

С.Н. Вагайцев, руководитель сектора производственного контроля по разведке и добыче, департамент охраны труда, промышленной безопасности и экологии по РИД, ОАО АНК «Башнефть»;
И.С. Сивоконь, инженер ФГБУН «ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина» РАН, Москва

ДИАГНОСТИКА НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОНЦЕПЦИЯ, ЛУЧШАЯ ПРАКТИКА, РАЗВИТИЕ

Статья адресована руководителям нефтедобывающих предприятий. Вопросам диагностирования нефтепромысловых трубопроводов в российских нефтяных компаниях традиционно уделяется мало внимания. Зачастую диагностика трубопроводов выполняется с одной-единственной практической целью – оформить продление сроков эксплуатации на имеющиеся на балансе трубопроводы.

За последние 10 лет оборудование и методики неразрушающего контроля достигли качественно новых возможностей и способны обеспечить достоверное диагностическое обследование всех видов нефтепромысловых трубопроводов, что дает новые возможности для обеспечения безаварийной эксплуатации и сокращения затрат на нефтепромысловые трубопроводы. В статье изложена концепция диагностики нефтепромысловых трубопроводов и обобщен имеющийся положительный опыт применения новых методов и оборудования неразрушающего контроля.

Также показаны основные виды производственных задач, решаемых с помощью диагностики трубопроводов, и принципы организации бизнес-процесса диагностики с типовыми схемами и стоимостью работ.

В заключении представлен перечень не решенных в настоящее время проблем и рассмотрены дальнейшие шаги по развитию диагностики нефтепромысловых трубопроводов, на которых неприменима внутритрубная диагностика.

Ключевые слова: концепция, диагностика, бизнес, процесс, целостность, трубопровод, ультразвук, длинноволновая дефектоскопия.

ВВЕДЕНИЕ

Концепция (от лат. *conceptio* – «понимание, система») диагностирования трубопроводов заключается в стремлении получить информацию о техническом состоянии всего объекта, включая такие ее виды, как сведения об окружающей его среде и объектах техногенного происхождения, транспортируемых флюидах и состоянии защитных систем (ЭХЗ, наружные и внутренние покрытия, ингибиторная защита и т.п.).

В зависимости от назначения трубопровода, способа его укладки, основных негативных факторов деградации и рисков, связанных с его эксплуатацией, один или несколько видов информации о техническом состоянии может быть приоритетен по отношению к другим. Но принцип получения информации по результатам диагностирования по **всей** протяженности трубопровода можно считать основополагающим для целей безопасной эксплуатации и управления рисками.

На нефтепромысловых трубопроводах имеются различные типы наиболее характерных дефектов, из-за которых происходит большинство случаев разгерметизации. Для Западно-Сибирского региона такими дефектами являются коррозионные повреждения, связанные с **локальной** внутренней или наружной коррозией. В работе [1] показано ключевое влияние подобных дефектов на целостность трубопроводов, и этот факт подтверждает **необходимость 100%-ного обследования**, так как не



Рис. 1. Фотография сохранившегося до наших дней фрагмента керамического трубопровода, по которому производилось водоснабжение дворца правителя Минойского государства более чем за 2000 лет до н.э.

существует надежных методов прогнозирования мест локализации внутренней коррозии.

Трубопровод имеет два ключевых свойства, отличающих его от других опасных производственных объектов (ОПО):

- 100%-ная ремонтпригодность. При наличии своевременной информации

о дефектах доступны различные технологии ремонта и обеспечение эксплуатации без аварий и инцидентов;

- срок эксплуатации трубопроводов технически, при наличии диагностирования и последующего ремонта, не имеет ограничений. Длительность эксплуатации определяется экономи-

ческими и производственными причинами.

Фактором, осложняющим безопасную эксплуатацию трубопроводов, является ограниченность доступа, из-за чего существенно снижается информативность диагностики, невозможно проводить регулярные контрольные осмотры и ревизию.

Примером долговечности может служить древний трубопровод Минойского государства на острове Крит, возраст которого – более 4000 лет, выполненный из керамических труб и предназначенный для снабжения пресной водой дворца местных царей (рис. 1). Наиболее вероятной причиной «вывода из эксплуатации» данного трубопровода явилось не техническое состояние и дефекты, а падение минойской цивилизации и, как следствие, отсутствие необходимости водоснабжения заброшенного дворца.

Стопроцентная ремонтпригодность трубопроводов обозначает техническую возможность обеспечения их безо-

С ПРАЗДНИКОМ, ДОРОГИЕ КОЛЛЕГИ И ПАРТНЕРЫ!

Поздравляем вас с профессиональным праздником –
Днем работника нефтяной и газовой промышленности!

Примите самые теплые и искренние пожелания
крепкого здоровья, удачи, оптимизма
и уверенности в завтрашнем дне!

пасной эксплуатации при выполнении единственного условия – наличия достоверной информации о дефектах. Поэтому ключевым мероприятием, обеспечивающим безопасную и безаварийную эксплуатацию трубопроводов, может быть только диагностика, выявляющая по **всей** длине **все** существующие опасные дефекты. При наличии достоверной информации о дефектах проблема продления срока службы трубопровода легко решается путем проведения необходимых ремонтов.

Диагностирование стальных трубопроводов по всей протяженности с ограниченным доступом к внутренней и наружной поверхности на современном уровне развития методов неразрушающего контроля возможно, и тем самым оно открывает большие возможности в продлении срока службы трубопроводов.

СКАНИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДА ПО ВСЕЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ

Методы неразрушающего контроля (диагностирования) трубопроводов, широко применяемые в настоящее время, начинаются от точечных измерений толщины стенки, например УЗ-толщинометрия, до внутритрубных дефектоскопов, обеспечивающих сканирование всей протяженности диагностируемого трубопровода.

Однако вплоть до 2005–2008 гг. методы сплошного сканирования ограничивались внутритрубами ультразвуковыми или магнитными дефектоскопами, поэтому для трубопроводов, на которых ВТД неприменима по техническим или экономическим причинам (Unrigable Pipelines, далее по тексту – UPP), концепция 100%-ного диагностирования всей протяженности не могла быть реализована.

Современные методы и оборудование для неразрушающего контроля трубопроводов достигли больших успехов в областях поиска дефектов, локализации их месторасположения и измерения размера и характера выявляемых дефектов.

В ОАО «Самотлорнефтегаз» [2] комплекс новых методов и оборудования неразрушающего контроля, в сумме

обеспечивающих 100%-ное обследование стенок трубопроводов, показал высокую эффективность. Ремонтные работы на технологических трубопроводах, выполняемые в ОАО «Самотлорнефтегаз» по результатам комплексной диагностики на основе сплошного сканирования всей протяженности трубопроводов, обеспечили практически полное отсутствие аварий и инцидентов и при этом сокращение затрат более чем в 2 раза. Источниками экономии явились:

- исключение потребности в полной замене технологических трубопроводов на объектах ППН и ППД;
- сокращение операционных затрат на ремонт и капитальный ремонт из-за перехода на адресную врезку катушек или установку ремонтных конструкций с наружной поверхности трубопроводов на дефектных участках.

Опыт применения комплексного диагностирования в ОАО «Самотлорнефтегаз» на примере технологических трубопроводов может быть распространен и на линейные трубопроводы, где неприменима ВТД, тогда концепция диагностирования UPP будет состоять из трех основных этапов:

- 1) исследование (сканирование) всей протяженности трубопровода без прямого доступа к исследуемой поверхности и выявление потенциальных дефектов;
- 2) диагностические работы для подтверждения наличия/отсутствия и определения точного места расположения дефектов, выявленных на 1-м этапе;
- 3) измерение размеров, подтвержденных на 2-м этапе дефектов.

Второй и третий этапы концепции диагностирования по отношению к 1-му, основному, этапу являются дополнительным диагностическим контролем (ДДК).

1. МЕТОД МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА (ММПП)

По данным разработчиков метода [3], эффективность выявления дефектов металла сопоставима с аналогичным показателем внутритрубной дефектоскопии и составляет не менее 75% –

ММПП позволяет с поверхности земли без вскрытия выявлять местоположение и характер дефектов металла и изоляционного покрытия трубопроводов (в линейных и угловых координатах) с точностью $\pm 0,25$ м.

Достоинства метода:

- скорость сканирования. Одна бригада способна проводить обследование до 20 км трубопроводов за рабочий день;
- низкая стоимость подготовительных работ, сканирования и обработки результатов. Сопоставимо со стандартным диагностированием по РД 39-132-94, проводимым, например, в целях экспертизы промышленной безопасности.

Недостатком метода, по нашему мнению, является неприемлемое для предотвращения аварий и инцидентов 75%-ное выявление дефектов, поскольку (и это было доказано при сопоставлении результатов ВТД и магнитного сканирования) на одном из трубопроводов не были обнаружены критические для целостности трубопровода дефекты, выявленные ВТД. Из 100% существующих на трубопроводе дефектов реальную опасность представляет только их небольшая часть, поэтому даже относительно высокая доля выявляемых дефектов, если рассматривать только опасные дефекты, может сократиться и до, например, 5–10%, что, очевидно, неприемлемо.

Также следует отметить в качестве слабой стороны метода неконтролируемое воздействие внешних факторов, влияющих на магнитное поле исследуемого трубопровода. **Имеющиеся недостатки делают ММПП неприменимым в качестве основного метода для целей сплошного сканирования трубопроводов.** Область его применения ограничивается вспомогательной ролью и распространяется на те случаи, когда нет других альтернатив.

2. УЗ-ДЛИННОВОЛНОВОЙ МЕТОД

Использование системы Wavemaker [4] для диагностики позволяет проводить сканирование тела трубопровода от места установки на трубопровод в обе стороны. Дальность контроля достигает 120 м в каждую сторону, что позволяет быстро и качественно проводить диа-

ГЕФЕСТ РОСТОВ

20
лет!

на правах рекламы

ООО «Гефест-Ростов»,
344064, г. Ростов-на-Дону,
пер. Технологический, 5.
(863) 277-77-93,
277-44-01, 277-34-64
e-mail: rnd@gefestrostov.ru
www.gefestrostov.ru

Таблица 1. Применимость методов сплошного сканирования для решения задачи безопасной эксплуатации трубопроводов

Показатель	Wavemaker	ММПМ
Способность выявлять все виды опасных дефектов	○	○
Влияние человеческого фактора на результаты диагностирования	○	○
Стоимость работ по диагностированию всей протяженности трубопровода	○	○
Возможность диагностирования подземных трубопроводов	○	○
Сложности и стоимость ДДК	○	○
Наличие рынка (3 и более) квалифицированных подрядчиков для выполнения работ	○	○
Достоверность полученных результатов по сравнению с ВТД	○	○

- – полностью соответствует требованиям.
- – неполное соответствие.
- – критические трудности, требуют контроля и наличия «штучных» специалистов и компаний.

Таблица 2. Применимость методов сканирования доступной поверхности для решения задачи безопасной эксплуатации трубопроводов

Показатель	УЗ	Магнитные	TS/PS-2000 вихретоковые
Способность выявлять все виды опасных дефектов	○	○	○
Влияние человеческого фактора на результаты диагностирования	○	○	○
Стоимость работ по сканированию	○	○	○
Технологичность и простота подготовительных работ	○	○	○
Сложности и стоимость ДДК	○	○	○
Наличие рынка (3 и более) квалифицированных подрядчиков для выполнения работ	○	○	○
Достоверность полученных результатов по сравнению с ВТД	○	○	○

- – полностью соответствует требованиям.
- – неполное соответствие.
- – критические трудности, требуют контроля и наличия «штучных» специалистов и компаний.

гностические работы без отключения трубопроводов и без проведения масштабных земляных работ. УЗ-технология Wavemaker выявляет дефекты с уменьшением площади поперечного сечения трубы 5% и более в эксплуатируемых трубопроводах. Выявлению подлежат следующие дефекты: общая коррозия, локальная (яз-

венная) коррозия, коррозия в области опор, трещины кольцевые, трещины продольные. К достоинствам метода следует отнести то, что он основан на анализе отраженных от дефектов УЗ-волн в отличие от ММПМ, когда анализируется магнитное поле трубопровода, измененное из-за наличия дефектов.

Также важна высокая точность определения места расположения дефекта (до 0,1 м) по длине и окружности, что значительно сокращает затраты на ДДК по сравнению с ММПМ.

Недостатки метода:

- а) критически важная роль человеческого фактора (квалификации оператора) при расшифровке результатов сканирования;
 - б) невозможность выявления глубоких дефектов с малой площадью сечения;
 - в) высокая, относительно стандартной диагностики по РД 39-132-94, стоимость работ;
 - г) протяженность сканируемого из одной точки доступа участка трубопровода на практике составляет до 20–30 м в каждую сторону для трубопроводов с коррозионными повреждениями внутренней или наружной поверхности;
 - д) для подземных трубопроводов протяженность сканируемого участка редко превышает 10 м, поэтому при их сплошном сканировании частота шурфования может составлять 1 шурф на каждые 20–30 м*.
- Тем не менее для трубопроводов UPP система Wavemaker или ее аналоги могут служить базовыми/основными методами сканирования всей протяженности трубопроводов в наземном и в подземном исполнении. В качестве дополнения к ним возможно применение вспомогательного ММПМ. Общие свойства вышеуказанных методов (ММПМ и Wavemaker):
- не являются самодостаточными, т.к. требуют ДДК и должны применяться в сочетании с другими методами неразрушающего контроля;

* При частоте шурфов в среднем через каждые 25 м на 1 км трубопровода необходимо раскопать 40 шурфов с ориентировочной стоимостью до 100–120 тыс. руб. Суммарные затраты на сканирование 1 км подземного трубопровода в этом случае составят 200–250 тыс. руб. (табл. 3). Это дорого, но сопоставимо с затратами на ВТД, а продление срока эксплуатации трубопровода на 5–10 лет по результатам последующего ремонта и предотвращения, например, не менее одной аварии или инцидента, связанного с разгерметизацией, многократно оправдывают и такие затраты на диагностику.

omniscan sx

NEW



ВЫСОКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ПРОСТОТА ЭКСПЛУАТАЦИИ, ПОНЯТНЫЙ ИНТЕРФЕЙС, МЕНЮ НА РУССКОМ, КОМПАКТНЫЙ РАЗМЕР, ДОСТУПНАЯ ЦЕНА

Olympus предлагает вашему вниманию новый дефектоскоп на фазированных решетках **OmniScan SX** с поддержкой TOFD, а также новые программные приложения (NDT SetupBuilder и обновленная версия OmniPC), расширяющие возможности **OmniScan SX** и повышающие эффективность неразрушающего контроля.

OmniScan SX, являющийся результатом более чем 20 лет лидерства в производстве платформ неразрушающего контроля – самая новейшая ФР-система, разработанная компанией Olympus на сегодняшний день.

В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ В 2013 ГОДУ!

ЭКСПРЕСС СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДА **ULTRA WAVE LRT**

NEW



Olympus NDT представляет современную систему экспресс диагностики – **ULTRA WAVE LRT**, которая используется для быстрого обнаружения и оценки коррозионного состояния, а также других дефектов на протяженных, труднодоступных участках наземных и подземных трубопроводов. С помощью системы **ULTRA WAVE LRT** осуществляется также коррозионный мониторинг вертикальных труб, труб с различным лакокрасочным и изоляционным покрытием, трубопроводных эстакад, зажимов и опор.



- велика роль человеческого фактора, поэтому очень высоки требования к квалификации персонала и организации бизнес-процесса диагностирования.

При проведении работ по диагностированию на практике также важны экономические показатели, способность метода обеспечить решение конечной задачи, а в нашем случае это обеспечение безаварийной эксплуатации трубопроводов и наличие конкурентного рынка квалифицированных подрядчиков, оказывающих услуги по диагностированию трубопроводов методами сплошного сканирования.

В таблице 1 показана оценка применимости методов сплошного сканирования трубопроводов ММПП и Wavemaker для диагностирования UPP при сравнении с ВТД. Результаты сравнения показывают, что, к сожалению, в настоящее время пока нет полноценной замены ВТД. Однако применительно к наиболее приоритетным по влиянию на бизнес и экологию трубопроводам **задача безаварийной эксплуатации UPP и сокращения затрат может быть обеспечена методами неразрушающего контроля в рамках экономически обоснованных затрат.**

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Сплошное сканирование методом ММПП или Wavemaker не является самостоятельным методом и требует ДДК, который в общем случае, в зависимости от целей диагностирования, проводится в два этапа: 1-й – сканирование доступной поверхности трубопровода для выявления и локализации расположения дефектов, выявленных по результатам сканирования всей протяженности; 2-й – измерение размеров выявленных дефектов.

Сканирование доступной для диагностирования поверхности является необходимым этапом диагностики UPP в случаях:

- отбраковки секций трубопроводов и обоснования необходимости их замены;
- локализации дефектов для ДДК 2-го этапа и назначения метода ремонта.

В работе [2] показан опыт применения системы TS/PS-2000 (Tes Tex, Inc., США) для сканирования доступной поверхности трубопровода. Применение данной системы позволяет оперативно проводить ДДК для подтверждения наличия или отсутствия предполагаемых по результатам сплошного сканирования методами ММПП и Wavemaker дефектов.

Преимущества систем сканирования доступной поверхности типа TS/PS-2000 в сравнении с более традиционными системами сканирования, основанными на ультразвуковых и магнитных сканерах, показаны в таблице 2.

ДДК 2-го этапа для эксплуатируемых трубопроводов возможно проводить в основном методами УЗ-дефектоскопии. Одними из наиболее технически совершенных являются УЗ-дефектоскопы на фазированных решетках.

Принципы работы и преимущества дефектоскопов на фазированных решетках, например, приведены в [5].

Преимущества таких дефектоскопов являются:

1. Высокая скорость контроля.
2. Одновременное получение данных во множественном диапазоне углов и глубин с помощью одного датчика.
3. Уменьшение трудозатрат и времени на контроль крупногабаритных объектов.
4. Уменьшенное время нахождения оператора в промышленно опасных условиях (таких, как повышенный уровень радиации либо других неблагоприятных для здоровья факторов).
5. Быстрое отображение секторного сканирования.
6. Высокая разрешающая способность для получения размеров и расположения дефектов.

Применение современных УЗ-дефектоскопов для измерения характеристик выявленных дефектов по сравнению с традиционными УЗ-толщиномерами, сканерами повышает достоверность полученных результатов и в конечном итоге снижает затраты на ДДК.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ UPP

Вопросы организации диагностирования трубопроводов (UPP) имеют

большое значение из-за вероятностного характера выявления дефектов, многостадийности работ, включая ДДК, высокой значимости человеческого фактора и значительной волатильности себестоимости выполняемых работ в зависимости от получаемых промежуточных результатов.

Например, выполнение 1-го этапа диагностических работ по сплошному сканированию несет в себе следующие риски:

а) невыявление всех потенциальных дефектов. Высокая чувствительность приводит к увеличению затрат на ДДК, что невыгодно подрядчику, если он выполняет весь комплекс работ за фиксированную цену. Подрядчик в данной ситуации склонен не выявлять все опасные дефекты – что невыгодно заказчику, т.к. увеличивает риски аварий и инцидентов;

б) излишняя чувствительность и идентификация всех, даже незначительных, дефектов. В случаях, если подрядчик выполняет только 1-й этап работ по диагностированию, он склонен показывать и дефекты с малой вероятностью подтверждения, т.к. за ДДК он не отвечает, и это приводит к необоснованному росту затрат на ДДК для заказчика.

Кроме того, для заказчика – владельца трубопровода работы по диагностированию могут проводиться с различными целями:

1. Экспертиза промышленной безопасности (ЭПБ), продление срока эксплуатации.
2. Планирование и обоснование реконструкции (замены участка или всего трубопровода).
3. Планирование и обоснование замены/ремонта дефектной секции.
4. Определение способа и приоритетности устранения выявленных дефектов.
5. Оценка применимости и потенциальной эффективности методов защиты от внутренней и наружной коррозии.

В зависимости от поставленных целей объемы работ по диагностированию и затраты могут существенно отличаться от минимальных в случае проведения ЭПБ, когда необходимо только формальное продление срока эксплуатации ОПО, а ответственность



Санкт-Петербург
www.terma-spb.ru

20 лет стабильной работы
на рынке производства изоляционных материалов

ТЕРМОУСАЖИВАЕМЫЕ АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

- ТЕРМА — двухслойная лента с полимерным адгезионным слоем для нанесения двухслойной полимерной изоляции или трехслойной эпоксидно-полимерной изоляции.
- ТЕРМА-Л — защитная однослойная лента-обертка без адгезионного слоя, предназначена для использования в комплексных битумно-полимерных покрытиях, наносимых горячим способом в трассовых условиях.
- ТЕРМА-МХ — защитная двухслойная лента-обертка с самоклеющимся битумно-полимерным адгезионным слоем, предназначена для использования в комплексных битумно-полимерных покрытиях, наносимых холодным способом в трассовых условиях.

ИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ СВАРНЫХ СТЫКОВ ТРУБ И ОТВОДОВ

- ТЕРМА-СТАР — манжета специального исполнения (Тип 4) для изоляции сварных стыков труб. Используется при наклонно-направленной бурении, проколах и переходах.
- ТЕРМА-СТМП — манжета для изоляции сварных стыков труб с трехслойным заводским полимерным покрытием диаметром до 1720 мм.
- ТЕРМА-СТ — лента для изоляции сварных стыков труб и отводов с двухслойным заводским полиэтиленовым покрытием.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕМОНТА ИЗОЛЯЦИИ

- ТЕРМА-РЗ, ТЕРМА-Р — комплект материалов для ремонта мест повреждения заводского полиэтиленового покрытия труб, а также покрытия на основе термоусаживающихся лент. Состоит из термоплавого ремонтного заполнителя и армированной ленты-заплатки.

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ ТЕПЛОСЕТЕЙ И ТЕПЛОПРОВОДОВ

АДГЕЗИВЫ ДЛЯ ТРУБНЫХ ЗАВОДОВ

на правах рекламы

Адрес

192029, Россия
СПб, ул. Дудко д.3
info@terma-spb.ru
www.terma-spb.ru

Email

Website

Телефоны:

+7 (812) 740-37-39

+7 (812) 339-18-20

+7 (812) 339-18-21

Факс

+7 (812) 740-37-38

Таблица 3. Типовые схемы проведения диагностических работ для технологических и линейных трубопроводов (UPP) для различных целей диагностирования

Цель проведения работ по диагностике	Примерная стоимость за 1 м, руб.	1-й этап	2-й этап	3-й этап	4-й этап
1. Экспертиза промышленной безопасности (ЭПБ), продление срока эксплуатации	7–15	Подрядчик: • диагностика по РД 39-132-94 и другим нормативным документам	Подрядчик: • экспертиза промышленной безопасности, расчет остаточного ресурса	Собственник: • регистрация результатов в Ростехнадзоре	Собственник: • принятие решения о продлении срока эксплуатации трубопровода руководителем предприятия
2. Планирование и обоснование реконструкции (замены участка или всего трубопровода)	90–125*	Подрядчик: 1) трубопроводы на поверхности: • сканирование всей протяженности трубопровода методом длинноволновой УЗ-дефектоскопии – система Wavemaker или аналоги	Подрядчик: • локализация и идентификация дефектов методом сканирования поверхности – система TS/PS-2000 или аналоги	Не требуется	Собственник: • экономический расчет альтернатив, принятие решения о реконструкции/ замене всего трубопровода или его участка или секции
3. Планирование и обоснование замены/ремонта дефектной секции	100–150*	2) подземные трубопроводы: • сканирование всей протяженности трубопровода методом ММТМ. Наиболее ответственные участки (водные переходы, пересечение коммуникаций и т.п.) – методом длинноволновой УЗ-дефектоскопии – система Wavemaker или аналоги			
4. Определение способа и приоритетности устранения выявленных дефектов	100–150*			Подрядчик: • определение типа и размера дефектов – система УЗ-дефектоскопии на фазированных решетках или аналоги	Собственник: • экспертиза результатов, принятие решения о приоритетности и способах ремонта
5. Оценка применимости и потенциальной эффективности методов защиты от внутренней и наружной коррозии	75–110*				Собственник: • экспертиза результатов, принятие решения о применении методов защиты от коррозии

* Для подземных трубопроводов стоимость может быть выше в зависимости от соотношения применения ММТМ и УЗ-сканирования и объемов работ по ДДК, связанных с шурфовкой.

за безаварийную эксплуатацию принимает на себя первый руководитель эксплуатирующей организации, до максимальных, когда необходимо обеспечить устранение рисков аварий и инцидентов и обеспечить на деле безаварийную эксплуатацию ОПО. Затраты на диагностирование, даже в максимальном объеме, кратно, не менее чем в 5–10 раз ниже, чем затраты на ремонт и ущерб от аварий и инцидентов. Здравый смысл подсказывает, что **недопустимо направлять затраты на**

защиту от коррозии, ремонт, реконструкцию трубопроводов с неизвестным техническим состоянием, что еще раз подтверждает необходимость проведения полноценной диагностики трубопроводов. Для UPP результаты работ по диагностированию в большой степени зависят от человеческого фактора и информативности выбранных методов диагностики. Следовательно, бизнес-процесс диагностирования, построенный по классической схеме «планирование

→ выполнение → контроль → корректирующие действия», должен включать не менее чем 2-кратное дублирование по методам диагностики и по анализу результатов с участием специалистов подрядных организаций и заказчика. В таблице 3 показаны типовые схемы проведения диагностических работ для UPP в зависимости от поставленных заказчиком – владельцем объекта целей. Схемы составлены с учетом соблюдения следующих базовых принципов:

- 1) предусматривать минимум два независимых метода диагностирования в случаях выявления недопустимых дефектов или дефектов, требующих устранения в течение ближайших 2–3 лет;
- 2) в процесс выявления, локализации и идентификации дефектов вовлекать не менее двух специалистов/дефектоскопистов по неразрушающему контролю;
- 3) контрольные процедуры, связанные с количеством и качеством выполняемых работ по диагностированию, выполнять и специалистами специализированной подрядной организации, и экспертами/кураторами заказчика;
- 4) корректирующие мероприятия в процессе выполнения работ по диагностированию предусматривать на всех этапах диагностирования, связанных с применением различных методов диагностики и экспертизой полученных результатов с участием специалистов заказчика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Диагностирование трубопроводов, на которых неприменима ВТД, с использованием новых методов неразрушающего контроля и современного оборудования при условии выполнения сплошного сканирования и ДДК в необходимых объемах приближается по информативности и достоверности к ВТД.

Практическая реализация концепции диагностирования в [2] для технологических нефтепромысловых трубопроводов, расположенных на поверхности, и последующий ремонт обеспечивают отсутствие аварий и инцидентов и при этом сокращают суммарные затраты на поддержание целостности трубопроводов.

2. В 2013–2014 гг. планируется распространить имеющийся опыт на линейные нефтепромысловые трубопроводы, в т.ч. и подземные. В качестве 1-го этапа развития концепции предполагается диагностировать наиболее приоритетные трубопроводы, расположенные в водоохранных зонах (в т.ч. водные переходы), в зонах повышенного общественного внимания, и трубопроводы, критичные для бизнеса, обеспечивающие выполнение производственных задач по добыче нефти.

3. В ближайшем будущем ожидается появление систем УЗ-длинноволновой диагностики по принципу Wavemaker с более мощными излучателями, что позволит увеличить дальность действия прибора и будет способствовать снижению затрат на диагностирование из-за сокращения количества точек доступа к поверхности трубопровода (шурфовка, удаление наружной изоляции).

4. Начиная с конца 1990-х гг. получили распространение трубопроводы с внутренним антикоррозионным покрытием и изолирующими втулками для защиты

от коррозии сварных стыков. В настоящее время отсутствуют приборы и методики неразрушающего контроля технического состояния защитных втулок и целостности внутреннего покрытия. Однако концепция сплошного сканирования позволяет выявлять локальные коррозионные повреждения и трещины в местах отсутствия покрытия или под дефектными изолирующими втулками. Сканирование всей протяженности методом Wavemaker для трубопроводов с внутренним изоляционным покрытием и изолирующими втулками по информативности выше, чем ВТД, поскольку позволяет обнаруживать дефекты сварных стыков, трещины и коррозионные повреждения под втулкой, что недоступно для любых приборов, применяемых при ВТД.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сивоконь И.С. Проблема локальной коррозии и ее влияние на целостность трубопроводов // Коррозия «Территории НЕФТЕГАЗ». – 2008. – № 1.
2. Внедрение новой концепции диагностики технологических трубопроводов в ОАО «Самотлорнефтегаз» / М.Ф. Галиуллин, С.Д. Шевченко, С.Н. Вагайцев, А.В. Левченко, С.В. Сараж // В мире неразрушающего контроля. – 2012. – № 3 (57). – Сентябрь.
3. Сайт компании НТЦ Транскор-К // www.transkor.ru (дата обращения 17.06.2013).
4. Сайт компании ЭКОЛИНК // www.ekolink.ru (дата обращения 17.06.2013).
5. Сайт компании ООО ПАНАТЕСТ // www.panatest.ru. (дата обращения 17.06.2013).

Diagnosis

S.N. Vagaitsev, Head of the E&P production control sector occupational health, safety and environment department of RID, ANK Bashneft OJSC;
I.S. Sivokon, engineer, A.N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry RAS

Modern NDT tools for oilfield pipeline inspection

This paper is intended for managers working for oil companies. Historically, Russian oil companies did not pay enough attention to their oilfield pipelines inspection operations. Pipelines inspections are still frequently conducted with the only practical goal of receiving formal approvals to extend pipelines service life. During the last decade non-destructive testing (NDT) equipment and methods have acquired qualitatively new capabilities to produce reliable examination results in any type of oilfield pipelines. This opens up new opportunities to ensure oilfield pipelines failure-free operation and cost reduction. The concept of oilfield pipelines inspection is described in the article; available positive experience of applying state-of-the-art non-destructive testing tools and techniques summarized. The article also deals with major production issues that can be resolved through pipeline inspection, as well as approaches to the inspection business process management including typical patterns and work-associated costs. The conclusion contains the list of outstanding issues and proposed steps to further develop inspection capabilities where in-line inspection cannot be performed.

Keywords: conception, diagnosis, business, process, integrity, pipeline, ultrasound, long wave defectoscopy.

References:

1. Sivokon I.S. Problema lokal'noi korrozii i ee vliyanie na tselostnost' truboprovodov (Problem of local corrosion and its effect on pipelines integrity) // Corrosion of «Territoria NEFTEGAS». – 2008. – No 1.
2. Vnedrenie novoi kontseptsii diagnostiki tekhnologicheskikh truboprovodov v OAO «Samotlorneftegaz» (Introduction of a new concept for process pipelines diagnostics at Samotlorneftegaz JSC) / M.F. Galiullin, S.D. Shevchenko, S.N. Vagaitsev, A.V. Levchenko, S.V. Sarazha // In the world of non-destructive tests. – 2012. – No 3 (57). – September.
3. Web-site of RDC Transkor-K // www.transkor.ru (as of 17.06.2013).
4. Web-site of ECOLINK // www.ekolink.ru (as of 17.06.2013).
5. Web-site of PANATEST LLC // www.panatest.ru. (as of 17.06.2013).