

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ЛИНИИ СВЯЗИ

Орлов Э.Е.

Громаков Е.И.

Томский политехнический университет

timaball@ya.ru

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоёмкость выполняемых операций. Требуется дополнительное применение датчиков (сенсоров), устройств ввода, управляющих устройств (контроллеров), исполнительных устройств, устройств вывода, использующих электронную технику и методы вычислений, иногда копирующие нервные и мыслительные функции человека.

Направление автоматизации выбрано в сфере геотехнического мониторинга магистрального газопровода, его модернизация и разработка SCADA системы для управления и мониторинга данного процесса

В некоторых местах магистральный газопровод проходит в зонах активных тектонических разломов. В таком случае предусмотрено создание системы мониторинга технического состояния газопровода. Для осуществления комплексного мониторинга технического состояния используют следующие системы: геодеформационная, система мониторинга интеллектуальных вставок (СИ ИВ), волоконно-оптическая система (ВОС).

Волоконно-оптическая система геотехнического мониторинга (ВОС-ГТМ), Предназначена для измерения следующих параметров в зонах пересечения АТР и участков с сейсмичностью свыше восьми баллов:

- температура вмещающего трубопровод грунта;
- деформация вмещающего трубопровод грунта;
- смещение оси трубопровода на участках АТР.

Измерения проводятся при помощи методов рефлектометрии вынужденного Бриллюэновского рассеяния в протяженных волоконно-оптических датчиков, расставленных вдоль трубопровода с определенным шагом, соответствующим разрешающей способности.

Среди всех процессов рассеяния, возникающих при прохождении световой волны через оптическое волокно, вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ) может

идеально подходить для измерения температуры и механических деформаций. В действительности, частотные характеристики ВРМБ зависят от температуры и деформаций (напряжений), и поэтому могут использоваться для проведения измерений. Процесс ВРМБ возникает в результате взаимодействия между проходящим светом и присутствующими в среде прохождения акустическими волнами, возбужденными тепловыми колебаниями решетки. Это взаимодействие приводит к возникновению рассеянных волн (волн, движущихся в обратном направлении), испытывающих доплеровский сдвиг по частоте вследствие самой природы движения акустических волн. Доплеровский сдвиг по частоте, называемый также бриллюэновским сдвигом частоты ν_B , напрямую связан со скоростью акустических волн в кремниевой среде и определяется формулой:

$$\nu_B = 2n V_a / \lambda_0$$

где n – показатель преломления кремния, V_a – скорость акустической волны, λ_0 – длина акустической волны. При длине волны 1,55 микрон бриллюэновский сдвиг составляет 10-11 ГГц, в зависимости от типа оптического волокна.

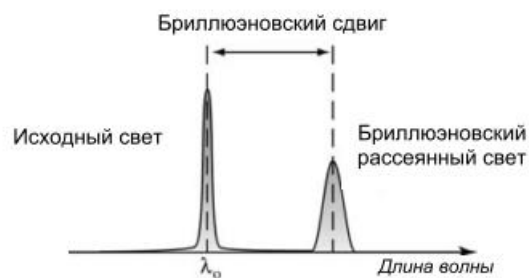


Рис. 1. Спектральное представление проходящего света и образуемого рассеянного света в результате бриллюэновского рассеяния.

Поскольку акустическая скорость строго зависит от температуры и механических деформаций, положение бриллюэновского рассеянного света, то есть бриллюэновского сдвига частоты, также зависит от температуры и механических деформаций. Эта зависимость является линейной и может быть выражена.

При измерении бриллюэновского сдвига частоты мы имеем возможность измерить локальную температуру и механические деформации, с условием, что нам известны калибровочные коэффициенты $Coef1$ и $Coef0$ для имеющегося оптического волокна. Измерения

распределения температуры и механических деформаций возможны с использованием временного анализа, сходного с радиолокационным анализом. В волоконно-оптический датчик запускается оптический импульс, и вернувшийся рассеянный свет записывается как функция времени. Зная скорость света в оптическом волокне, можно перевести время в расстояние и произвести точную локализацию. Ширина оптического импульса определяет пространственное разрешение измерения, так как информация, собранная в данный момент, соответствует взаимодействию, произошедшему на расстоянии, которое определяется длиной оптического волокна, которое успел пройти импульс света. Например, оптический импульс 10 нс имеет пространственное разрешение 1 метр, что означает, что событие, произошедшее вдоль расстояния менее 1 метра, может быть обнаружено, но не может быть точно измерено. Помимо этого, температура и механические деформации, являющиеся приблизительно постоянными на расстоянии большем, чем пространственное разрешение, могут измеряться с наилучшей точностью.

Методика получения информации основана на последовательной регистрации бриллюэновских взаимодействий на различных характерных частотах. Сначала составляется полная частотная характеристика оптического волокна как функция расстояния, а затем производится расчет локального бриллюэновского сдвига частоты с учетом максимального бриллюэновского взаимодействия в каждой точке оптического волокна, как показано на рисунке 2.

Для получения данных и обеспечение точных расчетов, используется такой метод прокладки кабеля как «Петля». Один датчик (участок кабеля) имеет два оптических волокна. Одно отвечает за подачу оптического сигнала по кабелю к блоку заделки волокна, а другое – за возврат оптического сигнала из блока соединения волокна к прибору. Тем самым образуется петля. Оба волокна свариваются или соединяются, и место соединения, как правило, защищается с помощью завершающей или соединительной коробки.

Вдоль газопровода на расстоянии около 2-х метров от оси укладывается оптика для связи с оборудованием (управление кранами, датчиками). Для этого приходится данных кабель фиксировать в отдельный короб и укладывать в траншею. Объединив ВОС и линию связи, позволит сократить стоимостные издержки на покупку оборудования. Система будет состоять из одного провода, который будет крепиться на трубопровод и обеспечит работу двух функций:

- мониторинг за геотехническим состоянием газопровода;

• обеспечение связи между оборудованием. Работать осуществляется с небольшой задержкой по времени что ни как не должно сказаться на правильную работу и ВОС и других частей на магистральном газопроводе

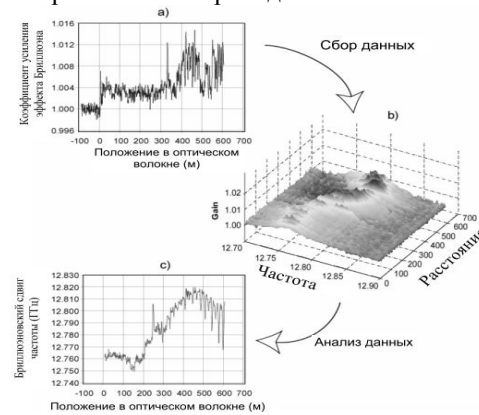


Рис.

2. Процесс сбора и обработки данных.

Для слежения за данными с датчиков разработана система в программном пакете WinCC, и будет выполнять следующие функции:

- Выбор места залегания МГ
- Сбор данных в БД
- Обзор точечного места нахождения датчиков

Скриншот работоспособности программы представлены на рисунке ниже (Рис. 3).

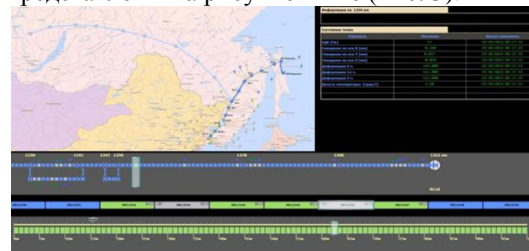


Рис.

3 Скриншот SCADA

Для соединения двух видов связи в одну реализован метод отправки пакетов данных с приоритетом. Скриншот программы представлен ниже на рисунке 13.

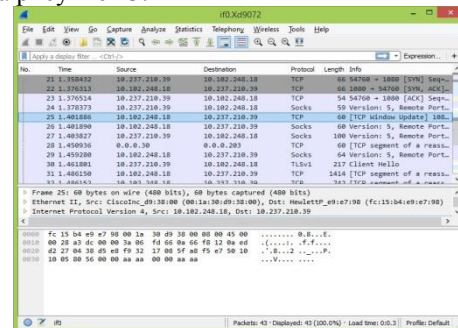


Рис. 13 Скриншот из программы Wireshark

В результате проделанной работы можно с уверенностью сказать, что разработанная и смоделированная система имеет право на

существование. Может использоваться как альтернатива, преимущества которой неоспоримы.