

УДК 621.317
621.396
Н.В. Акимова
ОмГТУ, Омск

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ТЕЧЕЙ В ТРУБОПРОВОДАХ

N.V. Akimova
Omsk State Technical University
11 Mira st., Omsk, 644050, Russian Federation

DISTANATIONAL DETECTING LEAKS IN THE PIPELINES

The report is devoted to the analysis of effectiveness systems of detecting damages in the oil-pipelines, i.e. detecting their place and time of appearing and also detecting unauthorized inserts.

There is theft of oil by the inserts of pipelines in many Russian regions. Besides, today the large quantity of oil-pipelines are wear out on 70-90% and it's important to prompt detecting new leaks and rushes.

Today such problems can be solved by using the automatic systems of the pipe leak detection. It afforded to detect the facts of коррозионных leaks and the places of their appearing efficiently. It also reduces the quality of criminal inserts.

The automatic systems of the pipe leak detection worked out in Russia today has a com-petitive capacity in comparison with foreign producers. «Magistral» and «Капкан» (made in Moscow), «Intelcon» (made in Omsk), «SNKGN-2» (made in Tomsk), «Radiobarrier» (made in Moscow), «InfinityLDS» (made in Tomsk) are used more often among others Russian automatic systems.

The best complex of technical characteristics - among the automatic systems of the pipe leak detection made in Russia - has «Intelcon», worked out by «ФГУП ОННИИ» in Omsk.

Россия обладает одним из крупнейших в мире потенциалом топливно-энергетических ресурсов. Эти ресурсы распределены по территории нашей страны крайне неравномерно. Главной сырьевой базой России является Западная Сибирь. Перспективным районом нефтегазодобычи является Восточная Сибирь.

В то же время основные потребители нефти и газа находятся в европейской части страны. Кроме того, Россия является крупным поставщиком энергоресурсов на мировые рынки. Это предопределяет необходимость транспортировки значительных объемов нефти, нефтепродуктов и газа на большие расстояния.

В последнее время на территории России и стран СНГ большое развитие получил новый вид преступной деятельности — незаконное подключение к продуктопроводам. Нарушение целостности трубы магистральных нефтепроводов (МН) приводит к утечкам перекачиваемого продукта и катастрофическим экологическим последствиям.

Несанкционированная врезка (НСВ) — это нарушение изоляционного покрытия МН, сварное или резьбовое присоединение к трубе трубной арматуры или крана, то есть появление на теле трубы определенной металлической конструкции.

Ранее применяемый метод целенаправленного поиска путем обхода линейной части МН с использованием щупов и лопат был малоэффективен и не позволял обнаруживать все существующие НСВ.

Обнаружение утечек из трубопроводов — сложная техническая задача, решение которой требует специального оборудования и профессионального подхода.

Существует много методов для поиска мест разгерметизации трубопроводов, но нет метода, эффективного в любых условиях. Наиболее известны такие методы, как акустический, корреляционный, тепловизионный, комбинированный и, применяемые реже, газоаналитический и манометрический.

Основным недостатком существующих методов и средств обнаружения утечек является невозможность достоверно зафиксировать утечку, если момент ее образования совпал с началом нестационарного процесса (отключение - включение насосного агрегата, регулирование давления на выходе насосной станции и другое).

Несанкционированные подключения характеризуются тем, что процесс отбора продукта делится на три этапа: включение отбора; отбор продукта (истечение жидкости с практически постоянным расходом без быстрых перепадов давления, распространяющихся от места отбора); отключение отбора.

При малых скоростях открытия (закрытия) задвижки на несанкционированном подключении существующие системы контроля не гарантируют обнаружение утечки на первом и третьем ее этапе, а второй этап может длиться достаточно долго.

В настоящее время большее распространение получили автоматические системы обнаружения утечек, позволяющие оперативно обнаруживать факт утечки и устанавливать место ее образования. Это значительно сокращает время реакции аварийных служб и уменьшает экологический ущерб от разлива перекачиваемой жидкости, а также позволяет свести к минимуму время вынужденного простоя трубопровода. Системы обнаружения утечек позволили значительно сократить число криминальных врезок.

На территории России и СНГ наиболее часто используют отечественные автоматические системы обнаружения утечек, такие как «Магистраль», «Капкан» (Москва), «Интелкон» (г. Омск), СНКГН-2 (г. Томск), «Радиобарьер» (Москва), InfinityLDS (г. Томск). В табл. 1 приведены сравнительные характеристики данных систем по методу обнаружения повреждений, виду обнаруживаемых повреждений и возможности распознавания типов наносимых повреждений.

Система «Магистраль» представляет собой распределенную систему сбора данных, в случае повреждения магистрального трубопровода она выдает информацию о времени и месте повреждения, а также информацию о техническом состоянии элементов системы на пульт централизованной охраны (ПЦО). Функционирование системы «Магистраль» основано на

постоянном мониторинге параметров акустического фона трубопровода, выделении технологических и посторонних шумов и идентификации сигналов, возникающих при механическом воздействии на трубопровод.

Система обнаружения повреждений трубопроводов (СОПТ) «Капкан» выполняет аналогичные функции. Сигнал с выхода датчиков повреждений (СДП) подается в блок обработки сигналов (БОС) и далее по кабельной линии на удаленное терминальное устройство (УТУ). Интерфейс автоматизированного рабочего места дежурного пульта централизованной охраны (АРМ ПЦО) обеспечивает выделение цветом участка, на котором произошло срабатывание системы, вывод информации о координате места врезки, времени регистрации повреждения, порядке действий технического персонала.

Система InfinityLDS (ЗАО «Элеси» г. Томск) представляет собой многоуровневую распределенную систему сбора и обработки данных. Она позволяет дополнительно оценить величину расхода нефти или нефтепродукта.

Система непрерывного контроля герметичности нефтепроводов СНКГН-2 может работать как в составе автоматических систем управления трубопроводного транспорта, так и автономно. Принцип действия системы основан на регистрации акустического шума, возникающего при истечении жидкости через сквозной дефект.

Сигнализационный комплекс «Радиобарьер» представляет собой набор автономных радиосигнализаторов, которые передают информацию о нарушителе на пульт оператора по радиоканалу.

Принцип действия системы «Интелкон» (ФГУП ОНИИП г. Омск) основан на анализе акустических полей в металлической стенке трубы. При возникновении в трубе коррозионного порыва или течи, а также при попытке злоумышленника установить незаконную врезку для откачки продукта (закладки взрывчатки) в оболочке трубы возникают характерные акустические сигналы, анализ которых даёт представление о том, какие и на каком расстоянии от установленных датчиков присутствуют повреждения в трубе.

Привязка датчиков к географическим координатам на карте автоматизированного рабочего места производится посредством GPS/ГЛОНАСС при установке датчиков на объект контроля. Система будет работать в режиме реального времени, то есть обнаружение злоумышленника (террориста) на трассе трубопровода произойдёт ещё до того, как трубопровод будет повреждён, а обнаружение коррозионного порыва произойдёт в автоматическом режиме в максимально короткое время, что позволит минимизировать экологический ущерб от разлива в окружающую среду транспортируемой жидкости. Также система будет применяться для контроля прохождения внутритрубных снарядов с отслеживанием этого процесса в режиме реального времени по всей трассе.

Использование системы «Интелкон» позволяет дополнительно получать данные о характере повреждений (удары, сварка, сверление, шум автотранспорта).

Сравнивая выше описанные автоматические системы, можно отметить следующее (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные характеристики систем обнаружения повреждений в трубопроводах

	«Интелкон» ФГУП ОНИИП г. Омск	«Магистраль», «Капкан» НИЦ «Охрана» МВД, г. Москва	«СНКГН-2» НИИ Интроскопии г. Томск	«Радиобарьер» ООО «Полус- СТ», г. Москва	COY InfinityLDS ЗАО «Элеси» г. Томск
Метод обнаружения повреждений	Акустический, сейсмический	Акустический	Акустический	Сейсмический	По волнам давления
Вид обнаруживаемых повреждений	Утечки, порывы, врезки на стадии подготовки, проход людей, проезд автотранспорта, сопровождение внутритрубных снарядов	Утечки, порывы, врезки на стадии подготовки, сопровождение внутритрубных снарядов	Утечки, порывы, сопровождение внутритрубных снарядов	Проход людей, проезд автотранспорта	Утечки
Распознавание типов сигналов повреждения (течь, сверление, удар, раскоп грунта)	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Состав системы	Акустический датчик, сейсмоприёмник, модуль питания, вычислительный модуль, радиомодуль, ретранслятор, радиоконцентратор, носимый радиоприёмник АРМ	Акустический датчик, модуль питания, блок первичной обработки, кабель магистральный, базовая станция, блок управления, АРМ	Акустический датчик, коммутатор, усилитель, аналоговый блок, дисплейная плата, плата контроллера, плата преобразователя, блок телемеханики, АРМ	Сейсмоприёмник, радиоконтроллер, источник питания, носимый радиоприёмник, радиоконцентратор, АРМ	Датчик давления и расхода, вычислительный блок, устройство линейного сопряжения, АРМ
Точность определения координаты источника сигналов	30 м	50 м	20 м	100 м	$\pm 0,35 - 3 \%$ от длины защищаемого участка
Расстояние между датчиками	400 – 500 м	300 – 500 м	150 м	80-100 м	Десятки км

Протяжённость охраняемой зоны	До 80 км	До 10 км	До 10 км	До 50 км	До 200 км.
Чувствительность по утечкам	40 л/ч	40 л/ч	8-25 л/ч	-	1 – 3 % от текущего расхода
Условия эксплуатации:	температура от - 50 до +70° С;	температура от - 40 до +60° С;	температура от - 50 до +50° С;	температура от - 40 до +60° С;	-
Электропитание системы	Автономное на 2 года работы	Автономное на 1 год работы	220 В, 50 Гц, 56 Вт	Автономное на 1 год работы	220 В, 50 Гц

Окончание табл. 1

	«Интелкон» ФГУП ОНИИП г. Омск	«Магистраль», «Капкан» НИЦ «Охрана» МВД, г. Москва	«СНКГН-2» НИИ Интроскопии г. Томск	«Радиобарьер» ООО «Полюс-СТ», г. Москва	COY InfinityLDS ЗАО «Элеси» г. Томск
Принцип обработки и обнаружения сигналов	Пороговый обнаружитель на пассивных аналоговых цепях селекции в диапазоне от 0 до 3000 Гц 10-ю полосами по 300 Гц	Пороговый обнаружитель на активных цифровых схемах, цифровой спектральный анализ	Пороговый обнаружитель на активных аналоговых схемах в диапазоне частот от 10 до 150 кГц	Пороговый обнаружитель на активных аналоговых схемах в диапазоне частот от 0 до 200 Гц	Пороговый обнаружитель с обработкой данных в ЭВМ
Время обнаружения	10 сек	10 сек	2 – 5 мин	10 сек	5 мин
Каналы связи	Радио 25-30 км КВ, УКВ, WiMAX	Кабель	Кабель	Радио 7-15 км УКВ	Радиорелейные станции, спутниковый канал, оптоволокно
Возможность применения на действующих трубопроводах без остановки их эксплуатации	Да	Да	Да	Да	Нет
Необходимость раскопки траншеи по всей трассе трубы при установке системы	Нет	Да	Да	Нет	Нет
Удельная стоимость внедрения системы на метр трубы	8 евро	35 евро (вызвано необходимостью траншейной прокладки кабеля вдоль трассы)	27 евро	Не раскрывается	Не раскрывается

Использование в системах «Магистраль» и «Капкан», «Интелкон», СНКГН-2 акустического метода позволяет значительно увеличить количество видов обнаруживаемых повреждений. Используемый в системе «Интелкон» дополнительно сейсмический метод позволяет также обнаруживать проход людей и проезд автотранспорта.

По показателю точности определения координаты источника сигнала можно выделить две системы – «Интелкон» (30 м) и «СНКГН-2» (20 м).

Стоимость установки системы зависит и от количества установленных датчиков. Система «Интелкон» позволяет увеличить это расстояние до 400-500 м, что значительно сокращает удельную стоимость внедрения системы (8 евро на 1 метр трубы).

Система «Магистраль» позволяет устанавливать датчики на расстоянии 300-500 м, но точность определения координаты у нее ниже – 50 м. Система «InfinityLDS» по тому же показателю достигает десятки км, но используемый в ней манометрический метод обнаружения повреждений не позволяет точно определять места врезок и значительно сокращает количество видов обнаруживаемых повреждений (только утечки).

Наилучшей чувствительностью по утечкам характеризуется система «СНКГН-2» (8-25 л/ч), но она проигрывает по протяженности охраняемой зоны (до 10 км) и использованию только проводных линий связи.

Система «Интелкон» характеризуется чувствительностью по утечкам 40 л/ч и протяженностью охраняемой зоны до 80 км. Время обнаружения утечки 10 с.

Значительное преимущество перед системами «Капкан», «Магистраль», «СНКГН-2» имеет система «Интелкон» благодаря использованию спутниковых каналов связи и относительно низкой удельной стоимости внедрения системы.

Итак, по комплексу технических характеристик лучшей среди разработанных отечественных систем обнаружения течей в продуктопроводах является система «Интелкон» (ФГУП ОНИИП г. Омск).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила охраны магистральных трубопроводов. - М.: Госгортехнадзор России, 1992.
2. РД 78. 36.003-2002. Инженерно-техническая укрепленность. Технические средства охраны. Требования и нормы проектирования по защите объектов от преступных посягательств. Руководящий документ. - М.: МВД России, 2002.
3. РД 78.36.006-2005. Выбор и применение технических средств охранной, тревожной сигнализации и средств инженерно-технической укрепленности для оборудования объектов. рекомендации. - М.: МВД России, 2002.
4. <http://www.elesi.ru>.
5. <http://www.introscopy.tpu.ru>.
6. Масенков В.А., Метлин В.В. Комплексы ИТСО в трубопроводном транспорте // Трубопроводный транспорт нефти, 2005-5.