного определения глубины заложения подземного трубопровода и измерения токов в нем с целью выявлении эффективности работы системы ЭХЗ и состояния изоляционного покрытия согласно ВРД 39-1.10-026-2001 «Методика оценки фактического положения и состояния подземных трубопроводов».

В Приложении 2 приведены основные технические характеристики прибора.

Принципы регистрации и условия работы описаны в паспорте прибора и инструкции по эксплуатации.

7. Указания по мерам безопасности

7.1. Лица, участвующие в обследовании технического состояния, должны знать и выполнять правила техники безопасности, установленные для работников предприятий, эксплуатирующих трубопроводы.

7.2. Перед допуском к диагностическому обследованию все лица, участвующие в работе, должны пройти соответствующий инструктаж по технике безопасности.

7.3. При проведении обследования работа персонала диагностической и эксплуатирующей организаций должна проводиться в соответствии с нормативными документами в области техники безопасности:

- «Правила безопасности в газовом хозяйстве» ПБ 12-368-00, Госгортехнадзор РФ, НТЦ «Промышленная безопасность», М., 2000 г.
- «Безопасность труда в строительстве» СНиП 12-03-2001.
- «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» РД 08-200-98; М., НПО ОБТ, 1998 г.
- «Правила устройства и безопасности эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» РД-03-94., М., Госгортехнадзор РФ, НПО ОБТ, 1994.

 © АО ВНИИСТ, 2003

- «Инструкция по обеспечению безопасности при обследовании газопроводов, подверженных стресс-коррозии» ВРД 39-1.10-033-2001; М., ООО «ИРЦ Газпром», 2001 г.

7.4. Ответственным за проведение инструктажа операторов является руководитель работ из числа ИТР.

7.5. При каждом изменении условий производства работ производится дополнительный инструктаж.

7.6. Численность бригады, выполняющей диагностическое обследование, должна быть не менее 2-х человек. Кроме того, при выполнении полевого обследования присутствует сопровождающий представитель эксплуатирующей организации. Бригады обязательно оснащаются портативными радиостанциями с радиусом действия не менее 5 км.

7.7. Шурфы выполняют в соответствии с требованиями СНиП 3 02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты». При глубине шурфов более 2 м для спуска в них обеспечиваются безопасные откосы и используются инвентарные лестницы. В случае переувлажненных и заболоченных грунтов и в затопляемых шурфах необходимо заготовить настилы-щиты и обеспечить осушение шурфов.

7.8. При обнаружении в шурфе опасных дефектов необходимо перекрыть подъезды и подходы к шурфу и выставить предупреждающие знаки для предотвращения появления посторонних лиц в опасной зоне.

7.9. В случае использования в шурфах приборов и ручного электромеханического оборудования (шлифмашинок, дрелей и т.п.) с напряжением 220 вольт и частотой 50 Гц подключение и отключение установок должны проводить соответствующие службы заказчика.

7.10. Вскрывать и ремонтировать приборы и оборудование во время проведения работ не допускается. При обнаружении неисправности установок необходимо прекратить работы и отключить оборудование от сети.

7.11. Все подготовительные работы для проведения дополнительного дефектоскопического контроля с использованием горючих жидкостей (бензина, керосина и т.п.) для отмывки трубы от праймера в местах обнаруженных дефектов, а также инструментов для снятия изоляции необходимо проводить с соблюдением соответствующих правил техники безопасности.

 © АО ВНИИСТ, 2003

7.12. Работники, нарушившие правила техники безопасности, должны быть отстранены от выполнения работ по магнитометрическому контролю и вновь допущены к ней только после дополнительного инструктажа по технике безопасности.

© АО ВНИИСТ, 2003 г

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Обязательное

Форма 1.

Исходные данные для анализа проектной, исполнительной и эксплуатационной документации

1	Наименование и принадлежность организации, эксплуатирующей трубопровод
2	Полное наименование, назначение и шифр трубопровода, год ввода в эксплуатацию
3	Общая длина трубопровода, м; план-схема и профиль трассы трубопровода с привязками к надземным сооружениям, водным преградам, переходам через дороги, пересечениям, врезкам и т.п.
4	Проектное давление, МПа
5	Рабочее давление, МПа
6	Сведения о коррозионной агрессивности транспортируемого продукта и окружающего грунта (опасность питтингообразования по ИСО 11463, биокоррозии по РД 39-3-973-83, расчетные данные о скорости локальной коррозии по номинальным показателям)
7	Сведения о количестве, причинах отказов (аварий) и выполненных ремонтов трубопровода с привязками по участкам трассы
8	Даты проведения предыдущих диагностических обследований, основные выводы по их результатам, организация-исполнитель,
9	Дополнительная информация

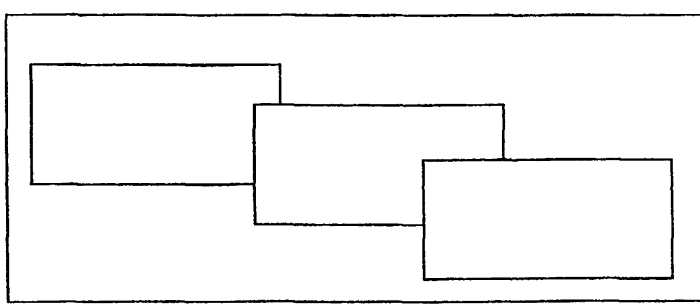
 © АО ВНИИСТ, 2003

Форма 2.

Результаты визуального осмотра трассы трубопровода

Нулевая или контрольная точка начала обследования (наземное сооружение или переход: задвижка, кран, камера приема-пуска, пикет, КИК, пересечение с железной или автомобильной дорогой, водный переход и т.п.)	Отклонения от проекта	Привязка к нулевой или контрольной точке отсчета значений продольной координаты

Фотопротокол обследования



© АО ВНИИСТ, 2003 г

Форма 3.

Полевой журнал магнитометрического обследования

Эксплуатирующая Организация – (Владелец)

_____

Наименование трубопровода_____

Участок обследования Км _____ Км _____

Точка «0»_____

Дата: _____ Время: начало записи_____

конец записи_____

Название файла, направление обследован	Точки	Метры	Привязки на местности	
			Сооружение, ситуация, переход Начало/конец Правый берег/левый	GPS-привязка
1	2	3	4	5

© АО ВНИИСТ, 2003

Форма 4.

ПРОТОКОЛ
выполнения полевых работ по бесконтактному магнитометрическому обследованию

В соответствии с Договором № ____от _____ в период _____200_ г. выполнено магнитометрическое обследование трубопровода

_____

Наименование трубопровода, организации-владельца и эксплуатирующей организации

на участке_____

границы и протяженность обследованного участка, км, ПК, реперные точки

От Заказчика: От Исполнителя:

© АО ВНИИСТ, 2003 г

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Обязательное Форма 5.

Организация-Владелец, наименование трубопровода_____, КМ ____ - КМ _____

ВЕДОМОСТЬ участков трубопровода с дефектами металла, выявленными по результатам бесконтактного магнитометрического обследования _____ года с указанием наземных привязок

Информация по наземным привязкам					*Информация о дефектах*					Расстояние от/до привязки, м	
Координата привязки, м от т "0"	Вид привязки	Примечание	GPS-координаты		№ дефекта	Состояние металла	Состояние изоляционного покрытия	Начало аномалии, м	Конец аномалии, м	до продольной	до поперечной
			Долгота	Широта							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	Крановый узел	Тройник камеры пуска	N40:29:869	E52.48:616							
184	А/дорога	забор								39	-101
605	ПК	714км									
733	Болото	по болота~	N40:18 347	E52.48:676							
1076	ПК	715км	N40:18:67	E52·48·564						35	-559
					1	Допустимое		1501	1522	576	-17
3098	ПК	717км	N40:18:349	E52 48:371							
3443	ЛЭП, река										
3654	Мост	Опора								164	-335
	Пойма реки				2	Недопустимое		3818	3846	225	-274
4153	ПК	718км								83	-445
4681	А/дорога	Указатель								417	-135

© АО ВНИИСТ, 2003 г

Форма 6.

АКТ ДДК № _____ от _____2000 г

в шурфе по результатам обследования

Организация-исполнитель «_____»_____200

В соответствии с наряд-заказом (заявкой) _____ выполнен визуальный и измерительный контроль участка трубопровода

" _____ ", шифр____

Название трубопровода

_____

Наименование организации-владельца и эксплуатирующей организации

Год ввода в эксплуатацию (_____), Км и ПК _____(временный репер на трассе, продольная координата от "0" точки _____м ± _____ м) в шурфе, вскрытом по результатам бесконтактного магнитометрического обследования

При контроле выявлено:

_____

Описание местоположения, характера и параметров выявленных дефектов металла, состояние изоляционного покрытия, коррозионная ситуация.

В соответствии с РД 51-1-98 указать местоположение и протяженность зон концентраций напряжений в металле трубы и сварного шва

Заключение по результатам ДДК:

Характер и причины возникновения дефектов металла и изоляционного покрытия и рекомендации по повышению надежности вскрытого участка трубопровода.

Рекомендации:

_____

Рекомендации по повышению надежности вскрытого участка трубопровода

Контроль выполнил:

Ф.И.О., подпись

Руководитель работ по визуальному и измерительному контролю: _____

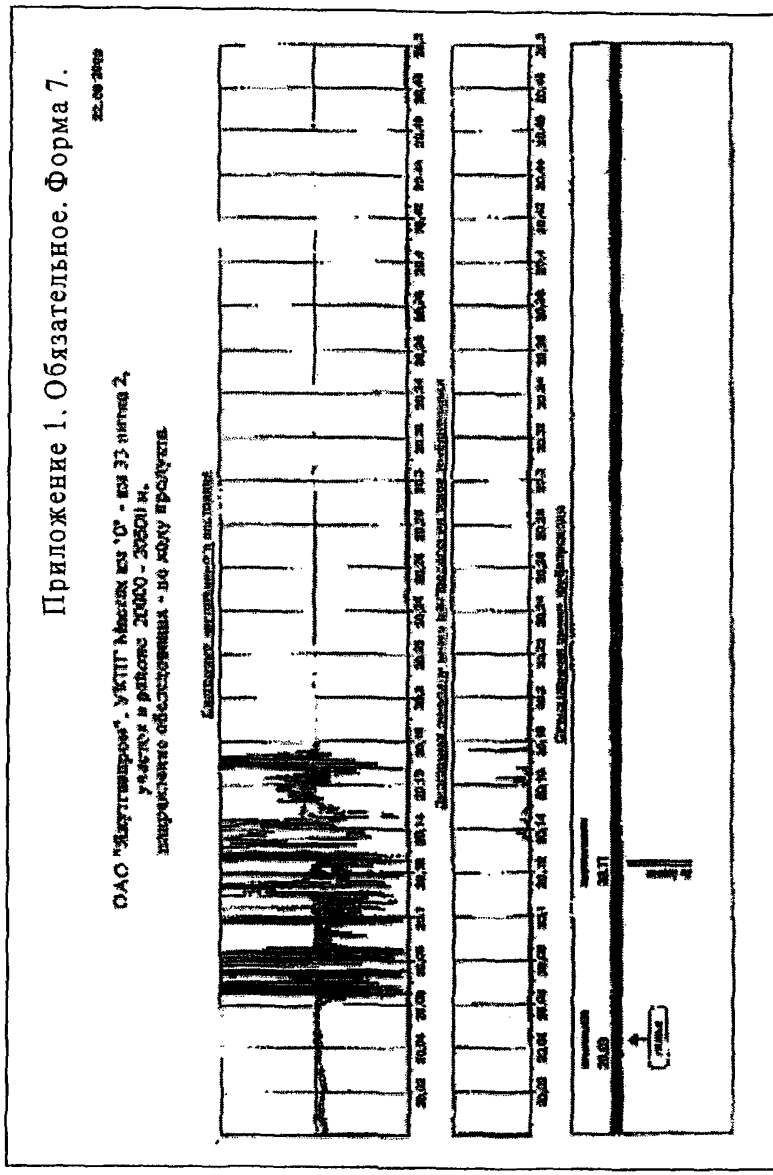
Ф.И.О., подпись

Первичные результаты магнитометрического обследования трубопровода

Первичные результаты обследования представлены графиками автоматической регистрации параметров магнитного поля с выявленными аномалиями напряженно-деформированного состояния металла, дополнительно – диаграммами распределения токов трубопровода с аномалиями, сопряженными с дефектами изоляционного покрытия, а также совмещенная ситуационная план-схема трассы трубопровода (форма 7 Приложения 1). Формат представления графической информации на бумажном носителе выбирается с расчетом удобства восприятия, составляя в среднем 250-500 м/страницу A_4 альбомной ориентации.

 © АО ВНИИСТ, 2003

Приложение 1. Обязательное. Форма 7.



ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Рекомендуемое

ПРИБОРЫ ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Для проведения бесконтактного магнитометрического обследования рекомендуются приборы СКИФ серии «МБС» НТЦ «Траснкор-К», г. Москва или магнитометры других производителей, обеспечивающие получение информации о местоположении аномалий магнитного поля, сопряженных с дефектами металла.

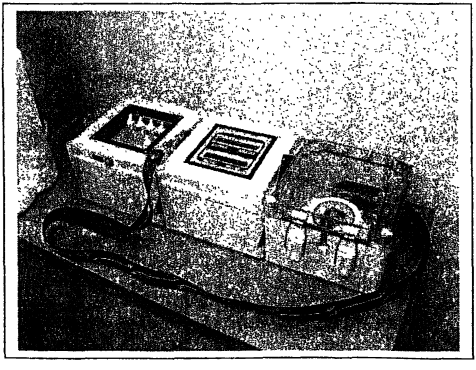


Рис. 2. Магнитометр СКИФ «МБС-04»

 © АО ВНИИСТ, 2003

Назначение и область применения «СКИФ»:

Магнитометры портативные бесконтактные "МБС-03", "МБС-04 СКИФ" (в дальнейшем магнитометр) предназначены для бесконтактной регистрации аномалий магнитного поля над ферромагнитным объектом при помощи гальваномагнитных преобразователей - феррозондовых датчиков. Электромеханическое сканирование поверхности Земли над трубопроводом осуществляется при перемещении строчных преобразователей вдоль оси трубопровода. Результирующий сигнал характеризуется разностью напряженностей магнитного поля дефектного и бездефектного участка трубопровода.

Под воздействием различных факторов (деформация и дефекты производства трубы, внутренняя и наружная коррозия и т.п.) происходит изменение структуры металла, возникают зоны концентрации продольных и поперечных напряжений. Сварной шов как конструктивный элемент трубопровода является концентратором напряжений в стенке трубы, увеличивающим напряжения в 1,5-1,6 раза. Дефектный сварной шов увеличивает напряжения более, чем в 2 раза.

© АО ВНИИСТ, 2003 г

Как правило, старение металла приводит к росту напряжений, возникновению и развитию дефектов и предрасположенности к разрушению.

В результате компьютеризированной обработки и расшифровки полученной информации на графике-магнитограмме трубопровода выявляется местоположение участков с аномалиями магнитного поля, сопряженными с зонами отклонения уровня напряженно-деформированного состояния от фоновых значений – зонами дефектов.

Типы выявляемых дефектов:

трещиноподобные дефекты (закат, плена, риски, трещины КРН); дефекты сварных швов, локальные коррозионные язвы; изменения толщины стенок труб; вмятины, гофры; отклонения от проектной оси залегания.

Параметры выявляемых дефектов:

Минимальная длина выявляемого дефекта	от 10 мм
Раскрытие выявляемого дефекта	300 мкм
Глубина выявляемых дефектов	начиная с 5 % от толщины стенки трубы

 © АО ВНИИСТ, 2003 г

Погрешности определения:

Глубины поверхностных трещин	50 %
Погрешность определения потери толщины стенки трубы	30 %

Требования к контролируемой поверхности:

обнаружение дефектов и изменения потери площади сечения трубы возможно бесконтактно в рабочем режиме эксплуатации, с неудаленным изоляционным покрытием и при наличии объемных продуктов коррозии.

Расстояние между магнитометром и трубопроводом (отклонения от оси, глубина заложения):

1,5÷3 диаметра трубы в горизонтальной плоскости и до 15-ти диаметров по глубине залегания зависимости от рабочего давления. Конструкция дефектоскопа позволяет отслеживать ось трубопровода и глубину заложения.

Регистрация данных:

первичная информация отображается на табло и записывается в память прибора с шагом 0.25 м. Емкость памяти накопителя достаточна для непрерывной записи информации на 30 км трассы. Имеется съемные внешние носители (флэш-память).

Технические характеристики:

Габаритные размеры:	230 × 600 × 130 мм
Подключение IBM PC:	через интерфейс RS- 232
Скорость контроля:	до 2 м/с
Шаг сканирования:	от 0.1 м
Диапазон рабочих температур:	от - 15 °С до + 40 °С
Диаметры обследуемых трубопроводов:	56 ÷ 1420 мм
Толщина стенок трубы:	2,8 … 22 мм
Класс защиты внешней оболочкой:	IP-66
Масса магнитного дефектоскопа МБС-04 СКИФ:	4.9 кг
Электропитание:	аккумуляторные батареи PS1212 или аналогичные, внешний источник постоянного тока напряжением от 9 до 12В
Время непрерывной работы	не менее 8 часов

gost.e-ecolog.ru

 © АО ВНИИСТ, 2003