



АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ GSM-СВЯЗИ

С. К. ФОМИЧЕВ, С. Н. МИНАКОВ, М. А. ЯРЕМЕНКО, С. В. МИХАЛКО, А. В. ДАНИЛЬЧИК, А. С. МИНАКОВ

Разработана автономная система мониторинга механических напряжений с использованием GSM-связи, которая используется для регистрации пульсации напряжений в продуктопроводе, регистрации изменения пространственного положения трубопровода на оползневых участках и т. п. По мере производственной необходимости возможно наращивание информационной мощности системы путем установки дополнительных автономных узлов.

A self-sufficient system has been developed for monitoring mechanical stresses using GSM-communication, which is used for recording stress fluctuations in the product line, recording the change of the pipeline position in space in landslide sections, etc. as dictated by production needs, the information capability of the system can be enhanced by mounting additional self-sufficient modules.

Магистральные трубопроводы находятся в сложном напряженном состоянии и подвергаются воздействию не только внутреннего давления, но и других внешних нагрузок, которые при проектировании [1] учесть очень сложно, например, оползней, подмывов и т. п. Все характеры нагрузок и воздействий учитывают в коэффициентах надежности. Для постоянных нагрузок расчет трубопровода на прочность не вызывает сложности. Для временных длительных и кратковременных нагрузок их величины берутся из таблиц нормативных документов. Для особых нагрузок их действие должно определяться на основании анализа грунтовых условий и их возможного изменения при строительстве и эксплуатации трубопровода.

Однако для линейной части трубопровода учесть все нагрузки и их воздействие при неизбежных при строительстве трубопроводов отклонениях от проекта сложно. Для новых трубопроводов степень учета в проектных расчетах постоянных и временных длительных нагрузок и воздействий можно считать отличной, кратковременных — хорошей, а особых — удовлетворительной. При эксплуатации трубопроводов более 25 лет начинают развиваться процессы, которые предусмотреть на стадии проектирования сложно, а иногда и невозможно. Для такого трубопровода степень учета в проектных расчетах постоянных, временных длительных и кратковременных нагрузок и воздействий можно считать удовлетворительной, а особых нагрузок и воздействий недостаточной.

Оценить истинное влияние нагрузок и воздействий на длительно эксплуатируемый трубопровод позволяют сложные диагностические системы, включающие системы мониторинга его напряжен-

ного состояния. С этой целью была разработана пятиуровневая модульная система мониторинга напряженного состояния трубопроводов, сосудов под давлением, хранилищ, резервуаров магнитоанізотропным методом [2].

Учитывая желание организаций, эксплуатирующих трубопроводы, иметь постоянную оперативную информацию о напряженном состоянии, а также о наличии проблемных (опасных) участков магистральных трубопроводов большой протяженности (как правило, в наиболее удаленных от сетей энергоснабжения и коммуникации местах), возникает необходимость разработки автономного уровня системы мониторинга механических напряжений магистральных трубопроводов с использованием доступных каналов беспроводной связи.

В связи с бурным развитием и расширением технических возможностей беспроводных средств связи, расширением зон покрытия территории Украины с обеспечением устойчивого качества, стало очевидным экономическое преимущество данных видов связи и целесообразность их применения для передачи потоков данных в высших уровнях указанной системы мониторинга [2].

Одними из наиболее доступных сегодня являются каналы связи GSM стандарта, уже получившие широкое применение в системах автоматического контроля и охраны удаленных объектов. Существует широкая номенклатура готовых покупных технических средств, которые можно эффективно использовать для передачи данных систем мониторинга.

Специалисты сварочного факультета Национального технического университета Украины «КПИ» в сотрудничестве со специалистами Инсти-

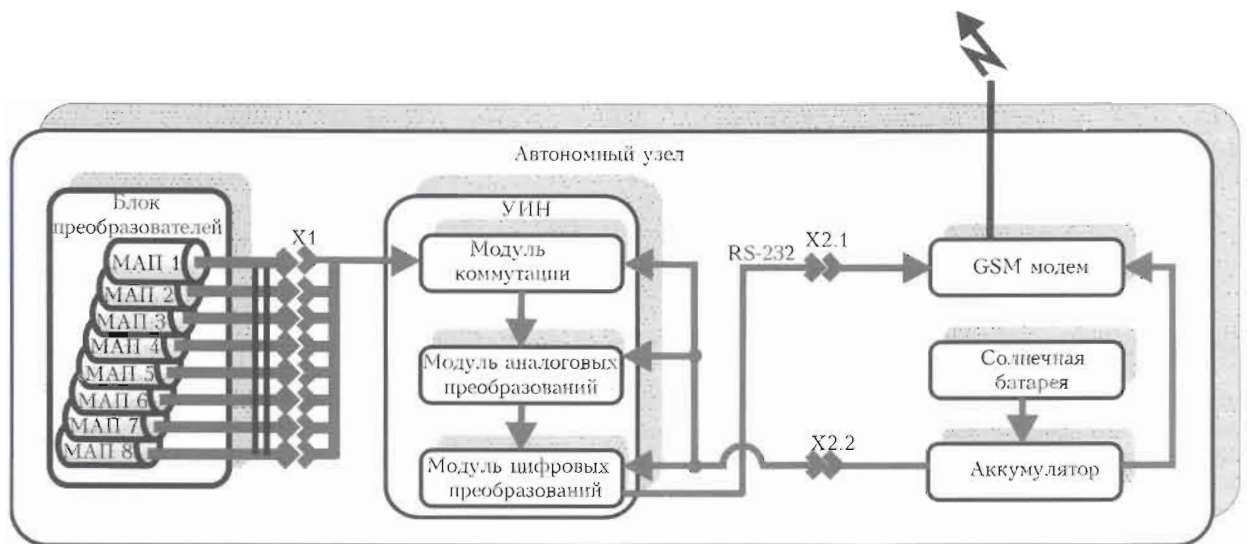


Рис. 1. Состав автономного узла системы мониторинга механических напряжений магистральных трубопроводов с использованием GSM-связи

туда электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины поставили перед собой задачу усовершенствования алгоритма функционирования пятого уровня модульной системы мониторинга напряженного состояния трубопроводов с использованием возможностей технических средств каналов GSM-связи для обеспечения ее полной автономности, включая использование независимых источников энергии, а также уменьшения совокупных затрат как на одно измерение, так и системы мониторинга в целом [2].

Система основана на автономном узле измерения и передачи данных по каналам GSM-связи (рис. 1), который является главной полевой единицей сбора и передачи информационных потоков о напряженном состоянии определенного участка трубопровода к управляющим серверам обработки данных, эксплуатирующей организации соответствующего уровня компетенции. Узел содержит блок датчиков, универсальный измеритель напряжений (УИН), GSM-модем, аккумуляторную батарею, фотоэлектрический преобразователь (солнечную батарею).

На трубопровод во время шурфовки устанавливаются унифицированные магнитоанізотропные четырехполосные преобразователи, которые располагаются в специальных полимерных креплениях в одном сечении трубы симметрично один от другого.

Блок УИН — устройство, предназначенное для непосредственного опроса четырехполосных магнитоанізотропных преобразователей, оцифровки и нормировки их показаний с возможностью передачи данных на порты вывода информации RS-485/232. В состав блока входят: модуль аналоговых преобразований, модуль цифровых преобразований, модуль коммутации [2].

УИН характеризуется следующими параметрами:

- питание 12 В постоянного тока;
- канал передачи данных реализован через порт RS-485/232;
- модульная компоновка состоит из легко заменяемых стандартизованных модулей для облегчения ремонта, замены либо тестирования любого из них;
- герметичный, прочный, некорродируемый корпус.

С целью обеспечения оптимального температурного режима УИН и аккумуляторная батарея располагаются в земле непосредственно у трубы.

Солнечная батарея и GSM-модем выводятся на поверхность земли и устанавливаются на столбике высотой 1...1,5 м.

Описанный выше автономный узел может работать в двух режимах: активном и пассивном.

Активный режим предусматривает постоянное нахождение на связи в режиме ожидания команды и является более энергозатратным. При получении команды на измерение по GSM-каналу включаются необходимые цепи модуля цифровых преобразований, модуля аналоговых преобразований и модуля коммутации. Проводится измерение и данные отсылаются по адресу поступления запроса.

Пассивный режим предусматривает отключение всех потребителей электроэнергии, кроме микропотребляющего таймера. При срабатывании последнего происходит активация всех модулей автономного узла, по запрограммированному алгоритму проводятся измерение, подготовка и отсылка всего блока данных по заранее установленному адресу управляющего сервера. После этого автономный узел еще в течение 20...30 мин (до прихода управляющего сигнала, переводящего узел в постоянный активный режим) находится во временном активном режиме. В любом случае после этого срока узел переходит в пассивный режим до следующего срабатывания таймера.

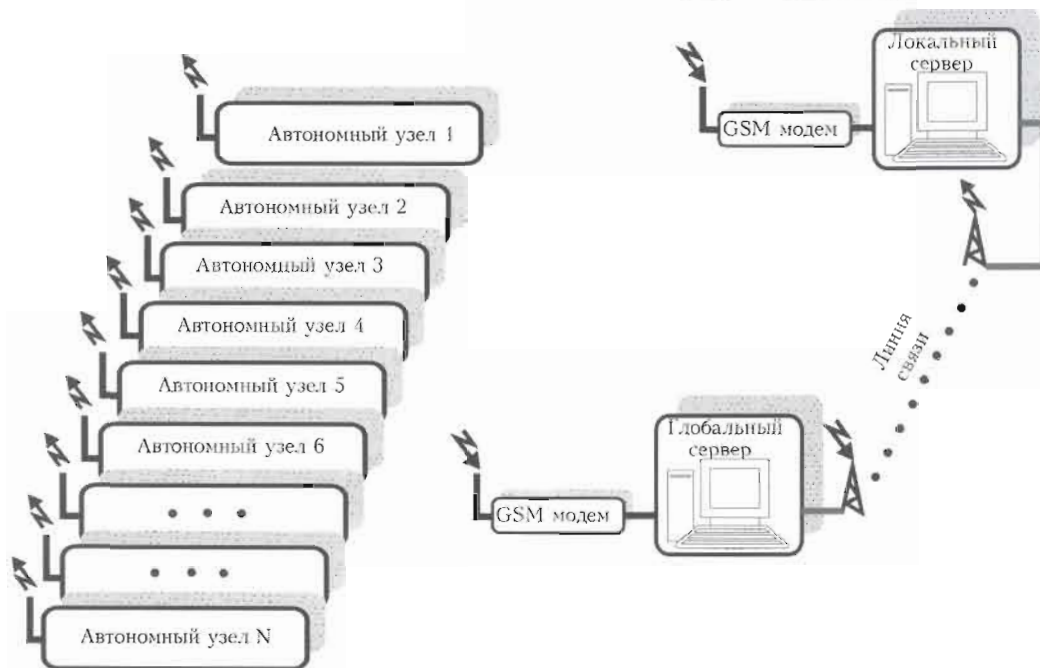


Рис. 2. Структурная схема системы

Во время нахождения в активном режиме предусмотрена корректировка параметров работы автономного узла: корректировка времени; адреса доставки данных, режима работы (активный или пассивный), смена пароля входа. Такой режим предусмотрен для сохранения работоспособности узла при отрицательном балансе поступления — использования энергии. При передаче данных измерения механических напряжений передается текущее время, измеренные данные с преобразователей, емкость аккумуляторной батареи.

Автономная система мониторинга механических напряжений магистральных трубопроводов с использованием GSM-связи работает следующим образом (рис. 2). Первичные исследования напряженного состояния магистрального трубопровода проводятся первым уровнем системы мониторинга переносным измерителем механических напряжений типа MESTR-411 [4]. После соответствующего анализа с использованием оригинального программного обеспечения (ПО) определяются потенциально опасные участки трубопровода. Во время шурфовки на требуемых участках устанавливается необходимое количество описываемых автономных узлов, которые с использованием средств GSM-связи включаются в общую автономную систему мониторинга напряженного состояния трубопровода. На локальных и глобальном серверах эксплуатирующей организации устанавливается соответствующее специальное ПО. По заданному алгоритму (или в ручном режиме) ПО через GSM-модемы обеспечивает обмен данными системы мониторинга со всеми автономными узлами определенной зоны ответственности, а также проводит их накопление, обработку и пре-

доставляет информацию для принятия технологических решений.

Под локальным сервером понимается ПК, установленный в местном офисе организации, в зону ответственности которой входят участки трубопровода, на которых применяются соответствующие автономные узлы. Накопление, обработка и анализ полученных данных дают информацию для принятия технологических решений на местном уровне.

Под глобальным сервером понимается ПК, установленный в главном офисе организации, эксплуатирующей трубопровод, что позволяет оценивать напряженное состояние трубопровода в целом и предоставляет информацию для принятия технологических решений глобального характера. Как правило, в этих организациях имеются свои каналы связи для объединения локальных и глобальных серверов в сеть для обмена данными для исключения дублирования опроса автономных узлов с целью экономии электропитания.

Магистральные трубопроводы на некоторых участках проходят в зонах с малой плотностью GSM-ретрансляторов, что временами приводит к неустойчивости связи. На таких участках для обмена информацией целесообразно использовать не прямой on-line режим (CSD, GPRS, и т. д.), а режим передачи SMS-сообщений. SMS-сообщение, переданное сервером на автономный узел, может ждать восстановления связи с автономным узлом несколько часов и не теряться. При этом GSM-служба сама периодически повторяет попытки доставки SMS адресату. Режим SMS-запросов также очень актуален, когда автономные узлы находятся в режиме микропотребления и нес-



колько часов отключены от GSM-сети. В периоды времени, когда автономный узел выходит из режима микропотребления и подключается к GSM-сети, он тут же получает SMS — запрос-команду от сервера, которая могла быть передана на несколько часов ранее и хранилась в памяти GSM-сети.

Автономный узел отвечает своим SMS-сообщением, в котором находится информация текущих показаний преобразователей и состояние аккумулятора. После передачи автономный узел опять переходит в режим микропотребления. Вся полезная и служебная информация о состоянии одного автономного узла занимает не более 120 символов стандартного SMS-сообщения.

Выводы

Разработана автономная система мониторинга механических напряжений с использованием GSM-связи, которая используется для регистрации пульсации в трубопроводе, регистрации изменения пространственного положения трубопровода на оползневых участках и т. п.

Нац. техн. ун-т Украины «КПИ»,
Киев

Данные, полученные с каждого участка (где установлен автономный узел), могут использоваться в общей системе раннего оповещения и безопасной эксплуатации трубопроводов.

По мере производственной необходимости возможно наращивание информационной мощности системы путем установки дополнительных автономных узлов.

В комплексе с другими методами система обеспечивает оперативное предоставление информации с контролируемых участков.

1. *СНУТ 2.05.06-85**. Магистральные трубопроводы.
2. *Пятиуровневая* модульная система мониторинга напряженного состояния трубопроводов, сосудов под давлением, хранилищ, резервуаров магнитоанізотропным методом / С. К. Фомичев, С. Н. Минаков, В. В. Кочубей и др. // Техн. диагностика и неразруш. контроль, — 2006. — № 3. — С. 9–15.
3. *Измеритель* механических напряжений серии МЕСТР-41х / С. К. Фомичев, С. Н. Минаков, А. В. Данильчик и др. // Там же. — 1998. — № 1. — С. 58–60.
4. *Недосека А. Я.* Основы расчета и диагностики сварных конструкций. — Киев: Индпром, 2001. — 815 с.

Поступила в редакцию
29.11.2007



5-я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО И НЕФТЕГАЗОПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

г. Ивано-Франковск

02–05 декабря 2008 г.

Уважаемые коллеги!

Ивано-Франковский технический университет нефти и газа 02–05 декабря проводит 5-ю Международную научно-техническую конференцию и выставку «Современные приборы, материалы и технологии для неразрушающего контроля и технической диагностики машиностроительного и нефтегазопромышленного оборудования».

Для участия в работе конференции и выставки приглашены известные ученые и специалисты по неразрушающему контролю (НК) и технической диагностике (ТД) из Украины, России и Молдовы, организации-производители и поставщики средств НК и ТД в Украине, представители нефтегазодобывающих, нефтегазотранспортных, машиностроительных предприятий Украины, где эксплуатируются средства НК и ТД, а также организации, осуществляющие контроль за проведением НК и ТД на промышленных предприятиях.

По вопросам организации и проведения конференции и выставки обращаться в оргкомитет:

тел.: (+380 3422) 4-24-30, 4-60-77;

факс: (+380 3422) 4-00-89;

e-mail: zarichna@nung.edu.ua; <http://www.nung.edu.ua>