

**ПРИМЕНЕНИЕ ОПТОВОЛОКОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА
ТРУБОПРОВОДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ
ВНУТРИТРУБНЫХ ОЧИСТНЫХ УСТРОЙСТВ**

***Аннотация:** В статье рассмотрен принцип работы и устройство оптоволоконной системы мониторинга трубопровода. Применение оптоволоконной системы мониторинга трубопровода для контроля прохождения внутритрубных очистных устройств.*

***Ключевые слова:** анализатор информации, волоконно-оптический датчик, волоконно-оптический кабель, мониторинг, трубопровод, фотодетектор, электромагнитные шумы, информационно - измерительные системы.*

***Annotation:** The article considers the possibility of conducting continuous monitoring of pipeline conditions using a fiber-optic monitoring system in order to reduce the risk of various emergency situations and determine the nature of the impact on the pipeline. The composition and structure of the monitoring system is described.*

***Key words:** information analyzer, fiber-optic sensor, fiber-optic cable, monitoring, pipeline, photodetector, electromagnetic noise, information and measurement systems.*

Принцип работы оптоволоконной системы мониторинга трубопровода.

Серийно выпускаемая оптоволоконная система мониторинга трубопровода (ОСМТ) в настоящий момент базируется на двух подсистемах: DTS (Distributed Temperature Sensor, распределенный датчик температуры) и DAS (Distributed Acoustic Sensor, распределенный датчик вибрации). Для регистрации температурных измерений используется распределительный датчик температуры (DTS), в основе работы которого лежит анализ комбинационного рассеяния (эффекта Рамана) [1]. Когда волоконно-оптический кабель (ВОК) подвергается температурному воздействию, в волокне также индуцируются микроскопические колебания. Комбинационное рассеяние света состоит из двух компонентов, находящихся симметрично пика Рэлея: стоксовый пик и антистоксовый пик. Интенсивность антистоксовского пика ниже стоксового пика, но при этом сильно зависит от температурных воздействий, тогда как интенсивность стоксового пика лишь слабо зависит от температуры. Вычислив соотношение интенсивности антистоксова сигнала к стоксову, можно получить точное значение температуры.

DAS посредством анализа вибраций в непосредственной близости трубопровода указывает на активность третьих лиц и другие потенциальные опасности в охранной зоне, а также подтверждает сигнал об утечке. DAS способен измерять и воспроизводить для диспетчера истинное акустическое поле на двух 50-километровых рукавах с каждой стороны логического модуля. Устройство посылает оптический сигнал в волокно и следит за естественными отражениями, которые рассеиваются назад по ВОК.[2] Анализируя эти отражения и измеряя время между пуском лазерного импульса и получением отраженного сигнала, DAS измеряет акустический сигнал во всех точках вдоль ВОК. Архитектура DAS заставляет ВОК работать как набор виртуальных микрофонов и в качестве средства передачи расчетной информации. DAS использует когерентную оптическую рефлектометрию (COTDR) для анализа обратно-рассеянного света Рэлея и для записи колебаний в нескольких виртуальных каналах, число которых может достигать до десятков тысяч, с

чувствительностью помех и точностью воздействия расположения каждого +/- 5 м [2]. Сотни событий могут быть обнаружены и "услышаны" одновременно и независимо друг от друга. Для более коротких по оснащению проектов, традиционная длина виртуального микрофон в 5 метров может быть уменьшена до 3 метров, поскольку новое устройство обеспечивает широкие возможности для изменения характеристиками обеспечивает нормализацию всех сигналов в каждом канале дальности. Это ключ не только к очень точному распознаванию событий, но путь к решению еще одной важной задачи - вычисление расстояния между установленным событием и трубопроводом. Эта "2D" технология открывает путь к определению воздействий не только вдоль трубопровода, но перпендикулярно к нему, например таких как пешеход или автотранспорт. На втором этапе алгоритмического анализа происшествий диспетчер может следить за событием в развитии и ОСМТ готова отфильтровать естественные события от опасных, не ставя под угрозу трубопровод и сопутствующие объекты [3].

Применение ОСМТ для контроля прохождения внутритрубных очистных устройств.

Конструкция ОСМТ является модульной и предусматривает возможность наращивания рабочих длин контролируемых участков до любой протяженности. Один электронно-оптический модуль может в режиме реального времени контролировать до ста километров трубопровода, причем для этого не потребуется установка на него какой-либо дополнительной аппаратуры, что неизбежно в случае применения так называемых параметрических систем. В результате ОСМТ отличается относительно невысокой ценой, простотой установки и не требует электрического тока вдоль трассы трубопровода. При этом передача информации о состоянии контролируемого объекта может осуществляться как в единый центр, так и по модулям.

ОСМТ наделена рядом важных новых качеств, которые стали логическим продолжением отмечавшихся специалистами ранее преимуществ СОУиКА. В частности, благодаря проведенному комплексному исследованию возможностей распознавания сигналов утечки и различных видов активности в охранной зоне разработаны алгоритмы их первичного обнаружения и классификации с применением глубокой нейронной сети. Для повышения достоверности распознавания утечки и типов активности с помощью ОСМТ возможно использование двух модернизированных виброакустических блоков, работающих в параллельном режиме.

Перед вводом в эксплуатацию ОСТМ выполняется адаптация и обучение классификатора модели нейронной сети к объекту в части обнаружения утечки, работы шанцевым инструментом и работы землеройной техники, а также в части исключения ложных срабатываний на виброакустические сигналы от различных факторов, возникающих на данном конкретном объекте, с учетом географических, природно-климатических особенностей и условий пролегания МТ, а также шумов, возникающих от природно-климатических, антропогенных и техногенных факторов, а также конструктивных и технологических особенностей МТ.

При запуске диагностических (очистных) снарядов в трубопроводе, вокруг движущегося снаряда большой массой будет возникать вибрационное воздействие в трубопроводе, которое будет передаваться через стенку трубопровода в землю. Данная вибрация улавливается распределенными датчиками вибрации ОСМТ. В связи с чем, ОСМТ может автоматически идентифицировать запуск/пропуск/прием снаряда и обеспечивать его отслеживание для исключения идентификации вибрации, вызванной снарядом, в качестве активности на трассе. Исходя из вышеизложенного ОСМТ способна выполнять функцию сопровождения диагностических (очистных) снарядов, запущенных в трубопровод для того, чтобы не идентифицировать их как нарушителей на трассе. Критерием запуска снаряда

является срабатывание сигнализаторов прохождения средств очистки и диагностики (СОД), установленных в колодцах КТ на выходе каждой камеры пуска СОД. По факту запуска СОД система ассоциирует регистрируемый движущийся источник активности в качестве виртуального объекта «СОД». При этом пространственно-временной ряд, ассоциируемый с объектом СОД, повторяет движение СОД во времени вдоль трассы. На каждой линейной задвижке имеется колодец КТ, в котором установлен сигнализатор прохождения СОД, благодаря чему СОМТ получает сигнал от соответствующих серверов о факте прохождения СОД через данную точку. Этот сигнал является подтверждением внутренним алгоритмам СОМТ о том, что сопровождаемый снаряд действительно является снарядом, а не чем-то иным. При сопровождении движущегося СОД происходит формирование пространственно-временных массивов, образующие маршрут движения СОД.

Благодаря высокой точности и одновременного вывода на экран мнемонической схемы МТ и географической карты, соответствующей указанному участку МТ позволяет определять фактическое местоположение внутритрубного снаряда в реальном времени.

Использованные источники:

1. Севостьянов В.В. Оптимизация контроля нефтегазопроводов системой непрерывного мониторинга / Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Трубопроводный транспорт углеводородов» - Омск, 2018 – с. 199-205.

2. Горшков Б.Г. Зафирный М.В. Кулаков А.Т; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью "ПетроЛайт" / патент 2271446 Российская Федерация, МПК E21B47/00, G01N9/00 «Устройство для мониторинга виброакустической характеристики

протяженного

объекта»

-

№ 2004122690/28; заявл., 27.07.04, опубл. 10.03.2006.

3. Хабаров Д.Н. Повышение эффективности обеспечения безопасности территориально-распределенных объектов волоконно-оптическими системами охраны периметра / Межвузовская научно-практическая конференция «Инновационное развитие экономики: проблемы и перспективы». – Рязань: РГРТУ, 2012. – с. 165-167.