

УДК 620.179.1

ДИАГНОСТИКА ДЕЙСТВУЮЩЕГО ТРУБОПРОВОДА
С ПОВЕРХНОСТИ ГРУНТА БЕСКОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

Д. А. КУДРЯВЦЕВА, * А. Н. КУДРЯВЦЕВ, М. Г. МЯСНИКОВА
ФБГОУ ВПО «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*ОАО «ТОМСКНЕФТЬ»

Пенза, Томск, Россия

При диагностике поверхности трубопровода используются следующие способы обнаружения дефектов: термооптический, ультразвуковой, электромагнитный, тензорезисторный и др. К дефектам трубопровода относятся нарушения сплошности или однородности структуры материала трубы (наличие трещин), зоны коррозионного поражения, отклонения размеров и др.

Внутритрубная диагностика трубопроводов основана на использовании автономных снарядов-дефектоскопов (поршней, pigs), движущихся внутри контролируемой трубы под напором перекачиваемого продукта (нефть, нефтепродукты, газ и т. п.). Снаряд снабжен аппаратурой (обычно ультразвуковой или магнитной) для неразрушающего контроля трубы, записи и хранения в памяти данных контроля и вспомогательной служебной информации, а также источниками питания аппаратуры.

Измерительная часть снаряда состоит из множества датчиков (сенсоров), расположенных так, чтобы зоны чувствительности датчиков охватывали весь периметр трубы. Это позволяет избежать пропуска дефектов трубы. Датчики ультразвукового снаряда излучают ультразвук в тело трубы и принимают отраженные дефектами сигналы. В магнитном снаряде ферромагнитный материал трубы намагничивается постоянными магнитами до состояния близкого к техническому насыщению, а потоки рассеяния, вызванные дефектами, регистрируются магниточувствительными датчиками (например, датчиками Холла).

Ультразвуковые снаряды используют обычно для контроля труб нефтепроводов, поскольку для прохождения ультразвука необходим акустический контакт датчиков с трубой, обеспечиваемый нефтью. Магнитные снаряды применяют для контроля как нефте-, так и газопроводов.

Для прохождения изгибов трубопровода магнитный снаряд-дефектоскоп состоит из трех секций, соединенных между собой шарнирно. Постоянные магниты, размещенные на двух кольцах средней секции, создают в трубе продольный магнитный поток между двумя кольцами стальных проволочных щеток, скользящих по внутренней поверхности трубы. Кольцо с подпружиненными держателями блоков датчиков расположено между кольцами щеток, обеспечивая скольжение датчиков по поверхности трубы. Полиуретановые манжеты служат для создания перепада давления перед и позади снаряда, чем обеспечивается его движение в трубе.

Снаряд вводится в контролируемый трубопровод через специальную камеру пуска-приемки, проходит по трубе сотни километров, накапливая информацию о ее состоянии в бортовой памяти, а затем извлекается через аналогичную камеру. После выгрузки снаряда, информация считывается на внешний терминал, а затем поступает на сервер базы данных, расшифровывается, обрабатывается программой обработки данных, анализируется оператором и представляется в виде отчета.

Программное обеспечение позволяет автоматически выделить области аномалий трубы, идентифицировать до 15 классов аномалий, (трещины, коррозионные поражения и т.д.), определить местоположение и размеры дефектов.

Недостатками внутритрубной диагностики является наличие камер пуска и приема внутритрубных снарядов, а также необходимость наличия специального оборудования и присутствия квалифицированных специалистов.

Принцип действия бесконтактной диагностики трубопровода заключается в измерении магнитной индукции непосредственно над трубопроводом с поверхности грунта.

Бесконтактное (с поверхности земли) обнаружение участков трубопровода с дефектами металла и сварных соединений (трещины и трещиноподобные дефекты, дефекты сварных швов, дефекты коррозии, изменения толщины стенок труб, вмятины, гофры и др.), а также чопиков и криминальных врезок предлагается производить высокочувствительным магнитометром «ZOND-M» (ООО «УНТЦ «БИНАПРО»), который испытан в ОАО «Уралтранснефтепродукт» и других предприятиях. Диагностика технического состояния трубопроводов бесконтактным магнитометрическим методом с помощью комплекса «ZOND-M» осуществлялась по РД 102-008-2002.

Область применения магнитометра «ZOND-M» – подземные стальные трубопроводы любого назначения диаметром 4–58 дюймов (114–1420 мм). «ZOND-M» позволяет в автоматическом режиме контролировать и записывать магнитограмму трубопровода с одновременной записью пройденного пути с помощью встроенного GPS навигатора (географические и метрические координаты). Запись информации производится на флэш-карту с USB разъёмом. В программу встроена экспертная система обнаружения магнитных аномалий, способная по данным результатов сканирования с большой долей вероятности интерпретировать данные, расположенные в зоне действия такой аномалии.

«ZOND-M» включает в себя такие высокотехнологичные решения, как:

– чувствительная антенная система, выполненная по новой технологии с использованием тонкоплёночных нанокристаллических материалов;

– высокопроизводительные контроллеры, встроенные в антенный узел и вторичный прибор, связанные между собой по I2C интерфейсу, позволяющему производить помехоустойчивую передачу сигналов антенного узла во вторичный прибор;

- встроенная спутниковая навигационная система;
- накопление полученной информации во флэш-памяти;
- сервисная программа для обработки, накопленной во флэш-памяти информации, и построения карты пройденного маршрута обследования с отображением пройденного расстояния в метрах и амплитуды сигнала;
- исследование трубопровода с использованием «ZOND-M» производится одним оператором и не требует изменения режима эксплуатации трубопровода.

Исследование трубопровода с использованием «ZOND-M» на ОАО «Томскнефть» (на примере участка напорного нефтепровода УПН Крапивинское – ЦПС Игол) производилось одним оператором и не потребовали изменения режима эксплуатации трубопровода.

Экономический эффект от применения бесконтактного метода диагностики обуславливают возможность проводить обследование действующего трубопровода без изменения режима эксплуатации; значительное снижение затрат на мониторинг состояния трубопровода; своевременное обнаружение скрытых дефектов; обнаружение криминальных врезок.

Проведение испытаний по диагностике действующего трубопровода с поверхности грунта бесконтактным методом ОАО «Томскнефть» показало, что внедрение систем, позволяющих проводить бесконтактную диагностику (типа «ZOND-M»), позволит решить следующие задачи: упростить способ диагностики, удешевить затраты на аппаратуру (стоимость подобного прибора составляет около 380 тыс. р), повысить достоверность обнаружения дефектов, уменьшить время обследования трубопровода. Все это позволит проводить диагностику действующего трубопровода без вмешательства в технологический процесс.