

# ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД НАРУЖНОГО КОНТРОЛЯ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

НИКОЛАЙ МАКАРОВ,  
ООО «ПодземЛокация»

ЮРИЙ СТИЦЕЙ,  
ООО «Техносфера-МЛ»

ПРЕДЛАГАЕМ ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛА «ПРОМЫШЛЕННАЯ ОКРАСКА» ИННОВАЦИОННУЮ ОТЕЧЕСТВЕННУЮ РАЗРАБОТКУ, В КОТОРОЙ ВПЕРВЫЕ В ПОЛНОМ ОБЪЕМЕ РЕАЛИЗОВАН МЕТОД ДИСТАНЦИОННОЙ МАГНИТНОЙ ЛОКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.



**И**нновационная сущность разработки состоит в комплексной реализации следующих преимуществ:

- проведение диагностики «в движении»;
- полная автоматизация процесса сбора и обработки контролируемых параметров;
- обеспечение высокой достоверности и качества результатов обследования за счет минимально возможного шага измерений (до 10 см);
- высокая производительность полевых работ;
- возможность работы на трубопроводах с высоким начальным уровнем сопротивления изоляции  $10^8 \text{ Ом} \times \text{м}^2$ ;
- практически полностью исключается негативное влияние человеческого фактора на процесс обследования;
- возможность проведения обследования независимо от сезонности, характера местности и погодноклиматических факторов.

Задачи разработки – создание современной альтернативы магнитометрическому методу контроля и связанным с ним инструментам (RD8000, PCM, C-SCAN и др.) и замещение метода катодной поляризации при сдаче в эксплуатацию законченного строительства, капитальным ремонтом или реконструкцией трубопроводов.

Разработка прошла промышленные испытания и успешно используется в дочерних обществах ПАО «Роснефть», ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть», ПАО «Интергаз Центральная Азия» и других предприятиях. В общей сложности обследовано более 2000 км подземных трубопроводов.

Использование магнитной локации при обследовании подземных трубопроводов позволяет точно определить векторы токов различных частот, текущих в трубопроводе, находясь в произвольной точке относительно самого источника магнитного поля.

Техническая реализация магнитной локации основана на решении обратной задачи магнитостатики – пространственного поиска объекта и определения его параметров по результатам измерения вектора магнитного поля в конечном количестве точек пространства на значительном удалении от объекта.

В технологии магнитной локации учитываемыми параметрами являются токи различной частоты, текущие по трубопроводу, величина намагниченности металла, глубина заложения трубы, пространственные координаты. Весь этот массив данных автоматически регистрируется с шагом сканирования 10 см и записывается в базу данных полевого компьютера. Блок магнитных датчиков комплекса считывает значения пространственных компонент магнитных полей, создаваемых контрольным током генератора, по трем координатам X, Y и Z. Эти значения регистрируются комплексом магнитной локации серии «ОРИОН» и обрабатываются с использованием алгоритмов магнитной локации. В результате обработки данных рассчитывается значение модуля контрольного тока, протекающего через минимальную единицу длины трубопровода dL.

В технологии магнитной локации обследование технических параметров изоляционного покрытия сводится к локации участков трубопровода (L1–L3), где происходит резкое или медленное падение тока генератора (i1–i4) за счет его утечки в грунт в местах повреждения покрытия. Обследование подземного трубопровода осуществляется путем прохода оператора с комплексом над трубопроводом.

При работе на трубопроводе не имеют значения ни ориентация приемной магнитной антенны комплекса в плоскости земной поверхности, ни ее отклонение от вертикальной оси, ни расстояние между антенной и тру-



## В ТЕХНОЛОГИИ МАГНИТНОЙ ЛОКАЦИИ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ СВОДИТСЯ К ЛОКАЦИИ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДА (L1–L3), ГДЕ ПРОИСХОДИТ РЕЗКОЕ ИЛИ МЕДЛЕННОЕ ПАДЕНИЕ ТОКА ГЕНЕРАТОРА (I1–I4) ЗА СЧЕТ ЕГО УТЕЧКИ В ГРУНТ В МЕСТАХ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЯ.

бoportоводом. Это позволяет оператору полевых работ обеспечить высокое качество обследования трубопровода, просто перемещая комплекс в допустимом коридоре с возможной для данного типа местности скоростью. Такой подход к выполнению измерений, обработке и регистрации данных дал возможность реализовать диагностику в движении. Влияние человеческого фактора практически полностью исключается.

Диагностические системы магнитной локации серии «ОРИОН» позволяют за один проход над трубопроводом решить три группы задач: обследовать коррозионное состояние трубопровода, оценить противокоррозионную защиту и определить пространственное положение подземного трубопровода. При этом все полевые измерения производятся диагностическим комплексом автоматически.

В настоящее время на рынке диагностических услуг используется большое количество отечественных и импортных приборов с магнитометрическим контролем. Несмотря на совершенство технического исполнения, они имеют главный недостаток – использование устаревших, по нашему мнению, методов, разработанных десятилетия назад. Таким образом, приборы наследуют следующие недостатки этих методов:

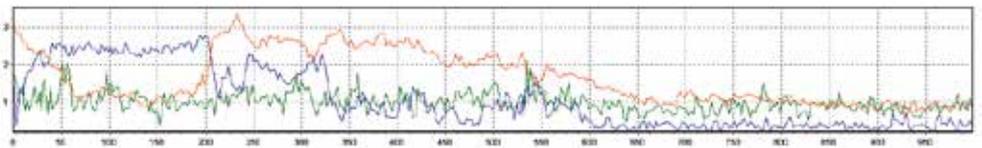
- 1) достоверность контроля зависит от точного позиционирования магнитной антенны прибора относительно оси трубопровода по вертикали и горизонтали. Для обеспечения достоверности результата от оператора требуется строгое соблюдение требований к измерению. Человеческий фактор оказывает значительное негативное влияние на результаты контроля;

- 2) пошаговое измерение с поверхности земли требует времени для подготовки к измерению, самого измерения и его протоколирования. Достоверность диагностического обследования зависит от выбранного шага измерения;
- 3) невозможность применения при обследовании переходов через водные преграды с глубинами более одного метра.

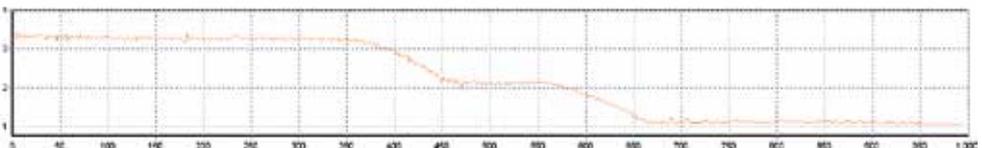
Метод магнитной локации имеет ряд преимуществ перед методом магнитометрии – точность, достоверность и скорость обследования.

К безусловным преимуществам магнитной локации относятся возможность работы на подводных переходах с глубинами до 28 м, работа на участках трубопровода, выполненных горизонтально направленным бурением, всепогодная работа в тяжелых трассовых условиях.

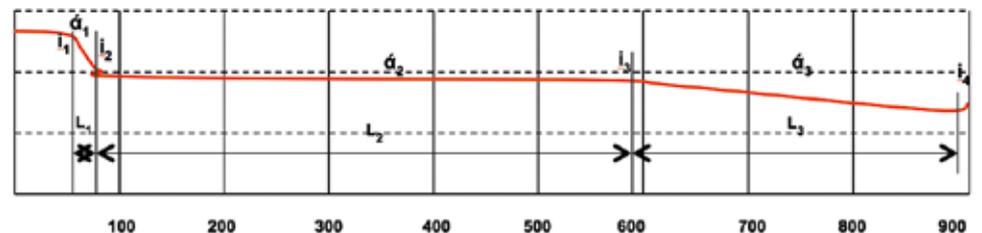
По причине высокой эффективности контроля состояния защитных изоляционных покрытий трубопроводов с начальным сопро-



Компоненты магнитного поля контролируемого тока генератора (X, Y, Z)



Контролируемый ток в трубопроводе



Локация участков падения контрольного тока в трубопроводе

тивлением порядка  $1 \times 10^8 \text{ Ом} \times \text{м}^2$  с 2012 г. ПАО «Газпром» рекомендует проводить контроль качества защитных покрытий капитально отремонтированных, законченных строительством или реконструкцией трубопроводов с применением диагностического комплекса магнитной локации ОРИОН-3М.

Компания «Подземная Геолокация» специализируется на проведении наружной диагностики подземных трубопроводов инновационными диагностическими системами магнитной локации серии «ОРИОН». Уровень технического оснащения и штат высококлассных специалистов позволяют компании решать задачи прецизионной трассировки и контроля качества защитных изоляционных покрытий подземных трубопроводов всепогодно и в любых трассовых условиях. Миссия компании – предоставлять достоверную информацию о состоянии и местоположении подземных коммуникаций с точностью до 10 см. ■

