

## Применение оптоволоконных технологий для мониторинга объектов газовой отрасли

В настоящее время в мировой практике геофизических измерений и мониторинга все большее распространение приобретает использование оптоволоконных систем. Многие предприятия переходят на использование волоконно-оптических систем контроля и измерений. Производители продолжают активно внедрять свои продукты на существующих объектах. Положительные результаты применения, наряду с множеством преимуществ, характерных для данной технологии, вызывают все большую заинтересованность заказчиков, что ведет к расширению рынка и увеличению объемов производства. У волоконной оптики и систем мониторинга на оптоволоконных средствах измерения многообещающее будущее.

### МОНИТОРИНГ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Оптоволоконные системы мониторинга газовых скважин используются для каротажа температуры и давления, фиксации волновых колебаний при сейсморазведке, контроля зоны перфорации, записи динамики перемещения зон контакта фаз вода/нефть, газ/нефть, фиксации тепловых полей внутри скважины без перемещения датчиков, контроля герметичности эксплуатационной колонны и колонны НКТ, выявления температурных колебаний в обсадной колонне и цементе кондуктора (криолитозоне), создания комплекса мониторинга нескольких скважин, контроля работы погружных систем закачивания скважины. На основе данных о температуре и давлении внутри скважины выстраиваются

модели резервуаров – оцениваются их размеры/границы, проницаемость, скин-фактор и т.д. Результатом всего этого является прогноз объемов добычи газа без ущерба резервуара.

Системы способны точно измерять значения температуры и давления по всей длине скважины. Простое устройство систем включает геофизический кабель, в который вмонтированы оптические датчики, и прибор-регистратор. Запись показаний происходит в режиме реального времени по всей длине кабеля, погруженного в скважину.

Как показывает опыт некоторых компаний, экономия на КРС и эксплуатационных затратах может составить до 80%! Причем экономия средств – это только одна из решаемых задач. Основное, что дает установка таких систем, – при-

рост добычи полезных ископаемых до 50–60%, а соответственно, и прирост выручки, что очень важно в условиях сокращения традиционных запасов углеводородов. Добыча смещается в сторону разработки высоковязких, сверхглубоких, сланцевых и т.п. месторождений с трудно извлекаемыми запасами, где применение оптоволоконных систем – один из ключевых факторов эффективности.

### МОНИТОРИНГ ГАЗОПРОВОДА

#### Контроль напряженно-деформированного состояния

Для критически опасных участков залегания трубопровода разработаны распределенные (на основе Бриллюэновской рефлектометрии) и точечные (на основе решеток Брэгга



и интерферометров) системы мониторинга деформации. Распределенные системы позволяют охватить большую протяженность трубопровода, точечные, в свою очередь, позволяют с большой точностью измерить сечение трубопровода. Особенно актуально применение систем мониторинга на участках с повышенной эксплуатационной нагрузкой: зоны с образованием карстовых полостей, оползневые участки склонов, сейсмически опасные участки.

### Мониторинг утечек

Система непрерывного распределенного контроля утечки газопродуктов по всей длине трубопровода на базе применения оптоволоконного кабеля в качестве чувствительного элемента позволяет минимизировать финансовые потери и предотвращать техногенные катастрофы.

Поскольку при возникновении утечки на газопроводе происходит повышение температуры вмещающего грунта, оптоволоконная система мониторинга распознает образование так называемого теплового пятна вдоль чувствительного элемента. При аномальном изменении температуры из-за утечки на пульт диспетчера поступает сигнал. Точность определения места возникновения утечки – до 1 м.

Отличительные особенности и преимущества оптоволоконной системы определения утечек:

- высокая позиционная точность выявления течи;
- возможность дистанционного контроля объекта из диспетчерской;
- независимость от электрического питания;
- максимальный уровень пожаро- и взрывобезопасности;
- устойчивость к электромагнитным помехам и коррозии;
- малый вес и простота установки системы;
- высокая надежность и длительный срок эксплуатации;
- возможность интеграции с другими линиями, автоматизация объекта;
- опция разветвления по участкам трубопровода и возможность дополнения системы.



### МОНИТОРИНГ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

Система на основе оптоволоконных датчиков предназначена для наблюдения за наиболее высоконагруженными участками газовых компрессорных станций. Применение различных устройств опроса датчиков позволяет контролировать как медленные процессы деформации, так и быстрые вибрационные процессы. Участки, близкие к нагнетателю, могут оснащаться системами измерения деформации с частотой опроса до 10 кГц. Прочие участки, требующие повышенного внимания, такие как запорная арматура, тройники, отводы, люк-лазы, достаточно оснастить системами измерения статической деформации с частотой опроса 1 Гц. Все элементы системы объединяются в единую сеть для создания глобальной модели поведения объекта в данный момент времени, на основе которой производится анализ состояния объекта. В случае превышения заданных показателей система оповещает об опасности.

### МОНИТОРИНГ ГАЗОВЫХ ХРАНИЛИЩ

В зависимости от типа газового хранилища могут применяться различные типы систем мониторинга. Для подземных хранилищ применимы системы,



аналогичные используемым для мониторинга скважин. Для надземных хранилищ применимы системы на основе всех типов волоконно-оптических датчиков. Распределенные датчики применимы для получения комплексного представления о температуре и деформации резервуара, точечные датчики – для измерения локальных характеристик наиболее ответственных узлов.

### СИСТЕМЫ ОХРАНЫ

#### Комплексная система регистрации виброакустических воздействий

Оптоволоконная система виброакустического мониторинга, основным структурным компонентом которой является распределенный виброакустический датчик (DAS) – оптоволоконный кабель с заданными характеристиками, позволяет существенно повысить уровень безопасности газопроводов и объектов газовой промышленности. Принцип действия системы основан на непрерывной фиксации изменений виброакустического фона в непосредственной близости к трубопроводу. Факторами, вызывающими изменения фона, могут быть различные потенциально опасные для трубопровода явления: передвижение тяжелой техники в непосредственной близости от охранной зоны, приближение человека, земляные работы вблизи трубопровода и т.п. В зависимости от комплектации и сопутствующих характеристик система позволяет фиксировать приближение к продуктопроводу различных объектов на расстоянии от 10 до 50 м. При этом пространственная точность фиксации воздействия на объект мониторинга может составлять до 0,5 м на всем протяжении трубопровода. Дополненная специальным программным обеспечением оптоволоконная система виброакустического мониторинга позволяет фиксировать только потенциально

опасные изменения за счет настройки шумового порога срабатывания и интеграции данных опасных/неопасных объектов. Система может дополняться опцией привязки к карте местности и камерами видеонаблюдения, способными в режиме реального времени наводиться на место возникновения потенциально опасного воздействия. Данная система дает возможность проводить круглосуточный мониторинг охранной зоны трубопровода по принципу обнаружения несанкционированных вторжений в режиме реального времени. Система положительно зарекомендовала себя по всему миру как надежное решение для защиты трубопроводов от несанкционированных врезок. Кроме того, система позволяет не только контролировать периметры, но и фиксировать динамические процессы по всей протяженности трубопровода, в резервуарах, везде, где есть движущаяся масса и рождаются акустические волны.

### ПРИМЕНЕНИЕ ОПТОВОЛОКОННЫХ СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ РФ

Волоконно-оптическая система контроля протяженных объектов полностью соответствует требованиям Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (ГОСТ Р 22.1.12-2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования»). Устройства опроса волоконно-оптических датчиков соответствуют Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».



На весь спектр оптоволоконных датчиков, устройств опроса и комплексных систем мониторинга, предлагаемых на рынке альянсом компаний «Инверсия-Сенсор» – «ПНППК», на сегодняшний день оформляются все необходимые сертификаты и разрешения согласно требованиям российского законодательства. Также проводится работа по прохождению добровольной сертификации по системе ГАЗПРОМСЕРТ. Одним из лидеров в области оптоволоконных систем мониторинга в РФ является ООО «Инверсия-Сенсор», имеющее многолетний опыт по разработке датчиков, регистраторов, периферийного оборудования. Компания обладает набором передовых технологий на основе Брэгговских решеток, Рамановского и Бриллюэновского рассеяния. Успешно реализован ряд проектов по оснащению объектов волоконно-оптическими сенсорами, а также по автоматизации мониторинга. Компания уделяет повышенное внимание качеству своей продукции. Поставляемые компанией системы контроля температуры, давления и деформации соответствуют необходимым техническим требованиям заказчиков, высокотехнологичны и безопасны для применения в агрессивных и плохо предсказуемых условиях. Волоконно-оптические датчики, устройства опроса волоконно-оптических датчиков и системы на их основе проходят все необходимые сертификационные процедуры в соответствии с требованиями стандартов и регламентов Российской Федерации. С декабря 2013 г. ООО «Инверсия-Сенсор» развивается на площадке ОАО «ПНППК», используя ее широкие инфраструктурные и производственные возможности.

Пермская научно-производственная приборостроительная компания (ОАО «ПНППК») имеет большой опыт производства оптических волокон и компонентов на их основе. С 1996 г. компания занимается волоконно-оптическими технологиями. В настоящее время компания разрабатывает волоконно-оптические датчики на основе решетки Брэгга. Используя решетки Брэгга как высокочувствительный элемент, можно получить большую номенклатуру высокоточных датчиков для регистрации различных физических величин: деформации, температуры, давления, перемещения и т.д.

В последние годы ведутся активные работы в области датчиков для мониторинга состояния инженерных объектов гражданского и промышленного назначения совместно с такими организациями, как ОАО «Оргэнергогаз» (системы мониторинга состояния газопроводов и компрессорных станций) и ОАО «Русгидро» (мониторинг состояния ГЭС). Сотрудничество компаний нефтяной и газовой отраслей с ООО «Инверсия-Сенсор» позволяет осуществлять совместное проведение испытаний и опытно-промышленную эксплуатацию систем мониторинга на объектах газовой промышленности и сопутствующей инфраструктуры и совместно разрабатывать проекты оснащения новых компрессорных станций и газопроводов волоконно-оптическими системами мониторинга, а также проекты модернизации существующих объектов. Все испытания проводятся под полным контролем заказчика. В процессе эксплуатации волоконно-оптических датчиков, устройств опроса волоконно-оптических датчиков и систем специалисты компании оказывают всю необходимую техническую и метрологическую поддержку.



ООО «Инверсия-Сенсор»  
630090, г. Новосибирск,  
ул. Инженерная, д. 20  
Тел.: +7 (383) 201-68-69  
e-mail: sales@i-sensor.ru

**ГЕФЕСТ** РОСТОВ

**20**  
лет!



ООО «Гефест-Ростов»,  
344064, г. Ростов-на-Дону,  
пер. Технологический, 5.

(863) 277-77-93,  
277-44-01, 277-34-64

e-mail: [rnd@gefestrostov.ru](mailto:rnd@gefestrostov.ru)

[www.gefestrostov.ru](http://www.gefestrostov.ru)