

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

УДК 629.05

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ

К. И. Бушмелева, С. У. Увайсов

Как показывает практика, при добыче, транспортировке и переработке природного газа возникают утечки загрязняющих веществ, в частности метана. Причиной утечек являются различные дефекты, возникающие вследствие коррозии стенок трубопроводов из-за повреждений изоляционных покрытий, нарушений в сварных соединениях и другие дефекты. Своевременное обнаружение утечек газа из объектов газотранспортной сети (ГТС) позволит уменьшить риск возникновения аварийных ситуаций.

В связи с этим появился комплекс научно-технических проблем по обеспечению надежности газопроводов, устойчивости их работы и безопасности, оценкам остаточного ресурса и рисков. Основным направлением деятельности для решения этих проблем является совершенствование системы мониторинга и управления техническим состоянием объектов ГТС на основе развития и создания новых методов и средств неразрушающего контроля и технического диагностирования.

В настоящее время существуют различные устройства и методы диагностирования газопроводов, которые отличаются принципом действия, чувствительностью, областью применения и др. Метрически, в смысле масштабов охвата географической территории прокладки сети, все методы условно можно разделить на методы локального и глобального диагностирования [1].

Однако огромная протяженность и разветвленность ГТС в России и в странах ближнего зарубежья, прохождение газопроводов по территориям с неблагоприятными климатическими и рельефно-ландшафтными условиями, а также отсутствие развитой и разветвленной системы коммуникаций, существенно ограничивают или делают невозможным тотальное применение локальных методов и средств диагностирования, например, таких как акустический, магнитный, оптический и др.

Более эффективными с точки зрения оперативности обследования протяженных участков магистрали являются глобальные – аэрокосмические методы (АКМ), которые с помощью различных летательных аппаратов могут дистанционно осуществлять мониторинг подстилающей поверхности средствами фото-, видеонаблюдения, а также устройствами тепловизионного, радиолокационного или лазерного зондирования. Обладая бесспорным преимуществом по масштабам охватываемой территории, АКМ уступают локальным мобильным и стационарным средствам ди-

агностирования по точности и достоверности получаемой информации о характере и месте дефекта.

В результате возникает задача объединения методов и средств локального и глобального диагностирования в единую систему мониторинга ГТС и получения на этой основе эмерджентного эффекта. Решить эту задачу позволили передовые достижения в области телекоммуникаций, в частности использование сети транкинговых средств связи.

Организация диспетчерской и внутриобъектной связи основного персонала и ремонтно-восстановительных бригад чаще всего осуществляется с помощью сети транкинговых средств, которые служат объединяющим звеном деятельности всех предприятий газотранспортной отрасли, предоставляя оперативную связь и передавая технологическую информацию.

Информационно-телекоммуникационная система (ИТС) мониторинга состояния объектов ГТС реализована в соответствии с требованиями цифрового открытого стандарта TETRA, она позволяет объединить в едином пространстве территориально разнесенные информационно-измерительные ресурсы, системы и сети, основные элементы наземной и аэрокосмической инфраструктуры транкинговой радиосвязи и абонентских радиостанций, средства диагностирования и позиционирования, расположенные на различных носителях, и обеспечивает централизованное управление данными ресурсами в целях повышения эффективной работы Единой системы газоснабжения (ЕСГ) России.

Целесообразность внедрения транкинговых средств в систему мониторинга обусловлена объективными преимуществами: многозоновым покрытием обслуживаемых территорий; надежностью; оперативностью; качеством сигнала; защищенностью от несанкционированного доступа; наличием беспроводной телефонии и телеметрии и дополнительными сервисами.

В состав системы мониторинга входят четыре основных сегмента:

- объект диагностирования – газотранспортная система, представляющая собой сеть 1–6-ниточных магистральных газопроводов, отводов, компрессорных установок и других сооружений;
- аэрокосмический сегмент – космические и авиационные летательные аппараты, оснащенные бортовым пилотажно-навигационным оборудованием;
- пользовательский сегмент – средства глобального и локального диагностирования, а также телекоммуникационные устройства, осуществляющие прием и передачу информации по различным каналам связи;
- наземный сегмент – основные и телекоммуникационные территориально разнесенные центры управления, станции сопряжения, стационарные и мобильные пункты, предназначенные для накопления и передачи всех видов информации, включая телеметрическую, позиционную.

Управление данной системой основано на базе информационно-телекоммуникационных технологий, позволяющих осуществлять сбор, отображение, обработку, анализ, прогнозирование и распространение информации посредством программно-аппаратных комплексов.

Основной задачей комплексного диагностирования газопроводов является своевременное выявление изменений его технического состояния с использованием технологии непрерывной информационной поддержки на протяжении всего жизненного цикла: при условии взаимодействия с окружающей средой, оценки остаточного ресурса, выбора наиболее эффективных методов диагностирования и средств оперативной передачи информации для обеспечения безопасной эксплуатации и надежной работоспособности ГТС.

Данная технология предполагает переход от проверки и оценки запасов прочности и работоспособности газопровода к проверке его исправности на стадии эксплуатации и ремонта. В ее основе лежит методология диагностического обеспечения объектов ГТС устройством дистанционного зондирования (УДЗ) [2] с применением средств профессиональной мобильной радиосвязи, которая в свою очередь поддерживается автоматизированной системой обработки и регистрации данных.

Управление системой мониторинга объектов ГТС осуществляется информационно-телекоммуникационной системой «Газ», построенной на базе сервис-ориентированных и геоинформационных технологий, которые являются наиболее перспективными за счет реализации мобильных компонентов, повышающих степень распределенности и интеграции ИТС с другими информационными системами газотранспортной отрасли.

Система «Газ» имеет модульную архитектуру, настраиваемую под специфичные требования пользователя, взаимосвязь осуществляется посредством использования хранилища данных.

Основой системы является подсистема «Магистральный газопровод», который позволяет вводить, отображать, осуществлять поиск и структурировать все виды географических, пространственных и любых других данных об объектах сети.

Подсистема «Диагностика и мониторинг» предназначена для объединения различных данных по обследованию газопроводов средствами локального и глобального диагностирования. Составляющими компонентами данной подсистемы является комплекс программ: «Оператор ЛУГ», «Эксперт ЛУГ», «Калибровка ЛУГ», разработанный непосредственно для осуществления обработки и анализа результатов проведения вертолетных обследований на предмет выявления утечек газа из газопроводов УДЗ и принятия оперативного решения о присвоении категории выявленным утечкам газа.

Анализ собранных данных об обстановке на объектах ГТС производится персоналом посредством программы «Оператор ЛУГ» [3], построенной на базе геоинформационных технологий, которая призвана объединить всю полученную информацию по авиационному обследованию газопроводов УДЗ для удобного хранения в базе данных, получения отчетов и последующего ее использования при прогнозировании событий.

Программа принятия оперативного решения «Эксперт ЛУГ» [4] позволяет присваивать различные категории утечкам газа из магистралей, на основе анализа данных, полученных при обследовании УДЗ, для повышения эффективности работы и снижения нагрузки оператора, принимающего решения.

По результатам анализа формируется предложение о проведении дополнительных работ по локальному диагностированию зарегистрированных утечек газа, которые передаются в центр управления и принятия решения в режиме реального времени транкинговыми средствами связи.

Для обеспечения достоверности и заданной точности информации, получаемой при дистанционном зондировании, были рассмотрены алгоритмы построения калибровочных функций на основе регрессионных моделей ИСО и РМГ, которые в свою очередь были заложены в универсальную методику калибровки измерительной системы локатора и реализованы на базе программного комплекса [5], позволяющего исключить погрешности, связанные с неправильным выбором вида калибровочной функции, и снизить затраты времени на выполнение калибровки за счет автоматизации процессов расчетов.

Подсистема «Мобильный» обеспечивает доступ к системе при полевых и авиационных работах, посредством использования устройств транкинговой связи.

Система «Газ» позволяет решать вопросы экологического мониторинга, диагностики, капитального ремонта и реконструкции технологических объектов ГТС.

Таким образом, достоинством ИТС системы мониторинга объектов ГТС является то, что она позволяет организовать и автоматизировать процесс сбора и обработки информации с территориально распределенной сети газотранспортных и подвижных объектов, оснащенных средствами локального и глобального диагностирования и приемопередающими устройствами, использующими различные каналы связи, с одновременным отображением на электронной карте системы «Газ» текущего положения и состояния объектов в режиме реального времени, а также предлагает решения по дополнительному обследованию, в случае выявления отклонений от норм по техническому состоянию объектов. И на этой основе, возможно, осуществлять оперативное диагностирование и управление состоянием газотранспортных объектов посредством принятия необходимых мер по устранению и предотвращению дефектов и утечек, что в свою очередь направлено на решение задач эффективной и безаварийной эксплуатации ЕСГ России.

Список литературы

1. Бушмелева, К. И. Анализ методов и средств диагностирования магистральных газопроводов / К. И. Бушмелева, И. И. Плюснин, С. У. Увайсов // Контроль. Диагностика. – 2010. – № 7. – С. 29–37.
2. Бушмелева, К. И. Авиационный программно-аппаратный диагностический комплекс мониторинга магистральных газопроводов / К. И. Бушмелева, И. И. Плюснин // Измерительная техника. – 2009. – № 2. – С. 41–44.
3. Бушмелева, К. И. Автоматизированное рабочее место оператора локатора утечек газа / К. И. Бушмелева, И. И. Плюснин, П. Е. Бушмелев // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 5. – С. 115–119.
4. Бушмелева, К. И. Автоматизированная геоинформационная система мониторинга технического состояния магистральных газопроводов / К. И. Бушмелева, И. И. Плюснин // Информационные технологии. – 2009. – № 5. – С. 68–72.
5. Бушмелева, К. И. Специализированный пакет программ для калибровки измерительных приборов / К. И. Бушмелева, Е. А. Яценко // Информационные технологии. – 2010. – № 10. – С. 64–67.

УДК 629.05

Бушмелева, К. И.

Система мониторинга газотранспортных объектов / К. И. Бушмелева, С. У. Увайсов // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 1. – С. 84–87.

Бушмелева Кия Иннокентьевна

доктор технических наук, доцент,
заведующая кафедрой,
Сургутский государственный университет,
628400, Ханты-Мансийский АО,
г. Сургут, проспект Ленина, 1.
(346) 276-29-00
E-mail: bkiya@yandex.ru

Увайсов Сайгид Увайсович

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой радиоэлектроники
и телекоммуникаций Московского института
электроники и математики
Национального исследовательского университета
«Высшая школа экономики» (МИЭМ НИУ ВШЭ),
109028, г. Москва, Большой Трёхсвятительский пер., 3.
E-mail: uvaysov@yandex.ru

Аннотация. Дается методика диагностирования утечки загрязняющих веществ, возникающей при транспортировке и переработке природного газа. Показано, что основной задачей комплексного диагностирования газопроводов является своевременное выявление изменений его технического состояния с использованием технологии непрерывной информационной поддержки на протяжении всего жизненного цикла: при условии взаимодействия с окружающей средой, оценкой остаточного ресурса, выбором наиболее эффективных методов диагностирования и средств оперативной передачи информации для обеспечения безопасной эксплуатации и надежной работоспособности газотранспортной сети. Приводится структура информационно-телекоммуникационной системы мониторинга состояния объектов газотранспортной сети.

Ключевые слова: мониторинг, диагностика, газотранспортная сеть, информационные системы, программно-аппаратный комплекс.

K. Bushmeleva

Doctor of Technical Science, docent,
the managing of department,
Surgut state university.
628400, Khanty Mansiysk AO, Surgut region, Surgut,
prospect of Lenin, 1.
(346) 276-29-00
E-mail: bkiya@yandex.ru

S. Uvisov

Doctor of Technical Science, professor,
the managing of department radio electronics
and the tele-communications MIEM NIU VSE,
109028, Moscow, Large Trekhsvyatitelskiy, 3.
E-mail: uvaysov@yandex.ru

Abstract. The technique of diagnosing of leakage of the polluting substances arising at transportation and processing of natural gas is given. It is shown that the main objective of complex diagnosing of gas pipelines is timely identification of changes of its technical condition with use of technology of continuous information support throughout all life cycle: on condition of interaction with environment, an assessment of a residual resource, a choice of the most effective methods of diagnosing and means of operational information transfer for ensuring safe operation and reliable operability of a gas transmission network. The structure is given is information-telecommunication system of monitoring of a condition of objects of a gas transmission network.

Key words: monitoring, diagnostics, gas transmission network, information systems, hardware-software complex.