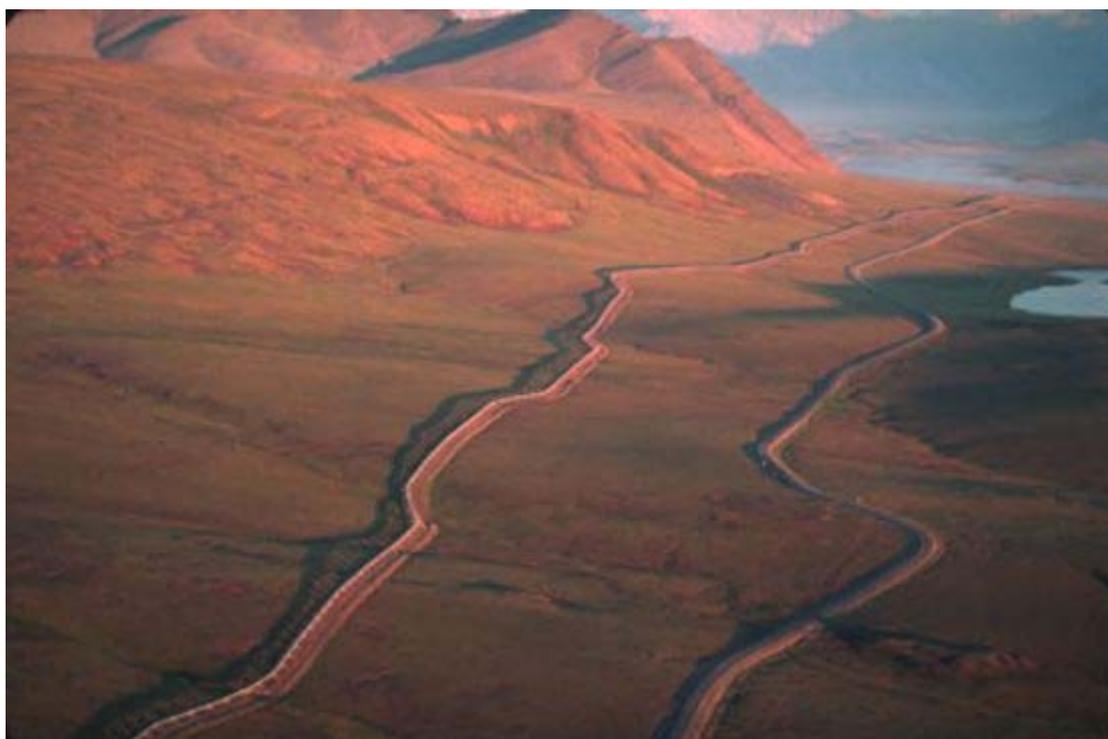


ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ

СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК И УДАРОВ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ

L.D.S.



PROCO
Process + Control

11, avenue Philippe Auguste
F-75011 PARIS - ФРАНЦИЯ
Тел.: + 33 1 53 27 19 19
Факс: + 33 1 53 27 19 10
E-mail: proco@proco-france.com

Апрель 2003 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	с. 3
I. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ И СПЕЦИФИКАЦИЯ ОСНОВНОГО ВАРИАНТА СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК И УДАРОВ	с. 5
I.1 ОБЩАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ СИСТЕМЫ	с. 6
I.2 ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ	с. 7
I.3 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ	с. 11
I.4 СПЕЦИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ	с. 19
II. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ СЕТИ СВЯЗИ	с. 22
II.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	с. 23
II.2 ОПТОВОЛОКОННАЯ СЕТЬ СВЯЗИ	с. 23
II.3 АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ РАДИОКОММУНИКАЦИЙ	с. 23
II.4 ВЫБОР РАДИОЧАСТОТ	с. 24
II.5 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОЧАСТОТ	с. 24
II.6 НАДЕЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАДИОСЕТИ	с. 25
II.7 ПОДКЛЮЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ	с. 25
III. ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ И ЕЕ НАДЕЖНОСТЬ	с. 26
III.1 ПРЕИМУЩЕСТВА	с. 27
III.2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЖИВУЧЕСТЬ СИСТЕМЫ	с. 28
III.3 НАДЕЖНОСТЬ И ТРЕБУЕМЫЕ ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ	с. 28
IV. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА	с. 29
V. ОБЪЕМ ПОСТАВКИ И КОМПЛЕКТАЦИЯ СИСТЕМЫ	с. 31
VI. ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ	с. 35
VII. СОПОСТАВЛЕНИЕ С ДРУГИМИ МЕТОДАМИ ОБНАРУЖЕНИЯ	с. 42
VIII. ВЫВОДЫ	с. 45
IX. КОНТАКТНОЕ ЛИЦО	с. 47
X. ТРЕБУЕМЫЕ ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ О ТРУБОПРОВОДЕ	с. 48

Введение

Данная Техническая презентация, составлена совместно с Metravib RDS, предлагает вниманию читателя подробную спецификацию системы, обзор областей ее применения, а также ссылки к примерам внедрения системы для ее опытно-промышленной и промышленной эксплуатации.

Система обнаружения утечек и ударов (COU, по-англ.: Leak and Impact / Shock Detection System: LDS) может быть установлена как на новых, так и на действующих наземных, подземных и подводных трубопроводах.

- Она позволяет обнаруживать утечки из (и осведомлять об ударах по) любых напорных трубопроводов, какие ни были состав и состояние проводимого продукта;
- с распределением датчиков каждые 15 км по длине трубопровода можно определить местоположение утечки (минимальный размер дыры или растрескивания – 5 мм) с точностью около 100 м по трубопроводу. Система оповещает пост управления (или, по необходимости, несколько посты управления) в режиме реального времени о детекции утечки или удара о продуктопровод;
- пробный 450-километровый участок этиленового трубопровода, оснащенный системой обнаружения утечек LDS, успешно эксплуатируется уже два года в филиале "Atochem" компании TotalFinaElf.

С учетом этого положительного опыта можно утверждать, что система LDS полностью опробована и готова к надежной промышленной эксплуатации. TotalFinaElf намерена принять принципиальное решение о масштабном внедрении этой системы на ее трассах в рамках мировой производственной программы.

Система обнаружения утечек и ударов для продуктопроводов основана на:

- акустическом методе обнаружения с помощью специфических датчиков, установленных на трубопроводе;
- определении места разгерметизации или удара на базе GPS приемников для измерения разницы времени появления шума;
- специально разработанной компьютерной системе анализа шума, позволяющей определить позицию и тип аварийной ситуации (утечка или удар), а также, в случае разгерметизации, размер отверстия или растрескивания.

Основные преимущества настоящей акустической системы следующие:

- обнаружение и определение местоположения утечки или удара о трубопровод;
- прямое определение (без сравнения с моделью);
- возможное применение к разным продуктам (любой газ, любая жидкость);
- обнаружение и определение на больших расстояниях (в некоторых условиях до 50 км между двумя датчиками);
- превосходная точность для определения места разгерметизации;
- обнаружение в реальном масштабе времени;
- обнаружение утечки маленького диаметра (минимум 5 мм);
- малая трудоемкость установки системы;
- использование сертифицированных взрывобезопасных датчиков;

- техническое обслуживание весьма ограничено;
- имеет разрешение Госгортехнадзора РФ, сертификат Госстандарта РФ об утверждении типа средств измерения, свидетельство о взрывозащищенности.

В настоящей технической презентации представлены разные варианты исполнения системы или ее составных частей.

Эта прогрессивная и эффективная система зарекомендовала себя как очень надежную установку, получив высокую оценку в компании TotalFinaElf, особенно на 450-километровом этиленовом трубопроводе во Франции, успешно защищенном системой LDS с начала 2002 года.

**I. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ И СПЕЦИФИКАЦИЯ
ОСНОВНОГО ВАРИАНТА СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ
УТЕЧЕК И УДАРОВ**

- I.1 ОБЩАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ СИСТЕМЫ

- I.2 ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

- I.3 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ
 - I.3.1 - Датчик типа гидрофон
 - I.3.2 - Датчик типа акселерометр
 - I.3.3 - Панель сбора данных
 - I.3.4 - Центральный пост управления

- I.4 СПЕЦИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

I.1 - ОБЩАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ СИСТЕМЫ

Новая и опробованная система LDS вобрала в себя все положительные стороны накопленного опыта разных подходов к проблеме определения утечек (в критических зонах, акустическим способом), а также оборонного сектора, в таких областях, как: обнаружение снайперов, техники идентификации шумов, адаптивные обучающие системы, новые методы обработки сигналов.

Компания TotalFinaElf успешно эксплуатирует данную систему во Франции для мониторинга этиленового трубопровода протяженностью 450 км. Она признана вполне конкурентоспособной, испытанной и опробованной в сфере промышленной эксплуатации химических объектов.

Функция определения утечек и ударов выполняется в онлайн-режиме путем непрерывного контроля трубопровода.

Лучшей стратегией для любого оператора трубопровода является предотвращение разгерметизации или раннее осведомление о ее появлении. Предотвращение разгерметизации поможет избежать:

- производственных потерь;
- затратных мероприятий по реабилитации загрязненных участков;
- серьезных аварий;
- ухудшения имиджа в СМИ.

Обнаружение разгерметизации на нефте-, газо- и продуктопроводах считается серьезной задачей для операторов трубопроводов или сетей трубопроводов.

Производственные потери, затраты на восстановление окружающей среды и на ликвидацию последствий крупной аварии, вызванной утечкой – это то, чего должны избегать операторы нефте-, газо- и продуктопроводов.

Операторы сетей водоснабжения озабочены главным образом производственными потерями от утечек.

Операторы разрабатывают разные стратегии предотвращения появления утечек, в зависимости от транспортируемого продукта, типа трубопровода и характеристик окружающей среды. В некоторых случаях все подходящие меры принимаются во избежание утечек, но обеспечение нулевого риска невозможно.

Риск появления утечки повышается когда операторы пытаются увеличить эксплуатационное время или прокладывают трубопровода в неблагоприятных условиях окружающей среды (в глубоких и очень глубоких водах, в арктических зонах, и т.д.).

Традиционные методы, такие как измерение перепада давления или расхода, ограничены в своих чувствительности, времени срабатывания, точности определения местонахождения аварии и типа продукта. Они, как следствие, малоэффективны.

Предлагаемая же акустическая система LDS предоставляет удовлетворительную совокупность характеристик по дальности обнаружения, чувствительности, времени обнаружения и уровню подачи ложных тревог.

Функция осведомления о производящихся ударах по трубопроводу (экскаватором, буровой машиной, выстрелом и др.) и определения места происшествия является уникальной, поскольку она подает оператору ранний сигнал тревоги, благодаря которому возможно предотвратить фактическую утечку.

Система LDS была интенсивно испытана в сетях водоснабжения, на нефте- и газопроводах и на трубопроводах, транспортирующих химические продукты в жидкостной или газовой фазе.

Эта система обнаружения утечек использует один из следующих двух типов датчика:

- Гидрофон, установленный на Т-образном фитинге трубопровода, в контакте с продуктом;
- Акселерометр, установленный снаружи трубопровода.

Датчики и вспомогательные устройства предусмотрены для долговременной эксплуатации с малым объемом техобслуживания.

1.2 - ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

Любая утечка из продуктопровода является источником шума. Амплитудный и частотный спектры этого шума зависят от свойств жидкости, и от расхода и геометрической конфигурации утечки.

Шум от утечки или удара распространяется и продвигается по трубопроводу на очень большие расстояния. Гашение шума по длине трубопровода зависит от жидкости, типа и геометрии трубопровода, его окружающей среды и частотного спектра самой утечки.

В любой точке трубопровода шум от утечки или удара создает колебания давления, которые могут быть измерены специальными акустическими и вибрационными датчиками, установленными на трубопроводе.

Соответствующей методикой обработки данных излучаемый шум выделяется от фонового шума в трубопроводе.

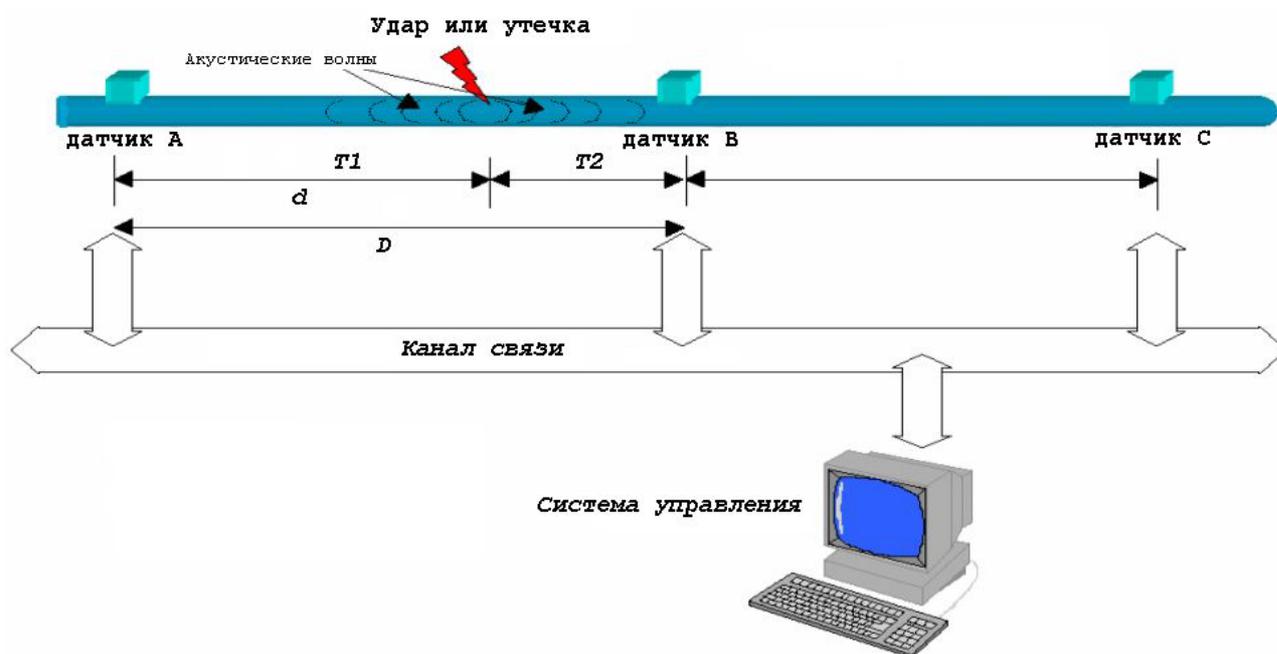
Поступающий в ЦПУ сигнал подвергается компьютерному анализу, по результатам которого срабатывает тревога.

Точное определение местоположения утечки или ударов возможно, если установить датчики по всему трубопроводу и обеспечить постоянный контроль в режиме реального времени.

Определяя скорость распространения звука внутри трубопровода, и используя точное расстояние между датчиками, позиция разгерметизации может быть точно вычислена с помощью следующей формулой:

$$d = \frac{D - V \cdot t}{2}$$

где d : расстояние между источником шума и рассматриваемым датчиком
 D : расстояние между рассм. датчиком (А) и соседним датчиком (В)
 V : скорость звука в трубопроводе
 t : разность времени прихода шума к датчикам А и В: $t = T_1 - T_2$



Определенное число датчиков должно быть установлено вдоль трубопровода для ее защиты по всей протяженности. Основной вариант распределения датчиков предполагает их установку через каждые 15 км.

Принципы локализации или выявления утечки или удара идентичны. Неожиданный случай, такой как удар молотком, анкером, экскаватором, буровой машиной или выстрелом по трубопроводу, взрыв или землетрясение, является источником шума, распространяющегося в трубопроводе. Так же как и шум утечки, это кратковременное столкновение может быть дистанционно обнаружено, и его координаты по трубопроводу, вычислены. Удар хорошо определяется, так как это очень энергетический и короткий импульс. Амплитуда и длина этого импульса будут зависеть непосредственно от типа аварии.

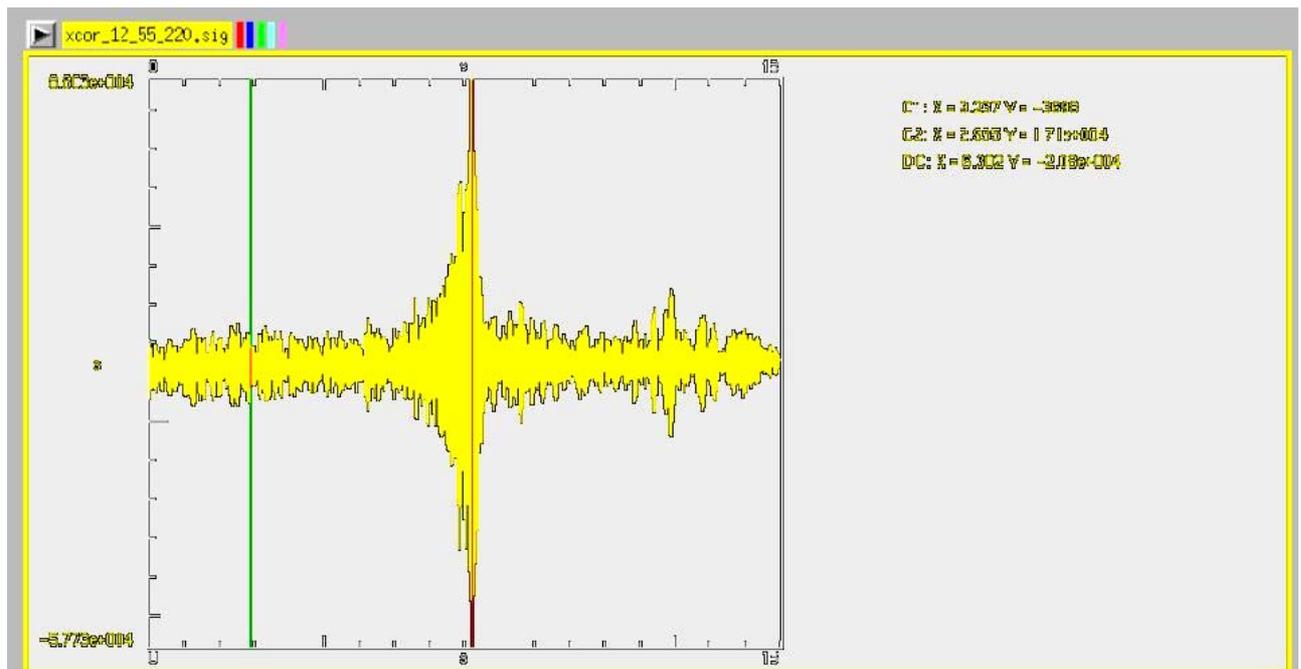
Удар и утечка хорошо различимы. Удар кратковременен. Разгерметизация может произойти внезапно, но шум от нее постоянный. Удары о трубопровод могут повреждать его, причиняя разгерметизацию. Осведомление о производящихся ударах служит предварительной тревогой утечки для оператора.

Для того, чтобы определить местоположение утечки или ударов, предлагаемая Центральная Система Управления будет программирована с заданными параметрами, как точным расстоянием между датчиками и скоростью звука (измеренной или расчетной).

Как только утечка или удар обнаруживается, оператор отправляет команду на место происшествия для его перекрытия и для ликвидации аварии. Для выполнения этой задачи расстояние d между местоположением утечки или удара и одним из датчиков выдается системой.

Для определения позиции система использует акустический корреляционный метод.

По обнаружение удара или утечки в зоне датчика N , система сохраняет звуковые сигналы, почти одновременно полученные датчиками N , $N+1$, $N-1$ (временную синхронизацию обеспечивают GPS-приемники). Эти сигналы передаются в ЦПУ через канал связи. ЦПУ вычисляет взаимные корреляционные функции ($N-1, N$) и ($N, N+1$). Изображение такой взаимной корреляционной функции приведено ниже.



Взаимная корреляционная функция позволяет выявить наличие когерентного источника шума на сегменте между датчиками. Метод дает хорошие результаты при некогерентном фоновом шуме, как, например, шуме прохода продукта по трубопроводу. Однако, при наличии когерентного шума (от отсечного клапана или от насоса) необходимо применять специфическую методику обработки сигнала. Система обнаружения может быть запрограммирована с одним из следующих методов обработки полученных сигналов:

- взаимокорреляция в режиме реального времени;
- частотная фильтрация;

- вычитание шума;
- выделение волн с использованием сигналов, зафиксированных двумя или тремя расположенными близко друг от друга датчиками.

Панели Сбора Данных (ПСД, по-англ. DCP: Data Collector Panels) программируются из ЦПУ через канал связи.

По запросу, через специфический факультативный модем можно управлять ЦПУ и каждой из ПСД с любой точки мира. Таким образом техническое обслуживание может производиться по сети связи.

Систему обнаружения LDS можно также перепрограммировать в случае изменения конфигурации трубопроводной сети.

Позиция взаимокорреляционного пика прямо указывает место происшествия благодаря вышеизложенной формуле.

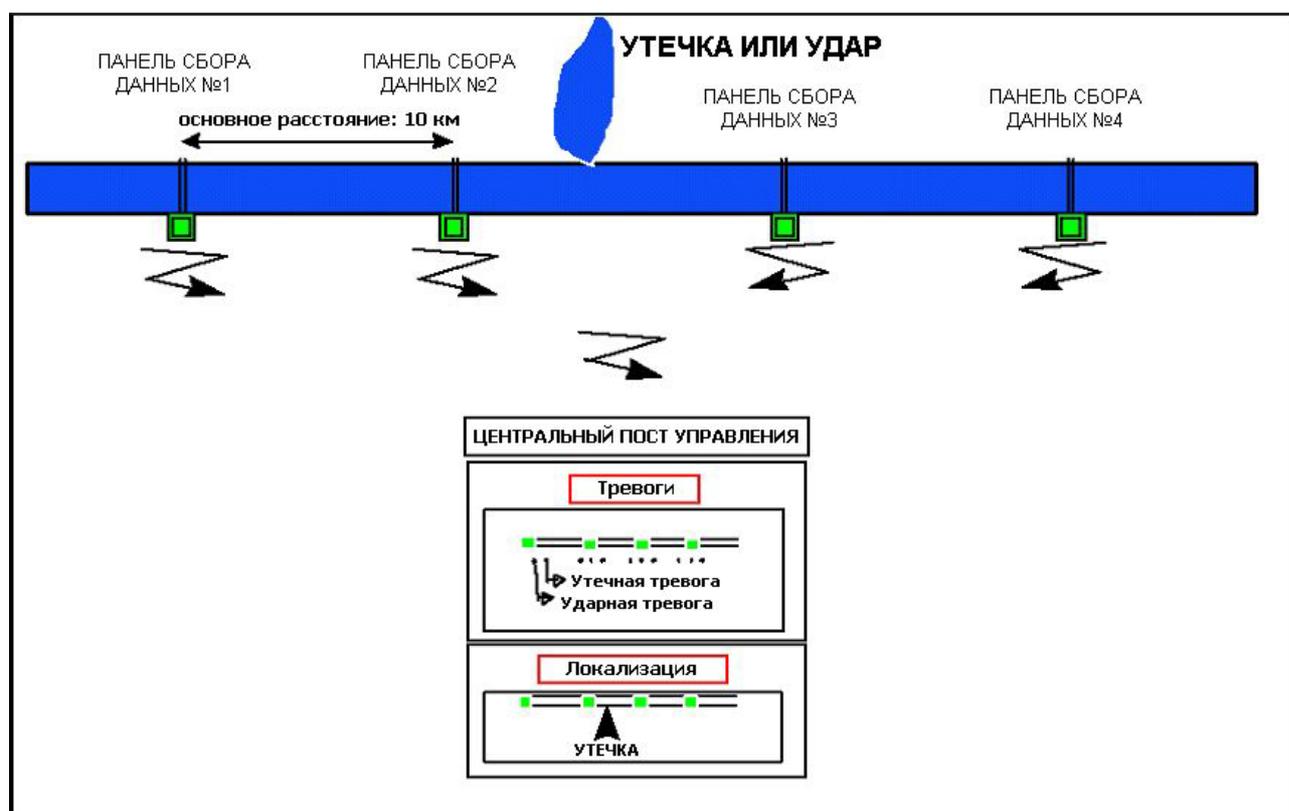
Точность определения местоположения зависит от трех факторов:

- точность определения скорости звука (которая может быть измерена или рассчитана);
- точность определения линейного расстояния между датчиками;
- точность "глобального" времени, выдаваемого навигационной спутниковой системой GPS, использование которой бесплатно.

Нормальная общая точность системы LDS – около 1% расстояния между датчиками. Точность может быть увеличена, определив с меньшей погрешностью скорость звука по трубопроводу.

1.3 - ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

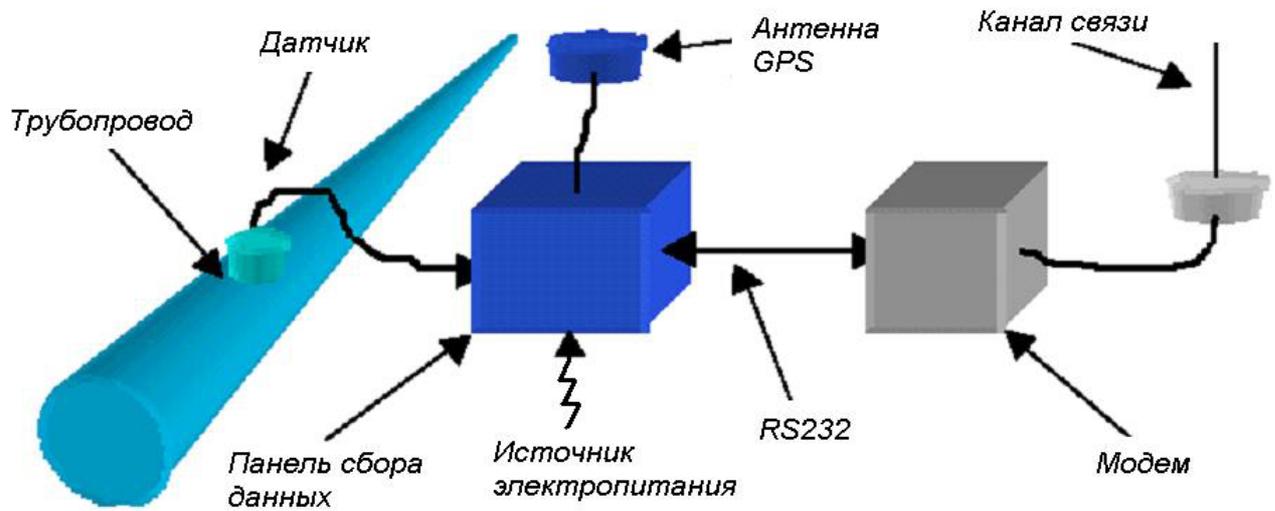
Схематическое описание акустической системы обнаружения утечек показано ниже на блочном диаграмме.



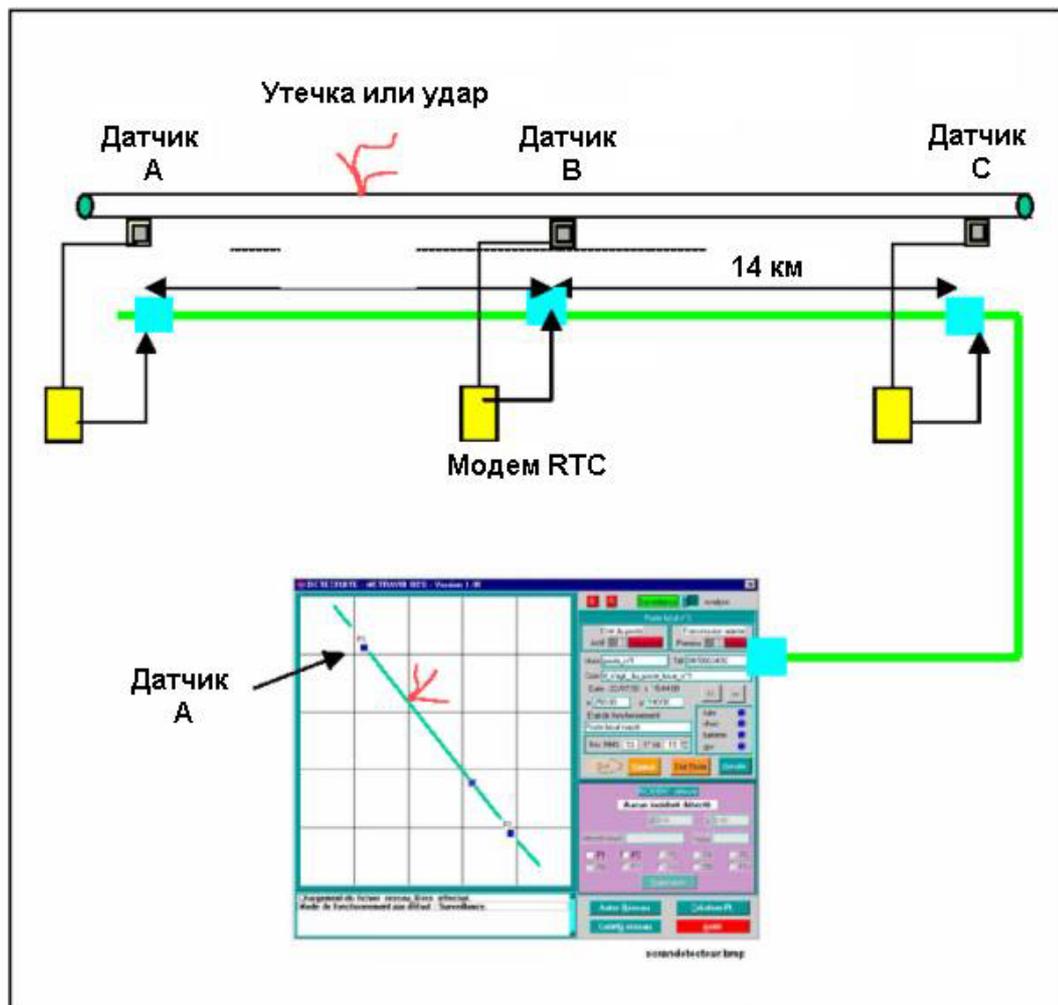
Система состоит из определенного числа Панелей Сбора Данных, установленных вдоль трубопровода и персонального компьютера, установленного в ЦПУ и отображающего результаты.

Такие параметры, как минимальные определяемые размеры утечки, имеющаяся в наличии энергетическая система или сеть телекоммуникаций, расположение внутреннего источника шума и экономические показатели принимаются во внимание при разработке системы обнаружения утечки.

Составные части измерительных станций



Главные составные части системы LDS описаны ниже. Архитектура выглядит следующим образом:



Для обнаружения утечек минимального размера рекомендуется использовать высокочувствительный взрывобезопасный датчик CPA20.

Гидрофон CPA20 измеряет непосредственно в продукте акустический шум, который распространяется по длине трубопровода со скоростью звука. Каждый гидрофон должен быть установлен в выступающей части Т-образного фитинга (вне основного потока). Этот тройник должен быть оснащен (ручным) запорным шаровым вентиляем для удобства монтажа и техобслуживания датчика. Гидрофон CPA20 поставляется в комплекте с фланцем DN25 PN100 ISO RTJ и с защищенным кабелем для соединения с Панелью Сбора Данных.

I.3.1 - Датчик типа гидрофон

Датчик акустического давления (гидродатчик) монтируется в выступающей части горизонтального Т-образного фитинга (вне основного потока) трубопровода. Для установки датчика нужен фитинг с резьбой, предположительно 1-дюймовый фланец. Таким образом чувствительная часть датчика находится непосредственно в продукте. Датчик акустического давления поставляется в сертифицированном взрывобезопасном исполнении.



Гидрофон CPA20 - 30 МПа - Eex



Гидрофон для питьевой воды Н100

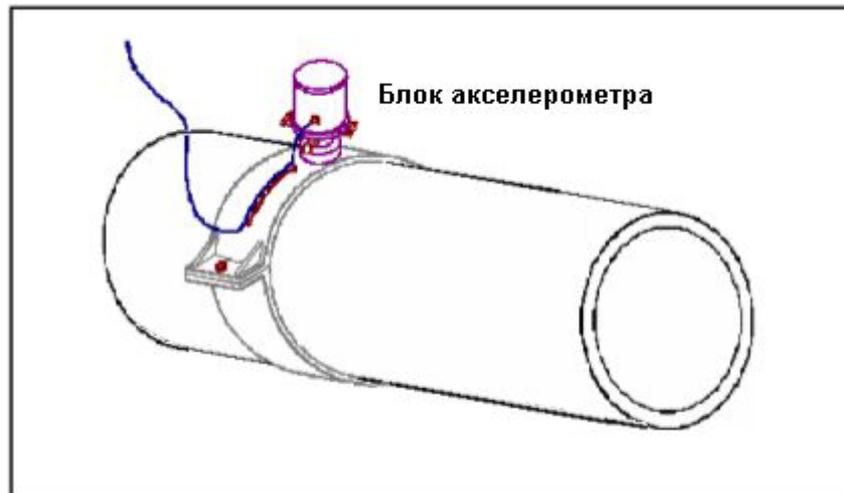
Датчик – Гидрофон

Тип	Н100	Н70	СРА20
Среда	Вода	Нефть, газ, химикат	Нефть, газ, химикат
Чувствительность дБ 1В/мкПа	-194	-201	-216
Предельное давление МПа	1	7	30
Габаритные размеры мм	длина : 75 ; диаметр : 35	дл.: 75 ; шир.: 40 ; выс.: 60	длина : 75 ; диаметр : 35
Материал	Силикон RTV11 + нерж. сталь 316	Полиуретан + нерж. сталь 316	Нерж. сталь 316
Длина кабеля м	10	< 300	< 300
Свидетельство о взрывобезопасности	Нет	EN50014 и EN50020	EN50014 и EN50020

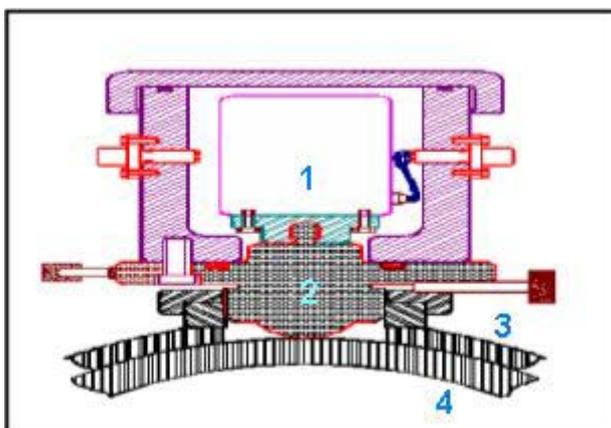
Гидрофон должен быть установлен в выступающей части горизонтального Т-образного фитинга с фланцем и ручным запорным шаровым вентилем (диаметром 1") для установки и техобслуживания.

1.3.2 - Датчик типа акселерометр

Когда установка датчика акустического давления в прямом контакте с продуктом (гидрофона) невозможна или непозволительна, используются акселерометры высокой чувствительности. Акселерометр устанавливается в блоке с манжетой поверх изоляционного кожуха существующего трубопровода (см. ниже рисунок).



Ниже изображена схема блока акселерометра.



- 1 - Акселерометр
- 2 - Интерфейсный модуль
- 3 - Манжета вокруг трубы
- 4 - Стенка трубопровода

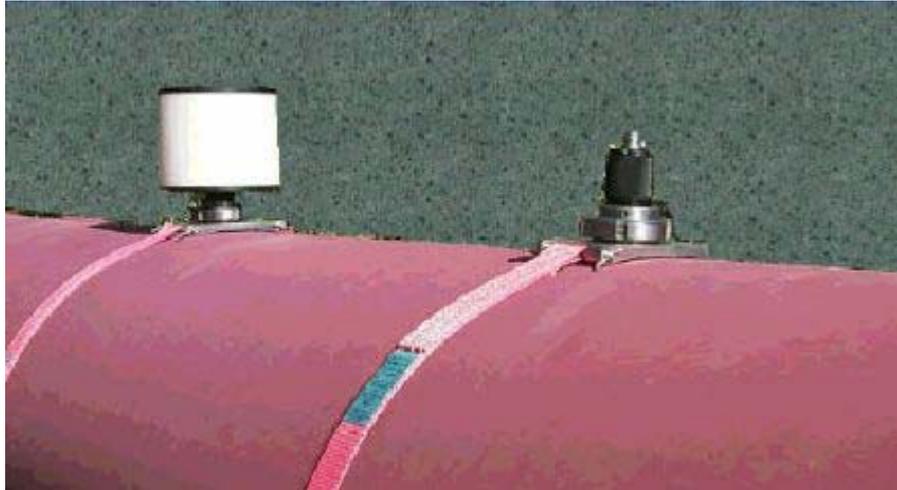
Акселерометр лучше всего устанавливается на существующих локальных постах, где нет, и не будет отверстий на трубопроводе.

Особый дизайн блока акселерометра гарантирует хорошую передачу акустического сигнала между металлом трубопровода и датчиком. Для этого шариковый контакт интерфейсного модуля должен быть приложен непосредственно к стенке трубопровода, поэтому необходимо удалить диск покрытия диаметром приблизительно 50 мм для обеспечения контакта.

Интерфейсный модуль изготовлен из пластмассы. Во избежание коррозии пространство между модулем и трубой заполняется маслом.

Вся аппаратура монтируется в водонепроницаемых панелях и соединяется водонепроницаемыми разъемами.

Ниже показаны изображения акселерометров, зафиксированных на трубопроводах:



1.3.3 - Панель сбора данных

Панель Сбора Данных – электронная вычислительная панель, которая обрабатывает и анализирует спектр шумов, прослушанных датчиком.

Функции ПСД:

- Автоматическое определение утечек и ударов
- Акустическая фильтрация
- Запись сигнала
- Настройка датчика
- Сетевая связь с ЦПУ
- Синхронизация по универсальному времени от системы GPS
- Низкое энергопотребление

Панели Сбора Данных были разработаны с элементами, потребляющими малое количество энергии (несколько ватт на ПСД).

Возможны различные варианты электропитания:

- Стандартный источник питания (монофазное 220 В переменного тока - 50 Гц или 110 В переменного тока - 60 Гц или 12 В постоянного тока)
- Интегрированные батареи 12 В для аварийного электропитания в случае отключения основного источника.

I.3.4 - Центральный пост управления

Интерфейс "человек-машина" Системы определения утечек и ударов построен на базе GUI (GUI: Graphic User Interface – графический пользовательский интерфейс).

ЦПУ использует обычный персональный компьютер (типа PC Pentium) со специально разработанным программным обеспечением и оборудованием.

Персональный компьютер устанавливается в комнате с кондиционированным воздухом и соединяется с каждой Панелью Сбора Данных трубопровода через существующую или специально установленную (радиорелейную или оптоволоконную) сеть связи.

Персональный компьютер включает экран. Требуемый источник электропитания в ЦПУ – монофазный 220 В / 50 Гц или 110 В / 60 Гц на соответствующем непрерывном блоке питания.

ЦПУ выполняет следующие функции:

- Настроить параметры Панелей Сбора Данных;
- Периодически проверять каждую ПСД,
- Показывать сигналы тревоги, посланные ПСД (утечные и ударные);
- Получать акустические сигналы от ПСД;
- Отображать и воспроизводить акустические сигналы (оператору предоставляется возможность визуализировать и прослушивать шум, измеренный датчиками);
- Точно вычислять и указывать место разгерметизации или удара;
- Записывать и сохранять сигналы, точное время и тип тревоги;



Карта трассы Окно отдельного измерительного пункта Выбор режима

Текущее состояние изм. пункта

Управление коммуникацией с ПСД

Окно тревог

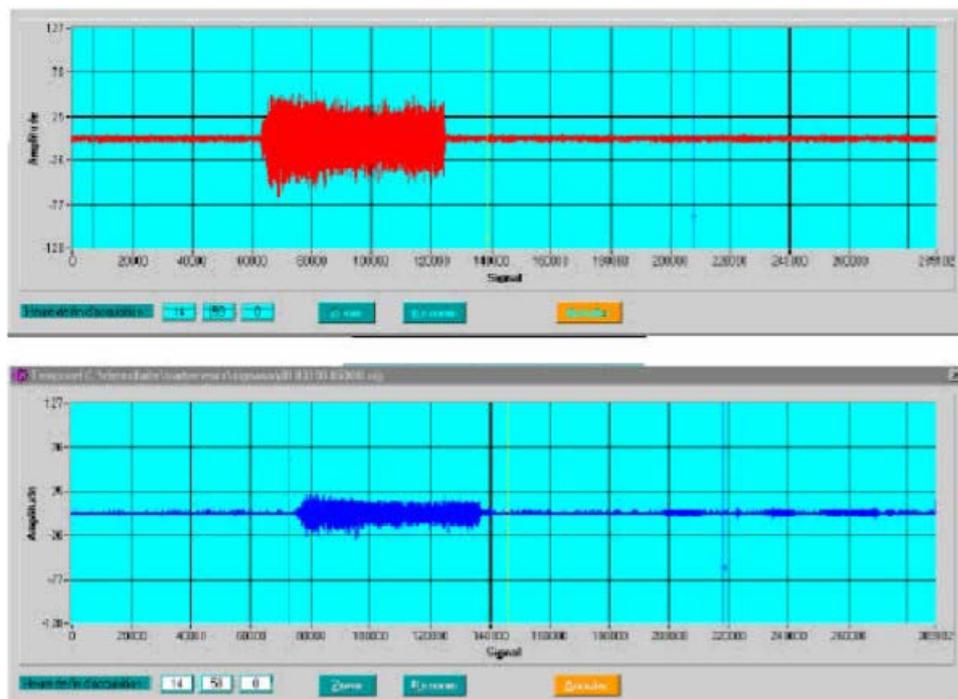
Окно конфигурации

Окно команд

ecrandetecteur.bmp

Главное окно управления ПК ЦПУ

Окно аналогового сигнала: Спектр шума на экране ПК



Канал связи между Панелями Сбора Данных и персональным компьютером ЦПУ может быть различных типов:

- Обыкновенная телефонная кабельная связь;
- Сотовая телефонная связь (интегрированная в наших ПСД) если имеется;
- Спутниковая телефонная связь;
- Оптоволоконная связь;
- Связь через электрические кабели;
- Портативное радио (рация).

Требуемый модем будет установлен внутри ПСД для обмена данными с ЦПУ.

1.4 - СПЕЦИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Система LDS состоит из следующих элементов:

ДАТЧИК ТИПА ГИДРОФОН СРА 20

<i>Характеристики</i>	<i>Спецификация</i>	<i>Комментарии</i>
Габаритные размеры	диаметр: 125 мм, длина: 200мм	
Рабочая температура	от -20°C до +50°C	
Рабочее давление	Максимум 15 МПа	

Требуемое соединение	к Панели Сбора Данных	
Испытательное давление	30 МПа	Гидравлическое испытательное давление
Максимальная длина кабеля	300 м	Со стороны датчика кабель защищен 3-х метровым гибким рукавом из нержавеющей стали
Взрывобезопасность EEX	EEx-dIIB T6	
Установка на трубопроводе	Фланец DN25 ISO PN100 тип 11-J (или класс 600-RTJ)	
Электрическая защита	IP67	
Вес	3,7 кг	Без кабеля
Количество	один через ~15 км	
Зона установки	на ответвлении	
Диаметр ответвления	> 25 мм	
Расстояние до трубопровода	< 2 м	

ПАНЕЛЬ СБОРА ДАННЫХ (ПСД) PL100

<i>Характеристики</i>	<i>Технические требования</i>	<i>Комментарии</i>
Габаритные размеры	500*300*130 мм	
Опора	4 крепежных узла диаметром 10 мм. 4 отверстий на 32x260 мм, M8	
Вес	7 кг	
Соединения	- к внешнему источнику электроэнергии; - к датчику; - к сети связи; - к GPS-антенне; - заземление (для Eex)	
Источник питания	блок регулировки электропитания и аварийная батарея 12 В	
Электропотребление	Максимум 3,5 Вт	
Рабочая температура	-20°C до +50°C	
Температура окр. среды	-20°C до +50°C	
Влажность	до 100%	
Количество	1 ПСД на датчик	
Сеть связи	Двусторонняя, минимальная пропускная способность 1200 бит/с	ПСД подходит к любому типу связи (радиорелейной, спутниковой, GSM, оптоволоконной, RTC ...)
Тип связи	RS232, асинхронная, двусторонняя, без гальванической изоляции	ни RTC ни CTS

Защита	IP54.	
Требуемая инфраструктура	GPS-антенна. Укрытие от дождя, ветра, прямого солнечного излучения	
Расстояние ПСД-GPS	Максимум 12 м	
Зона установки	Безопасная зона	
Антенна GPS	С наконечником типа "Bullet" ("пуля"). Установленная в зоне безопасности, в прямом виде к спутникам.	
Электромагнитная совместимость	EN 61000-4-5	

КОМПЬЮТЕР ЦПУ

Характеристики	Технические требования	Комментарии
Размер	Персональный компьютер	PC Pentium III или выше
Зона установки	Безопасная зона	
Источник питания	110 В / 60 Гц или 220 В / 50 Гц	
Потребляемая мощность	100 Вт	
Требуемая инфраструктура	Комната с кондиционированным воздухом	
Рабочая температура	+10°C до +45°C	
Требуемые соединения	- к источнику питания; - к сети связи	

Вид экрана системы управления



II. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ СЕТИ СВЯЗИ:

- оптоволоконная сеть;

- радиорелейная сеть;

- подключение к существующей сети связи

II.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

II.2 ОПТОВОЛОКОННАЯ СЕТЬ СВЯЗИ

II.3 АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ РАДИОКОММУНИКАЦИЙ

II.4 ВЫБОР РАДИОЧАСТОТ

II.5 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОЧАСТОТ

II.6 НАДЕЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАДИОСЕТИ

II.7 ПОДКЛЮЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ
ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ

II.1 - ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Необходимо обеспечить эффективную и устойчивую систему коммуникаций между Панелями Сбора Данных и ЦПУ. Соответствующая сеть связи может быть:

- Оптоволоконная сеть (вдоль по трубопроводу);
- Общественная / частная телекоммуникационная сеть;
- Радиорелейная сеть.

Варианты сети связи должны изучаться отдельно по каждому конкретному проекту установки системы LDS.

В некоторых случаях возможна совместная передача и обработка сигналов не только самой системы обнаружения утечек, но и других систем, как систем управления КИП трубопровода.

Предложенные сети связи – профессионально защищены, их эффективность и устойчивость к кризисным событиям значительны.

Возможно и подключение к существующей или новой общественной телекоммуникационной сети.

II.2 - ОПТОВОЛОКОННАЯ СЕТЬ СВЯЗИ

Если трасса оснащена оптоволоконной сетью, то необходимая для системы LDS передача информации может осуществляться по этой сети. Это, безусловно, самое экономное решение.

II.3 - АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ РАДИОКОММУНИКАЦИЙ

- Исключительные радиочастоты в пределах рассматриваемой географической зоны;
- Инфраструктура радиосистемы посвящена решению промышленных задач оператора;
- Высокое среднее время безотказной работы.

Установка собственной радиокommunikационной системы оправдывается, когда надежность имеющейся в распоряжении системы связи (например, телефонной кабельной, сотовой или спутниковой) зависит от внешних факторов, неконтролируемых оператором.

Предложенная радиосвязь позволяет:

- Передавать данные измерительных станций;
- Общаться в голосовом режиме между ЦПУ и измерительными станциями.

Сеть построена на принципе разветвленной серийной радиорелейной магистрали типа точка к точке по частоте 1,4 ГГц с пропускной способностью 320 кбит/с. Сота каждого радиопередатчика покрывает от 7 до 15 панелей сбора данных.

Примечание: Для уменьшения расходов, радиопередатчики могут быть установлены на существующих радиобашнях (как, напр., башнях сотовой связи).

II.4 - ВЫБОР РАДИОЧАСТОТ

Для передачи между радиорелейными точками на большие расстояния без метеорологических ограничений (больше 100 км на ровных зонах) ведомственные инструкции как правило оставляют полосу частот вокруг 1,4 ГГц.

Такие каналы связи дают возможность высокого уровня эффективности коммуникации между ПСД.

II.5 - РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОЧАСТОТ

Для создания сеть радиопередатчиков между измерительными станциями возможны различные решения в зависимости от функциональных возможностей и разрешений: частоты полосы 35/40 МГц в режиме полidupлекса рекомендуются для низких входов.

Выбор частот предоставляет следующие преимущества:

- большие покрываемые расстояния;
- избыточность каналов связи: измерительные станции могут общаться с 2-мя радиорелейными точками (основной и резервной);
- простота эксплуатации.

Регулярное циклическое распрашивание измерительных станций персональным компьютером ЦПУ будет осуществлено различными способами, включая независимый дополнительный голосовой (телефонный) способ.

II.6 - НАДЕЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАДИОСЕТИ

Все оборудование (такое как башни, антенны, радиорелейное оборудование, панели и кабельные соединения) широко используется в настоящее время в других существующих сервисных сетях, его надежность и эффективность доказаны.

Непрерывное питание радиомодема измерительных станций обеспечивается с помощью интегрированных 12В-батарей, переключающихся в случае прекращения подачи электроэнергии.

Радиочастоты позволяют фильтровать источник шума от исключительного распространения промышленных шумов или шумов окружающей среды.

Все оборудование и радиопередатчики идентичны для каждой измерительной точки, что дает возможность их взаимозаменяемости и простоты обеспечением запчастями.

Разветвленная структура сети позволяет ей бесперебойно передавать данные даже при отказе одной радиорелейной точки.

II.7 - ПОДКЛЮЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ

Существующая общественная телефонная сеть должна быть надежна, ее оперативность и устойчивость к кризисным ситуациям принципиально важны.

Сеть должна быть непрерывно работоспособной во время эксплуатации системы обнаружения утечек и ударов: любое прекращение работы сети влечет за собой прекращение работы системы обнаружения, поскольку данные и тревоги больше не поступают от Панелей Сбора Данных на ЦПУ.

Каждая ПСД оборудована RTU (Remote Terminal Unit: удаленным терминалом) и сетевой платой для общением с ЦПУ.

III. ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ И ЕЕ НАДЕЖНОСТЬ

III.1 ПРЕИМУЩЕСТВА

III.2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЖИВУЧЕСТЬ
СИСТЕМЫ

III.3 НАДЕЖНОСТЬ И ТРЕБУЕМЫЕ ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ

III.1 - ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ LDS

Промышленная эксплуатация системы LDS демонстрирует ее способность успешно обнаруживать утечки и удары и определить их местоположение на трубопроводе. Верные сигналы тревоги отправляются оператору, который может соединиться с Панелью Сбора Данных для анализа и прослушивания акустического сигнала. Синхронизированные с помощью системы GPS Панели Сбора Данных и специфическое программное обеспечение по обработке акустических сигналов в ЦПУ позволяют точно и быстро локализовать утечку или удар (с погрешностью около 0,5%-1% расстояния между соседними датчиками).

Панели Сбора Данных, оснащенные либо внешним акселерометром, либо очень чувствительным внутренним датчиком акустического давления, характеризуются гибкой настройкой и легкой установкой.

Применения разные:

- постоянный мониторинг за появлением разгерметизации трубопроводов и сетей трубопроводов для транспортировки воды, нефти или газа;
- постоянный мониторинг для осведомления о риске повреждения трубопровода вследствие ударов или столкновений (при строительных работах, из-за аварии, взрыва, теракта, столкновения с корабельным якорем...);
- мониторинг подводных трубопроводов;
- определение местоположения утечки на больших расстояниях;
- временный мониторинг за возможным ударом во время строительных работ на месте прокладки трубопровода.

Основные преимущества акустической системы следующие:

- обнаружение и определение местоположения утечки или удара о трубопровод;
- прямое определение (без сравнения с моделью);
- возможное применение к разным продуктам (любой газ, любая жидкость);
- обнаружение и определение на больших расстояниях (в некоторых условиях до 50 км между двумя датчиками);
- трубопровод-субъект наблюдения с помощью одной системы может быть большой протяженности, до несколько тысяч километров;
- превосходная точность определения места разгерметизации (приблизительно 100 м по длине трубопровода от и до фактической утечки или удара, при расстоянии между датчиками в 15 км);
- обнаружение в реальном масштабе времени;
- обнаружение утечки маленького диаметра (минимум 5 мм);
- легкая установка системы;
- использование сертифицированных взрывобезопасных датчиков;
- техническое обслуживание весьма ограничено.

III.2 - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЖИВУЧЕСТЬ СИСТЕМЫ

В системе нет подвижных частей, так что требуемый объем технического обслуживания ограничивается нормальной корректировкой инструментов и настройкой системы.

Ремонтные или очистительные мероприятия с гидрофонами не требуют приостановки эксплуатации: достаточно для этого закрыть шариковый вентиль, позволяющий отсоединять штуцер, в котором установлен датчик, от самого трубопровода.

Минимальная живучесть системы равна длине жизненного цикла нормально эксплуатирующегося персонального компьютера.

III.3 - НАДЕЖНОСТЬ И ТРЕБУЕМЫЕ ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ

Датчик типа гидрофон СРА20:

нет подвижных частей,
высокая надежность,
сертифицирован для службы при давлении продукта в трубопроводе,
сертифицирован по электрическим требованиям для монтажа в зоне I категории.

Пример внедрения: образцово-показательный этиленовый участок протяженностью 450 км компании TotalFinaElf оснащен 31 датчиком. Только один дополнительный датчик предусмотрен для всего участка в качестве пусковой и эксплуатационной запасной части.

Панель Сбора Данных:

монтируется в закрытом шкафу,
автоматически перезапускается после отключения электропитания,
удаленное программирование из ЦПУ через систему коммуникации "telenetwork".

Пример внедрения: образцово-показательный этиленовый участок протяженностью 450 км компании TotalFinaElf оснащен 31 Панелью Сбора Данных. Только одна дополнительная ПСД предусмотрена для всего участка в качестве пусковой и эксплуатационной запасной части.

Центральный пост управления:

возможность удаленной техобслуживания,
не требуется запасных частей, кроме обыкновенных запчастей для ПК,
автоматически перезапускается после отключения электропитания.

IV. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА

Система LDS – опробованная технология, надежная и эффективная для обнаружения утечек и ударов и определения их местоположения. Верные сигналы тревоги быстро отправляются оператору, который может соединиться с Панелью Сбора Данных для просмотра и прослушивания акустического сигнала.

Синхронизированные с помощью системы GPS Панели Сбора Данных и специфическое программное обеспечение в ЦПУ позволяют в совокупности точно и быстро локализовать утечку или удар.

Система характеризуется высокой точностью (погрешность около 100 м) определения позиции утечки или удара по длине трубопровода. Возможно обнаружить растрескивание или отверстие в стенке трубопровода минимальным диаметром 5 мм при давлении 600 psi JP 4, со всеми отсечными клапанами между акустическими датчиками в открытом положении.

Утечка, уже существующая до ввода в эксплуатацию системы LDS может быть ею обнаружена после проведения течеискательных работ в зависимости от местных условий.

V. ОБЪЕМ ПОСТАВКИ И КОМПЛЕКТАЦИЯ СИСТЕМЫ

V.1 - ПРИНЦИП РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ПОСТАВКИ

Описание	PROCO			Заказчик			Прим.
	ТП	РП	ПО	ТП	РП	ПО	
Акустическая система обнаружения							
Гидрофон СРА или Акселерометр	0	0	0				
Горизонтальный Т-образный фитинг + фланец + ручной шариковый вентиль Ø1"	0				0	0	
Кабель для заземления датчика и панели (2x2 кабеля)	0	0	0				
Панель Сбора Данных	0	0	0				
GPS приемник	0	0	0				
GPS антенна, закрепленная к укрытию + молниезащита и ее заземление	0	0	0				
Соединительные кабеля от ПСД к:							
- (электрические силовые кабеля и соединения к) сети электроснабжения	0	0	0				
- (телефонные кабеля и соединения к) существующей телефонной сети	0	0	0				
Блок электропитания с батареями напряжением 12 В для аварийного питания	0				0	0	
Сеть связи							
Удаленный терминал (RTU) и CPU плата	0	0	0				
Направленная радиоантенна с модемом (вариант с радиорелейной сетью связи)	0	0	0				
Разработка сети подключения к существующей сети связи	0	0					
Центральная Система Управления							
Аппаратное и программное обеспечение	0	0	0				
Источник бесперебойного питания	0	0	0				
Укрытие каждой Панели Сбора Данных	0				0	0	
Проектирование и исполнение строительных работ	0				0	0	
Установка, пуск, испытание	0				0	0	
Надзор за проектированием и установкой, испытание, пуск и обучение			0				

ТП: разработка технического проекта. РП: разработка рабочего проекта. ПО: поставка.

Вышеуказанные части и оборудование, относящиеся к объему поставки Заказчика, также могут быть поставлены фирмой PROCO.

V.2 - ОБОРУДОВАНИЕ И УСЛУГИ, НЕ ВХОДЯЩИЕ В ОБЪЕМ ПОСТАВКИ

- Исследование грунтов, определение сейсмичности, выравнивание рельефа, уплотнение площадки, забивка свай;
- Строительные работы, закладка фундамента, сооружение зданий, прокладка трубопроводов, дренажные работы, электрический монтаж, сооружение инженерной сети водоснабжения, покрасочные работы, монтаж КИП, предоставление техники для строительных работ, архитектурные и дренажные работы в зданиях, ограждения;
- Анкерные болты, регулировочные прокладки, пластины и все детали, заделываемые в фундаменты;
- Соединительные трубопроводы, опоры, крепления, трубопроводные и кабельные эстакады, изоляция;
- Простые детали: крышки для траншей, поручни, лестницы, мостки и т.д.;
- Защитные средства в соответствии с местными правилами безопасности;
- Мастерская и услуги технического обслуживания, оборудование для технического обслуживания;
- Все электрические присоединения и защиты в соответствии с требованиями национальной энергетической системы;
- Электрические кабеля, кабельные лотки и эстакады, оборудование для монтажа электрооборудования;
- Пульты управления, шкафы и т. п. для освещения, систем снабжения и пр., если они не оговорены в контракте;
- Система освещения, в т.ч. аварийного;
- Система громкой связи / телефон / телевизионная система, кроме тех, оговоренных в контракте;
- Системы пожарной и аварийной сигнализации и пожаротушения;
- Молниезащиты, кроме тех, оговоренных в контракте;
- Транспортное страхование от завода PROCO до места, разгрузка, хранение и охрана оборудования на месте (включая подъемные краны с операторами)
- Необходимые инструменты, механизмы, оборудование и материалы (включая подземные каналы и трубопроводы), расходные материалы и материалы для технического обслуживания экскаваторов, сварочных аппаратов, мостовых и передвижных кранов, подъемного и транспортного оборудования и т.п. при проведении строительных, архитектурных, механических и электромонтажных работ;
- Монтаж механического и электрического оборудования: предоставление материалов, рабочей силы, оборудования и инструментов для его осуществления (включая ввод в эксплуатацию и приемочные испытания);

- Услуги по шефнадзору, выходящие за пределы (выраженные в человеко-день), указанные в настоящей спецификации;
- Конторские помещения для шефперсонала, телефон / факс / e-mail на месте, туалеты, душевые и т.д.
- Расходные материалы, все системы снабжения, сырье и персонал для проведения испытаний.
- Специальные инструменты, временно предоставляемые для проведения работ по приемке и испытаниям, остаются собственностью фирмы PROCO;
- Затраты на получение лицензий и разрешений, включая лицензии и разрешения в области защиты окружающей среды, безопасности и эксплуатации промышленных объектов;
- Любые иные поставки, услуги, выплата пошлин, налогов и сборов, не указанные в настоящей спецификации и / или поставки и услуги, требуемые местными властями за пределами настоящей спецификации.

VI. ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ

Самая интересная и значительная показательно-образцовая установка системы LDS – на 450-километровом участке этиленового трубопровода (компания Atofina, 2001 г.). Система состоит из 31 панели сбора данных с гидродатчиками CPA20. ЦПУ системы LDS расположен в ЦПУ эксплуатации продуктопровода, во французском городе Вириа (Viriat). Выбранный вариант сети связи – радиорелейный; резервным каналом связи служит общественная телефонная сеть.

организация-заказчик	год установки	Диаметр трубы, материал	расстояние между датчиками	продукт	давление	минимальный размер обнаруживаемой утечки	эксплуатационный режим	Контактное лицо
ОАО "Тольяттиазот", Россия: Перевалочный комплекс аммиака, Краснодарский край	заказ: 2003г, ввод в эксплуатацию: 2004г	450 мм, низкоуглеродистая сталь; трубная трасса	5000 м	Жидкостный и газообразный аммиак	переменное		постоянный мониторинг 2 трубопроводов протяж. 2x5 км	
SPSE France (Société des Pipelines Sud-Européenne)	заказ: 2003г, ввод в эксплуатацию: конец 2003г	1000 мм, углеродистая сталь; подземная трасса	около 15 км	сырая нефть	0,5-0,8 МПа		постоянный мониторинг. Пробный проект: 40 км, в перспективе: 800 км	
Atofina-France (дочернее предприятие компании TotalFinaElf)	2001	200 мм, сталь	около 15 км	этилен	5-9 МПа	общая протяженность трассы: 450 км	постоянный мониторинг на утечки и удары	Г-н Гренье (Grenier), +33-4.72.396.964

организация-заказчик	год установки	Диаметр трубы, материал	расстояние между датчиками	продукт	давление	минимальный размер обнаруживаемой утечки	максимальное расстояние между определяемой утечкой и датчиком (*)	эксплуатационный режим	Контактное лицо
TotalFinaElf, Нефтеперерабатывающий завод г. Ля Мэд	2002	80 мм, сталь	7813 м	пропан	1,57 МПа	нет мониторинга утечек	-	временное локальное тестирование функции обнаружения ударов, без мониторинга утечек	Г-н Леруа (Leroy), +33-4.42.785.000
Total Нигерия, Лагос Эрпорт	1997 и 2001	400 мм, сталь	500 м	воздух	0,2 МПа	2 мм	350 м	локальное временное обнаружение утечек	Total Outremer, Г-н Пурьель (Pouriel), +33-1.41.352.636
Elf Atochem France	2000	200 мм, сталь	20000 м	этилен	8,2 МПа	5-10 мм	7500 м 12500 м	испытательная эксплуатация системы LDS (утечки и удары) для опробования живучести системы	Г-н Ламботт (Lambotte), +33-1.49.008.459
CGE (водоснабжение) г. Лион, Франция	1999	400 мм, чугун	1300 м, 815 м	вода питьевая	0,6 МПа	20-50 мм	500 м	локальный временный мониторинг на утечки и удары	Г-н Блэн (Blanc) +33-4.72.693.090

(*) фактически измеренные расстояния

организация-заказчик	год установки	Диаметр трубы, материал	расстояние между датчиками	продукт	давление	минимальный размер обнаруживаемой утечки	максимальное расстояние между определяемой утечкой и датчиком (*)	эксплуатационный режим	Контактное лицо
Gaz de France, г. Марсель	1998	400 мм, сталь	15000 м	природный газ	7 МПа	50 мм с гидрофонами, 80 мм с акселерометрами	4700 м и 9600 м	утечки + удары	Г-н Блэн (Blanc), +33-4.91.283.320
Total Ливан, аэропорт г. Бейрут	1997	14", сталь	485 м	воздух	0,6 МПа	2 утечки	9 и 32 м	локальное временное определение места утечки	Total Outremer, Г-н Пурьель (Pouriel), +33-1.41.352.636
Elf Норвегия	1996	300 мм, сталь	5000 м	природный газ	4,5 МПа	4 мм	1700 м	утечки	
Coflexip France	1993	150 мм, шланг	800 м	воздух	0,1 МПа	1/8"	800 м	утечки	
SNEAP France	1990	100 мм, сталь	1300 м	легкая нефть	1,2 МПа	1"	1300 м	утечки	
SNGSO France	1988	300 мм, сталь	19000 м	природный газ	5 МПа	1/4"	10000 м	утечки	
CGE France	1987	1000 мм	400 м	вода питьевая	1 МПа	20 м ³ /ч	250 м	утечки	
Pont à Mousson France	1986	200 мм, сталь	800 м	вода, 90°С	0,8 МПа	1/4"	500 м	утечки	

(*) фактически измеренные расстояния

Пример внедрения:

этиленовый трубопровод, протяженностью около 450 км, эксплуатирующийся компанией Atofina (TotalFinaElf) в г. Вириа, Франция.

Ниже представлены снимки одной из 31 действующей площадки секучих задвижек:

- установленный гидродатчик CPA20 на фланце Т-образного фитинга:



- Панель КИП на площадке секучих задвижек со встроенной Панелью Сбора Данных и GPS антенной:



Пример внедрения:

этиленовый трубопровод, протяженностью 20 км, эксплуатирующийся компанией Atofina (TotalFinaElf) в г. Вириа, Франция.

Опытная система LDS для обнаружения утечек и ударов:

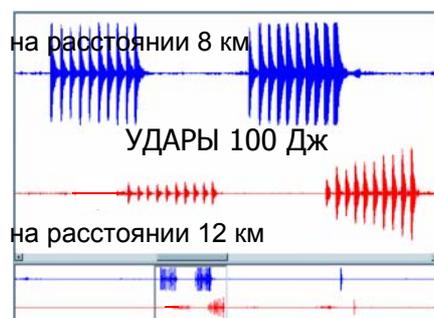
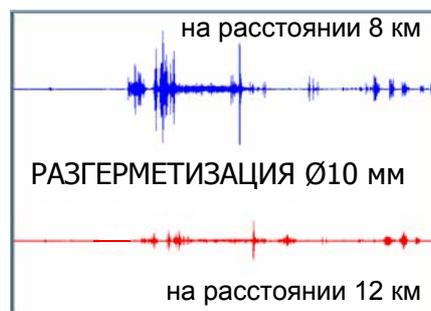
Протяженность трубопровода:	20 км
Диаметр:	200 мм
Материал:	сталь
Испытательное давление:	8 МПа
Тип датчика:	Гидрофон CPA20

В ходе испытания утечки были созданы, протестированы и успешно обнаружены на расстояниях 7500 м и 12500 м от датчиков.

Тестирование и мониторинг 10-миллиметровой этиленовой утечки

Этот эксперимент по испытанию функций мониторинга разгерметизаций и обработки акустического отклика был предпринят для досконального опробования характеристик и эксплуатационных качеств системы LDS.

Исходя из положительных результатов опытной эксплуатации было принято решение об оснащении 450-километрового этиленового продуктопровода системой LDS.



Пример внедрения:

аммиачный трубопровод, протяженностью 5 км, использованный для налива на грузовое судно со склада-хранилища, эксплуатирующийся ОАО "Тольяттиазот" в п. Волна, Темрюкский район, Краснодарский край.

Среда:	жидкий аммиак
Протяженность трубопровода:	5,8 км
Диаметр:	400 мм
Материал трубы:	низкотемпературная сталь
Давление:	0,2-0,8 МПа
Температура:	-33°C
Тип датчика:	гидрофон CPA20
Количество датчиков:	5

Архитектура данной LDS, установленной на трубопроводе перевалочного комплекса аммиака, отличается от стандартной тем, что малые расстояния между датчиками позволяют устроить централизованный сбор данных: не нужно синхронизации от GPS, датчики соединены непосредственно к ЦПУ через аналоговую кабельную или оптико-волоконную связь. Таким образом, сигнал постоянно анализируется мощными системами ЦПУ, не ожидая поступления сообщения тревоги от какого-либо ПСД, что повышает оперативность и точность мониторинга.

С разрешения эксплуатирующей организации – ОАО "Тольяттиазот", заинтересованные компании могут посетить установку. Демонстрация с созданием искусственной утечки или удара, показывающая функциональности системы LDS, может быть организована на трубопроводе аммиака.

**VII. СОПОСТАВЛЕНИЕ С ДРУГИМИ МЕТОДАМИ
ОБНАРУЖЕНИЯ**

Другие системы определения утечек были разработаны до появления на рынке LDS-технологии акустического обнаружения. Один метод, лежащий в основе многих систем и базирующийся на измерении квазистатического давления и расхода использует датчики давления и расхода для определения разницы расхода по длине трубопровода. Соответствующие измерения должны быть сопоставлены с математической моделью для описания характеристики изменения давления и расхода вдоль трубопровода при разгерметизации. Центральная станция сравнивает измеренные данные с предсказаниями модели для определения и анализа несвойственного перепада расходов или давлений.

Вышеизложенный метод лежит на основе систем, предлагаемых многочисленными компаниями во всем мире. Некоторые из этих систем устанавливаются для постоянного мониторинга в критических зонах.

Методу измерения перепада расходов или давлений свойственны несколько ограничений по сравнению с предлагаемой технологией обнаружения LDS.

Другой метод обнаружения утечек опирается на измерение мгновенного скачка давления от волн разрежения, появляющегося на момент образования утечки. Поскольку речь идет фактически о детекции соответствующего маленького гидравлического удара, энергетические уровни, задействованные в данном методе, гораздо выше энергий, характерных для акустических явлений, анализируемых системой LDS. Акустические датчики LDS чувствительны на порядок больше по сравнению с датчиками давления, использованными описанным методом.

В следующей сравнительной таблице представлены в краткой форме основные преимущества системы LDS.

	Измерение перепада расхода, давления	Портативный акустический корреляционный течеискатель	Акустический постоянный мониторинг LDS
Тип системы	неподвижная	портативная, легкая, датчики связаны со взаимокоррелятором	неподвижные, предназначенные для промышленного применения датчики. Высокая чувствительность и взрывобезопасность
Обнаружение	утечек	утечек	утечек и ударов/столкновений
Размер обнаруживаемых утечек	крупная разгерметизация или полное разрушение трубопровода	переменный	очень малый диаметр дефекта
Погрешность при определении местоположения	от 2 до 50 км в зависимости от измерительных расстояний	переменная	в большинстве случаев от 0,5 до 1% расстояния между датчиками
Вид мониторинга	мониторинг только при разгерметизации	патрулирование с портативным прибором	постоянный мониторинг
временной интервал с момента появления дефекта до подачи тревоги	длинный, в зависимости от размера утечки	не постоянный	около 30 секунд, в зависимости от локальной сети связи
Частота подачи ложных тревог	высокая	не постоянная	низкая
Трудоемкость установки на трубопровод	низкая	временная установка	очень низкая, установка не требует больших затрат
Состояние продукта	только жидкости	только жидкости	жидкости и газы
Расстояние между датчиками	переменная	500 м	между 10 и 15 км
Топология трубопровода	линейная	городские сети	линейная и разветвленная
Область применения		городские условия, трубопровода небольшого сечения	Одна система LDS может следить за сетью общей протяженностью до неск. сотен километров

VIII. ВЫВОДЫ

Представленная **система LDS обнаружения и определения местоположения утечек и ударов** на трубопроводе доказала в течение нескольких лет свою эффективность и надежность в условиях пунктуальной или постоянной промышленной эксплуатации.

Ранние и верные сигналы тревоги отправляются оператору, который может соединиться с Панелью Сбора Данных для анализа и прослушивания сигнала. Синхронизированные с помощью системы GPS Панели Сбора Данных и специфическое программное обеспечение по обработке акустических сигналов в ЦПУ позволяют точно и быстро локализовать утечку или удар (**с погрешностью от 0,5% до 1%** расстояния между соседними датчиками).

Предлагаемая система LDS характеризуется:

- **коротким временем обработки;**
- **низким уровнем подачи ложных тревог;**
- **высокой точностью определения местоположения дефекта;**
- **возможностью обнаружения дефектов диаметром до 5 мм.**

Панели Сбора Данных, оборудованные акселерометром (установленным на трубопроводе) или очень чувствительным датчиком акустического давления (установленным внутри трубопровода), **легко устанавливаются и настраиваются, их техническое обслуживание сводится к минимуму.**

Применения системы LDS разные:

- постоянное слежение за появлением утечек в сетях водоснабжения и в сетях нефте-, газо- и продуктопроводов;
- постоянное слежение за столкновениями и ударами (взрыв, терроризм, пересечение реки, корабельный якорь);
- определение места разгерметизации на большие расстояния;
- временный мониторинг во время строительных работ возле трубопроводов.

IX. КОНТАКТНОЕ ЛИЦО

Günther PRÜCHER

Director, - Tel. +33 1.53.27.19.11

Денис ДЕЛЬФТ / Denis DHELFT

Менеджер - Тел. +33 1.53.27.19.12

PROCO Process + Control SAS

11, avenue Philippe Auguste

75011 PARIS (France)

Факс : +33 1.53.27.19.10

E-mail : proco@proco-france.com

X - ТРЕБУЕМЫЕ ДАННЫЕ О ТРУБОПРОВОДЕ

Продуктопровод, на котором предполагается установить предлагаемую систему, имеет следующие характеристики:

- Трубопровод : действующий / еще не заложен
- Длина трубопровода :
- Диаметр трубопровода :
- Толщина стены трубопровода :
- Категория трубопровода :
- Изол. покрытие трубопровода :
- Предыстория трубопровода : дата установки, аварий, и т. д.
- Защита трубопровода : катодная,
- Трубопровод транспортирует :
- Расход : минимальный
: максимальный
- Давление : минимальное (не менее 20 кг/см² для обнаружения разгерметизации с размещением датчиков каждые 15 км)
: максимальное
- Число насосных станций : *оценивается каждые 30 км*
- Число площадок сек. задвижек : *оценивается каждые 5 км*

Это предварительное предложение требует выяснения технических характеристик действующего трубопровода и действующей системой управления.

Следующие вопросы должны также быть выяснены с Оператором:

- Указание места, где заложен трубопровод;
- Нужно ли обнаружение уже существующих утечек?;
- Если да, указывайте расход утечки.
- Если да, существует ли возможность приостановить эксплуатацию участка и заполнить трубопровод газом под давлением (воздухом или азотом);

- Нужно ли постоянное слежение за появлением утечек?;
- Нужно ли слежение за ударами о трубопровод?;
- Сеть трубопроводов разветвленная? Если да, сколько имеется разветвлений?;
- Расположение и продольный профиль трубопровода;
- Расстояние между насосными станциями;
- Расстояние между площадками запорной арматуры;
- Возможный/требуемый канал связи между измерительных станций:
 - Кабельная телефонная сеть;
 - Сотовая телефонная сеть;
 - Оптоволоконная сеть;
 - Сеть электрических кабелей;
 - Рация для портативного исполнения.
- Выбор типа акустического датчика:
 - Гидрофон (установленный внутри трубопровода через существующие отверстия);
 - Акселерометр (установленный снаружи трубопровода).
- Прокладка трубопровода (наземная, подземная, подводная);
- Тип внешних источников шума;
- Тип внутренних источников шума;
- Тип имеющейся сети связи;
- Тип и расположение источников энергии;
- Возможность и виды изменения эксплуатационных условий по времени;
- Наличие и расположение фитингов для акустических датчиков давления;
- Иные полезные сведения.

Продуктопровод эксплуатируется следующим образом:

- управление всеми клапанами осуществляется вручную оператором по специфическому телефонному приказу;

или

- трубопровод управляется по SCADA со следующим программно-аппаратным обеспечением (уточнить).

Опыт показывает, что главными причинами появления утечек на (действующем) продуктопроводе являются:

(например:)

- растрескивание сварных швов трубопроводов (из-за сварочного дефекта);
- и / или
- трение камней грунта от вибраций (напр. из-за движения по автодороге), вызывающее со временем повреждение стенки трубопровода.

Первичным условием для нормального функционирования системы обнаружения утечек является бесперебойная работа канала связи между Панелями Сбора Данных и ЦПУ.