

РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НИЗКОЧАСТОТНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ РАСТР-1М

Technical means for diagnosing the state of urban underground pipelines are presented. The purpose of the diagnosis is to identify places of corrosion thinning. The principle of operation is based on the recording of vibration signals arising in places of corrosion-thinning of the pipeline walls when they are excited by the water flow path, reinforcement noise or using special acoustic radiators.

Введение

В ИПМЭ им. Г.Е.Пухова на базе многолетнего положительного опыта исследований, разработок и внедрения корреляционных, акустических и термоакустических течеискателей, предназначенных для выявления утечек подземных трубопроводов, разработана экспериментальная система активно-пассивного низкочастотного диагностирования состояния трубопроводов РАСТР-1 [1, 2, 3] с целью выявления мест коррозионного повреждения трубопроводов. Принцип действия системы основан на регистрации сигналов вибрации, возникающих в местах коррозионного утонения стенок трубопровода при их возбуждении протоком воды, шумами арматуры или с помощью специальных акустических излучателей. Для определения местоположения мест утонения используется корреляционная обработка сигналов, регистрируемых в нескольких точках на поверхности трубопровода. Предусматривается работа в условиях многоволнового распространения сигналов.

Опытная эксплуатация системы РАСТР-1 в Киевэнерго показала перспективность выбранного метода выявления мест коррозионного утонения подземных трубопроводов. В целях повышения качественных характеристик системы разработана модернизированная система РСАТР-1М.

Основная часть.

Для повышения чувствительности аппаратуры путем расширения динамического и частотного диапазонов анализируемых вибросигналов в регистраторах применены 24-разрядные АЦП и цифровая система АРУ. Нелинейность АЧХ в полосе пропускания не превышает 1 %. Для удобства использования в полевых условиях все выносное оборудование (генератор и регистраторы) выполнены в герметичном исполнении. Количество манипуляций с органами управления резко уменьшено. Запись реакции участка трубопровода на воздействие тестовых акустических сигналов производится в автоматическом режиме, с синхронизацией по радиоканалу. Габариты и вес оборудования существенно уменьшены за счет применения

специализированных контроллеров, литий-полимерных аккумуляторов и объединения в одном корпусе усилителя мощности тестового акустического сигнала, генератора и радиопередатчика синхросигнала.

Каждый из регистраторов обеспечивает синхронную запись 4-х сигналов. В начале каждой записи по 4-му каналу записывается сигнал синхронизации, принимаемый по радиоканалу, что позволяет с помощью последующей корреляционной обработки данных с разных регистраторов обеспечить точность синхронизации между зарегистрированными сигналами на уровне 40 микросекунд.

Увеличенная мощность радиоканала, автоматизация процедуры подготовки, синхронизации и записи обеспечивают существенное облегчение работы персонала на диагностируемом объекте, устранение возможных организационных ошибок. Благодаря исключению многочисленных автоматических подстроечных процедур повышается производительность труда.

Состав модернизированного комплекта:

- Автономный регистратор акустических сигналов РАСТР-1М – 2 шт. (Станция “А” и Станция “В”);

- Усилитель зондирующих акустических сигналов РАСТР-ТЕСТ с встроенным генератором тестового сигнала и радиопередатчиком синхросигнала – 1 шт.;

- Комплект зарядных устройств;

- Механически защищенные флеш-накопители;

- Транспортно-рабочая укладка – 4 металлических кейса

- Комплект вибродатчиков с магнитным держателем ВДМ.

Структура автономного регистратора акустических сигналов РАСТР-1М приведена на рис.1. Регистратор имеет 4 входных канала с фильтрами и системой АРУ. Цифровые данные с АЦП поступают на сигнальный контроллер, который управляет системой АРУ, АЦП, усилением в вибродатчиках, формирует выборки данных для контроллера накопителя. Контроллер накопителя организует запись данных на флеш накопитель.

Автономные регистраторы акустических сигналов РАСТР-1М (см. Рис.2.) собраны в радиопрозрачных корпусах. Антенна радиоприемника находится внутри корпуса, что устраняет возможность ее повреждения во время эксплуатации. Корпус герметичный. Управление осуществляется с помощью 4-х кнопок. Предусмотрены разъемы для подключения 4-х вибродатчиков, зарядного устройства и флеш накопителя. Имеются светодиодные индикаторы входных сигналов, состояния батарей аккумуляторов, режима работы и номера записи.

Основные технические характеристики Автономного регистратора акустических сигналов РАСТР-1М приведены в таблице 1.

Рекомендуется применение вибродатчиков ВДМ-3 из комплекта РАСТР-1 (характеристики приведены в таблице 2).

Структура блока РАСТР-ТЕСТ представлена на Рис.3. В одном корпусе собраны Генератор тестового сигнала (Управляющий контроллер с Хранилищем тестовых сигналов), Усилитель мощности и Радиопередатчик синхросигнала.

Управляющий контроллер выбирает из хранилища необходимую запись с тестовым сигналом и синхросигналом и передает их на усилитель мощности и на радиопередатчик в соответствии с командами оператора и протоколом испытаний. Блок РАСТР-ТЕСТ представлен на рис.4. (характеристики приведены в таблице 3). Имеются переключатель выбора тестового сигнала, уровни выходной мощности и кнопки управления – тест сигнала, тест радиоканала, рабочий пуск и резервный режим.

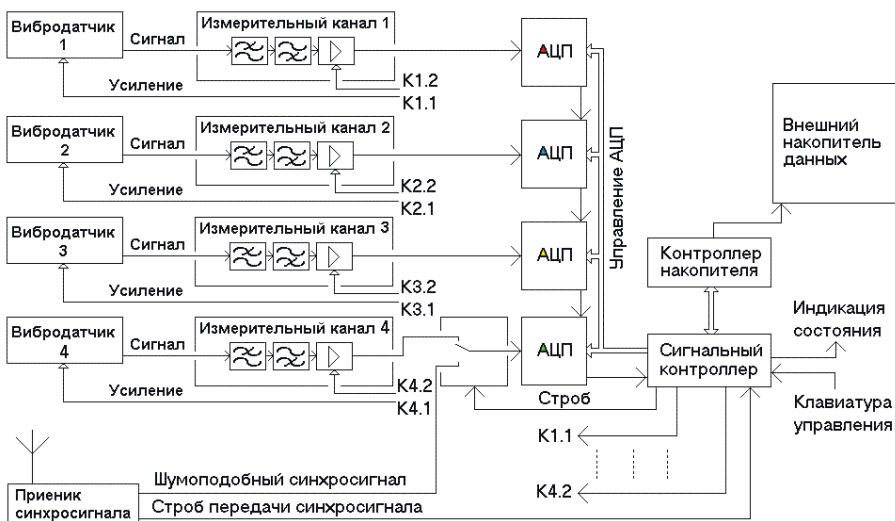


Рис.1. Структурная схема автономного регистратора.

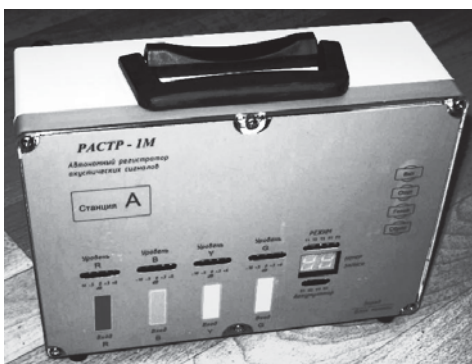


Рис.2. Станция “А”. Регистратор акустических сигналов РАСТР-1М

Таблица 1

Технические характеристики регистратора РАСТР-1М

№	Параметр	Значение
1	Объем подключаемого флеш-накопителя	16 Гб
2	Количество записей	Не менее 64
3	Объем оперативной памяти	1 Гб
4	Отображение режимов	Имеется
5	Отображение состояния аккумуляторов	Имеется
6	Отображение входных сигналов	Имеется
7	Количество входных каналов	4
8	Способ синхронизации	По радиоканалу
9	Точность синхронизации	Не хуже 0,04 мс
10	Число разрядов АЦП	24
11	Частота дискретизации входных сигналов	24 кГц
12	Размеры	270×215×105 мм
13	Время непрерывной работы без подзарядки аккумуляторов	5 часов
14	Количество одновременно регистрируемых сигналов	4
15	Режим автоматической регулировки усиления	Имеется
16	Температурный диапазон	-10...+50°C

Таблица 2

Технические характеристики вибродатчиков ВДМ-3

№	Параметр	Значение
1	Чувствительный элемент, чувствительность	Пьезоэлектрический акселерометр, 10 мВ/м/с ²
2	Коэффициент усиления	0 дБ и 40 дБ
3	Магнитный держатель	Есть
4	Температурный диапазон	-40...+85°C
5	Габариты	60 мм ×90 мм

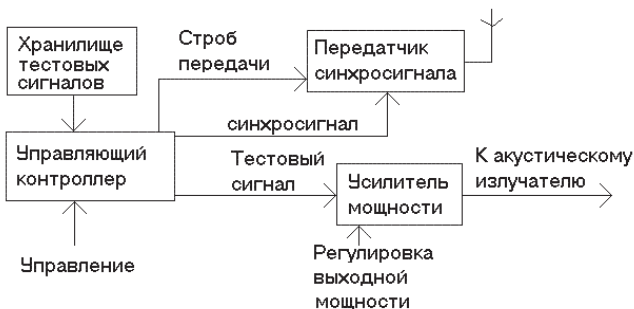


Рис.3. Структурная схема блока РАСТР-ТЕСТ

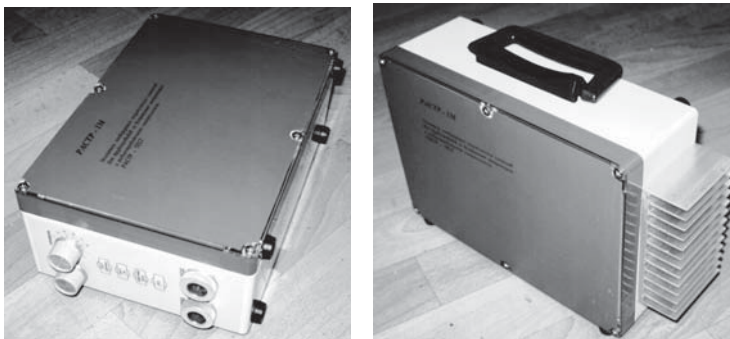


Рис.4. Блок РАСТР-ТЕСТ

Таблица 3

Технические характеристики блока РАСТР-ТЕСТ

№	Параметр	Значение
1	Количество тестовых зондирующих сигналов	4
2	Мощность выходного сигнала	70 Вт
3	Мощность радиостанции	1 Вт
4	Частота радиоканала	400-470 мГц
5	Тип аккумулятора	Литий-полимерный
6	Напряжение, емкость аккумулятора	16,4 В, 10 а/час
7	Размеры	320×215×105 мм

Схема развертывания основного оборудования системы РАСТР-1М на диагностируемом участке трубопровода приведена на Рис.5. Станции “А” и “В” размещаются около двух смежных теплокамер вдоль обследуемого трубопровода. Вибродатчики ВДМ устанавливаются вдоль трубопровода с помощью магнитных держателей и подключаются к Регистратору.

Для проведения измерений в активном режиме необходимо дополнительно установить акустический излучатель с помощью магнитного держателя в заранее выбранное и подготовленное место на трубопроводе. Акустический излучатель подключается к выходу блока РАСТР-ТЕСТ, в котором смонтированы усилитель зондирующих сигналов, генератор и радиопередатчик синхронизации.

Для корректного применения корреляционных методов требуется синхронизация записей вибросигналов с высокой точностью (не хуже 0,1 мс). Сигнал синхронизации (белый шум) поступает на регистраторы по радиоканалу. При последующей предварительной обработке записей с регистраторов сначала осуществляется их синхронизация с помощью корреляционной обработки и формирование единого файла данных. При этом сигналы синхронизации удаляются и в последующем не используются.

Производственные испытания нового оборудования на объектах Киевэнерго намечены на 2017г.

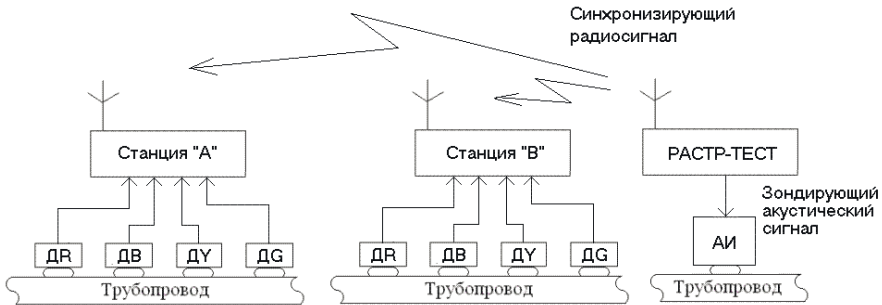


Рис.5. Структура системы диагностики РАСТР-1М, развертываемой на диагностируемом участке трубопровода

1. *Владимирский А.А., Владимирский И.А.* Создание технических средств для оценки степени коррозионного износа подземных трубопроводов тепловых сетей без их вскрытия // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. - Вип. 75. – К.: 2015. - С.42-48.
2. *Владимирский А.А., Владимирский И.А., Семенюк Д.Н.* Уточнение диагностической модели трубопровода для повышения достоверности течеискания. Акустичний вісник. Інститут гідромеханіки НАН України. Том 8. Номер 3. 2005р. -с.3-16.
3. *Владимирский А.А., Владимирский И.А., Савчук Н.П., Криворот А.А., Криворучко И.П.* Разработка корреляционного течеискателя К10-3М. Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. - Вип. 56. – К.: 2010. - С.43-46.

Поступила 27.03.2017р.

УДК 621.56 : 629.7

А. А.Чирва, м.Київ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПНЕВМАТИЧЕСКОМ ТРУБОПРОВОДЕ

Abstract. The article presents the basic equations for the pneumatic pipeline, which can be used for transient simulation of hydraulic processes in the plane pneumatic system.

Введение. Регулирование параметров воздуха в пневматической системе самолета (расход, давление) осуществляется различной трубопроводной арматурой, устанавливаемой в системе. Управление данными устройствами осуществляет электронный блок управления системой. По информации, полученной от датчиков в системе, а также от других самолетных систем,