

А.В. Исаев, технолог; П.В. Краснов, руководитель испытательной лаборатории ИЛ ЭХЗ, ООО «Энергофинстрой»

## КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ. РАБОТА В НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕАЛИЯХ

Можно считать аксиомой, что катодная защита подземных трубопроводов является наиболее экономически эффективным способом увеличения срока эксплуатации этих стратегически важных сооружений и предотвращения техногенных аварий на них, продлевает жизнь защищаемого объекта не менее чем на 10 лет. Общемировая практика оценивает затраты на создание и эксплуатацию систем катодной защиты в сумму, не превышающую 1% от стоимости самого защищаемого объекта – трубопровода. Причем сравнительно высоки оказываются капитальные затраты (95% от суммарных затрат на катодную защиту) и сравнительно низки эксплуатационные затраты (5%).

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОНИТОРИНГА

Эксплуатация трубопроводов невозможна без проведения мониторинга. Существуют различные виды мониторинга трубопроводов. Ниже приведена сравнительная таблица наиболее распространенных видов мониторинга, их достоинства и недостатки.

Таким образом, внедрение дистанционного мониторинга (и его важной составляющей – подсистемы коррозионного мониторинга) – обоснованный способ

оптимизации эксплуатационных затрат, в том числе на катодную защиту.

Снижение затрат на плановое обследование объекта и проведение регламентных работ должно обеспечить повсеместное внедрение подсистем коррозионного мониторинга (ПКМ). В таблице указано, что существенным препятствием для развертывания ПКМ может стать отсутствие стабильных источников питания в точках проведения измерений и каналов связи до этих точек.

### ПОДСИСТЕМА КОРРОЗИОННОГО МОНИТОРИНГА КОМПАНИИ «ЭНЕРГОФИНСТРОЙ»

Компания «Энергофинстрой» является комплексным поставщиком оборудования на объекты ПАО «Газпром».

Поскольку мы хорошо знаем потребности наших заказчиков и имеем уже достаточно четко сформированные нормативные документы [1], для нас было естественным сосредоточить усилия на создании собственной подсистемы коррозионного мониторинга (ПКМ.ЭФС). В настоящий момент в состав ПКМ.ЭФС входят:

- устройство дистанционного измерения (ПКМ.ЭФС.УДИ) – совокупность измерительного, энергетического модулей и оборудования сбора и передачи данных, размещаемое в контрольно-измерительном пункте (КИП);
- автономный регистратор измерений (ПКМ.ЭФС.АРИ) – модификация ПКМ.ЭФС.УДИ, предназначенная для проведения автономных суточных замеров с высокой частотой и сохранения результатов измерений в энергонезависимой памяти;
- устройство внешнего контроля (ПКМ.ЭФС.УВК) – «цифровая»

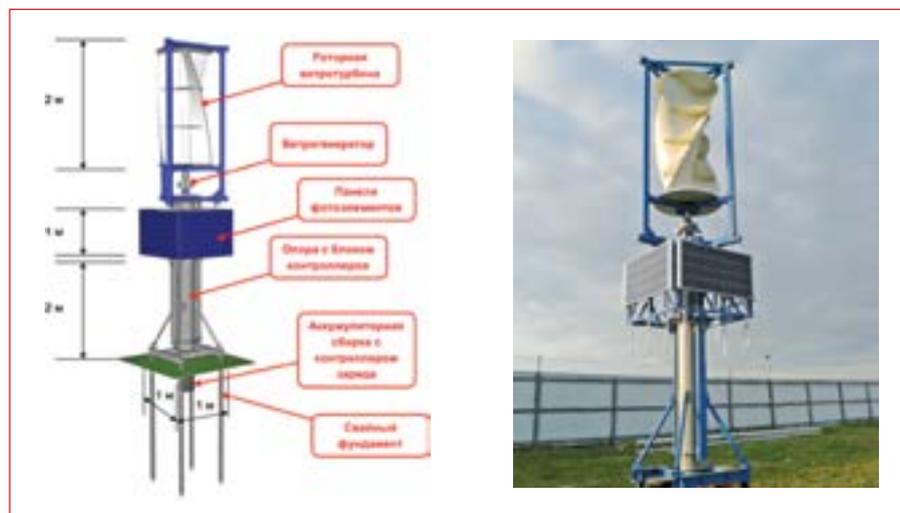


Рис. 1. Установка УММВИЗ.ЭФС

Таблица. Сравнительные характеристики наиболее распространенных видов мониторинга трубопроводов

Метод	Контролируемые параметры	Регулярность	Достоинства	Недостатки
Внутритрубная диагностика	<ul style="list-style-type: none"> <li>• остаточная толщина стенки трубы;</li> <li>• профиль трубы;</li> <li>• размеры и глубина дефекта трубы</li> </ul>	1 раз в 3–5 лет (может проводиться только на трубопроводах, оснащенных камерами запуска и приема – есть не на всех трубопроводах)	Дает полную картину состояния тела трубы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ограниченная применимость (как правило, трубопроводы большого диаметра);</li> <li>• слишком большой интервал проведения;</li> <li>• высокая стоимость</li> </ul>
Чувствительное оптоволокно	<ul style="list-style-type: none"> <li>• изменения в прилегающем к трубе грунте (подвижки, изменение температуры, прорывы, врезки)</li> </ul>	Непрерывно	Обеспечивает контроль параметров на всем протяжении трубопровода (с точностью до 1 м)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокая стоимость;</li> <li>• сложность внедрения (только при новом строительстве или реконструкции);</li> <li>• ограниченный объем контролируемых параметров</li> </ul>
Аэрофотосъемка или беспилотные летательные аппараты	<ul style="list-style-type: none"> <li>• визуальный осмотр трассы трубопровода;</li> <li>• спектральный анализ испарений в воздухе;</li> <li>• контроль температуры грунта в инфракрасном диапазоне</li> </ul>	По графику пролета устройства	Визуальное выявление событий на трассе трубопровода	<ul style="list-style-type: none"> <li>• полное отсутствие инструментального контроля;</li> <li>• зависимость от погодных условий</li> </ul>
Ручные замеры	<ul style="list-style-type: none"> <li>• параметры работы электрохимзащиты;</li> <li>• контроль загазованности на переходах в системе «патрон – труба»;</li> <li>• параметры грунта;</li> <li>• визуальный осмотр надземного оборудования;</li> <li>• контроль состояния трубопровода (изоляции) при проведении контрольного шурфования;</li> <li>• контроль и изменение параметров работы оборудования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• два раза в месяц (если позволяют погодные условия) – плановые замеры;</li> <li>• два раза в год – контрольные замеры</li> </ul>	Возможность выполнить экстренные и неформализованные работы в любое время и в любом месте (любой ценой)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• зависимость от добросовестности персонала (качество проведения измерений);</li> <li>• зависимость от погодных и климатических условий;</li> <li>• необходимость использования дорогой транспортной техники;</li> <li>• значительные затраты на персонал;</li> <li>• сложность подбора персонала, особенно в труднодоступной местности</li> </ul>
Подсистемы коррозионного мониторинга (как часть АСУ ТП)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• параметры работы электрохимзащиты;</li> <li>• контроль загазованности на переходах через дороги;</li> <li>• параметры грунта;</li> <li>• контроль состояния и работоспособности оборудования;</li> <li>• дистанционное управление режимами работы оборудования</li> </ul>	С заданной частотой (вплоть до реального времени)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обеспечение комплексного контроля трубопровода с возможностью наращивания;</li> <li>• качественно более высокий уровень поддержки принятия решений за счет большей выборки и лучшего качества данных;</li> <li>• отсутствие зависимости от погодных условий;</li> <li>• низкая стоимость обслуживания и поддержки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• значительные затраты при развертывании системы;</li> <li>• необходимость в высококвалифицированном персонале для обслуживания системы и/или дополнительные затраты на внешнее сервисное обслуживание;</li> <li>• необходимость в стабильных каналах связи;</li> <li>• необходимость в стабильных источниках питания для измерительного оборудования;</li> <li>• уязвимость при проведении ремонтных работ</li> </ul>

оболочка аналоговых СКЗ и СДЗ, предназначенная для дистанционного контроля параметров работы оборудования, интегрирована с различными средствами передачи собираемых данных, допускает дистанционное управление оборудованием (при наличии аппаратной возможности);

- локальная узловая система (**ПКМ.ЭФС.ЛУС**) – интеллектуальный центр сбора данных на ограниченном участке магистральных трубопроводов (компрессорных или газораспределительных станций) со средствами подключения к КП телемеханики;
- диспетчерская программа (**ПКМ.ЭФС.СОТКА**) накопления, обработ-

ки, анализа и визуализации собранных данных (телеизмерение и телесигнализация) с возможностью дистанционного управления оборудованием (телерегулирование и телеуправление);

- средства интеграции с внешними информационными системами;
- универсальный мобильный комплекс (**ПКМ.ЭФС.УМК**) – программно-аппаратная платформа на базе защищенных планшетов, предназначенная для оперативного формирования заданий на работы, фиксации в электронном виде результатов проводимых работ и измерений, а также поддержки принятия решений персоналом на основе базы знаний [электронные

интерактивные регламенты работ, электронный архив, электронные руководства по эксплуатации]. Все элементы **ПКМ.ЭФС** смонтированы на испытательном полигоне компании. Ведется ее совершенствование и развитие.

### БЕСКОНЕЧНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Еще одним резервом экономии является снижение затрат на электроэнергию за счет оптимизации режимов работы оборудования катодной защиты. Существенное улучшение качества изоляционного покрытия трубопроводов привело к тому, что требуемая мощность СКЗ снизилась на порядок [2]. По-

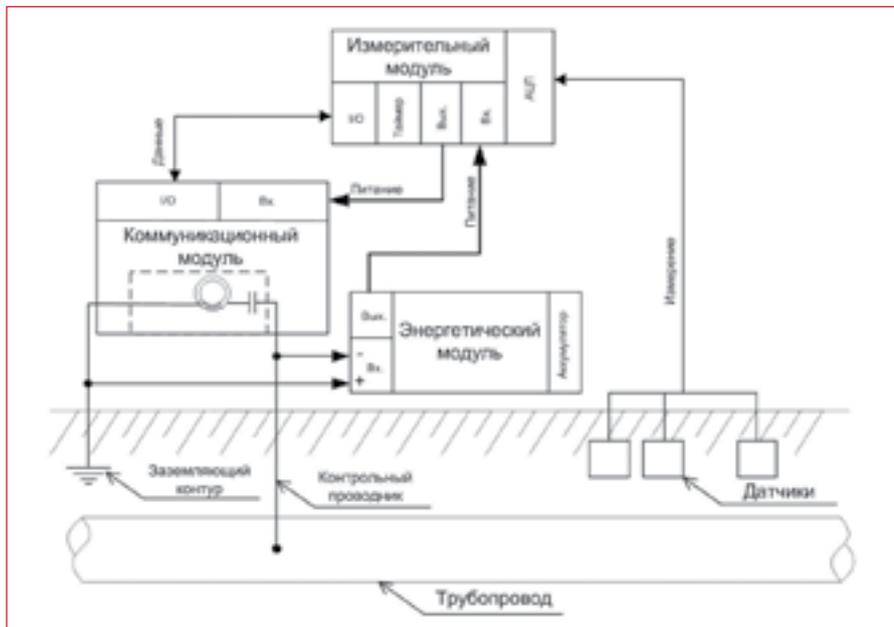


Рис. 2. Схема комплекса дистанционных измерений на линейном трубопроводе «Энергопикет»

явилась возможность создавать автономные УКЗ малой мощности, способные получать питание от возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – солнца и ветра. Проектные организации уже проводят расчеты, при каких условиях экономически эффективно строить систему электроснабжения линейных потребителей на базе оборудования ВИЭ [3, 4]. Разумеется, создавать подобную систему необходимо не только для СКЗ, но и для крановых узлов (КУ), контролируемых пунктов телемеханики (КП ТМ) со средствами телекоммуникации. Например, КУ, оснащенные электрогидроприводами, имеют пиковое потребление 1,1 кВт при напряжении 24 В постоянного тока. Потребление оборудования КП ТМ также не превышает 1 кВт (с тенденцией существенного снижения потребляемой мощности).

Компания «Энергофинстрой» совместно с партнерами разработала и смонтировала на своем испытательном полигоне в Калужской области такую установку (**УММВИЭ.ЭФС**). Экспериментальная установка имеет высокие прочностные характеристики и предназначена для работы в жестких климатических условиях вплоть до прибрежных территорий Северного ледовитого океана. Занимаемая установкой площадь составляет менее 2 м<sup>2</sup>. Кроме того, предполагается возможность сборки и монтажа данной установки без применения специализированной строительной техники, практически вручную. Все без исключения компоненты установки произведены в Российской Федерации.

#### «ЭНЕРГОПИКЕТ»

Компания «Энергофинстрой» совместно с партнерами ведет раз-

работку и экспериментальные испытания принципиально нового комплекса проведения дистанционных измерений на линейной части трубопроводов. Комплекс получил название «Энергопикет». Ключевыми особенностями предлагаемого решения являются обеспечение питания измерительного модуля (ПКМ.ЭФС.УДИ) и оборудования сбора и передачи данных непосредственно от защитного потенциала трубопровода и передача собранных данных по паре «трубопровод – земля».

Энергетический модуль «Энергопикета» – «Капсула» – имеет в своем составе литий-железо-фосфатный аккумулятор емкостью 1 или 2 Ач и сроком службы более 10 лет. Отбираемый «Капсулами» ток настолько мал, что влияние на уровень защитного потенциала трубопровода практически отсутствует.

Наличие собственного испытательного полигона является уникальной возможностью комплексной проверки разрабатываемых решений. Это позволяет существенно снизить затраты на доводку оборудования, а также дать возможность ознакомиться с нашими решениями широкому кругу сотрудников эксплуатирующих и проектных организаций.



ООО «Энергофинстрой»  
117342, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 71  
Тел./факс: +7 (495) 645-29-15/16  
e-mail: info@energofin.ru  
www.energofin.ru

#### Литература:

1. Марянин В.В., Карнавский Е.Л. Концепция системы коррозионного мониторинга объектов газотранспортной системы // Коррозия «Территории «НЕФТЕГАЗ». 2016. № 1 (33). С. 58–61.
2. Яблучанский А.И. Оптимизация параметров катодной защиты в системе коррозионного мониторинга как необходимое условие повышения надежности газотранспортной системы // Коррозия «Территории «НЕФТЕГАЗ». 2016. № 1 (33). С. 74–77.
3. Агапова О.Р., Бондаренко С.В., Горюнов О.А. и др. Особенности использования возобновляемых источников энергии в системах электроснабжения вольтажированных потребителей на магистральных газопроводах // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2013. № 4. С. 88–91.
4. Богачков И.М., Овчинников П.А., Сергеева Н.Л., Зорина М.В. Аналитический способ экономической оценки варианта системы электроснабжения линейных потребителей // Газовая промышленность. 2015. № 06 (723). С. 48–52.