

Проектирование систем электрохимической защиты при реконструкции и техническом перевооружении объектов газовой отрасли

М.Ю. Лексиков, Д.Ю. Федоров (ОАО «ВНИПИгаздобыча»)

В настоящее время проектирование системы электрохимической защиты (ЭХЗ) строящихся и реконструируемых подземных сооружений газовой промышленности основывается на данных изысканий, которые включают перечень работ, регламентируемый стандартом отрасли СТО Газпром 9.2-003-2009 [1].

Работы по изысканиям можно разделить на два основных этапа:

1. Сбор сведений о коррозии и параметрах ЭХЗ соседних и/или пересекающих проектируемое сооружение подземных коммуникациях.
2. Электрофизические инженерные исследования.

Ниже рассмотрены особенности электрометрических инженерных изысканий блуждающих токов, проводимых с целью определения этой опасности.

Трубопровод в отсутствие блуждающих токов обычно имеет естественный потенциал в пределах от минус 0,7 до минус 0,4 В относительно медносульфатного электрода. Непостоянство величины измеряемого потенциала во времени с амплитудой изменения более 100 мВ означает наличие влияния блуждающих токов на участок сооружения [2]. При этом смещения потенциалов от естественных значений в более отрицательную область свидетельствуют о натекании блуждающего тока на участок, а смещение в менее отрицательную или положительную область – о его стекании.

Наличие блуждающих токов для проектируемых сооружений определяют квадрантной установкой с разносом электродов на 100 м. Превышение значения разности потенциалов между наибольшим и наименьшим значениями 0,50 В характеризует наличие блуждающих токов [2].

Метод оценки с применением квадрантной установки является косвенным и не дает четкого прогноза опасности влияния блуждающих

токов на проектируемый трубопровод, всего лишь отражая их наличие в земле.

Опасность блуждающих токов можно ориентировочно оценить по результатам обследования соседних существующих систем (при условии их наличия). Однако при этом данные результаты не могут в полной мере служить доказательством наличия вредного влияния блуждающих токов на проектируемое сооружение ввиду различных сопротивлений изоляционного покрытия существующего и проектируемого сооружений.

Известно, что по типу блуждающие токи разделяются на следующие группы:

- статические (стационарные) – характеризуются постоянной во времени по величине и знаку;

- кинетические (нестационарные) – имеют неустойчивый характер, изменяются по величине и знаку.

Поэтому при изысканиях при условии обнаружения нестационарных блуждающих токов регистрирующие приборы необходимо устанавливать на продолжительное время.

В настоящее время считается, что влияние переменных токов на коррозионные процессы менее значительно, чем влияние постоянных. Опасность их негативного воздействия на целостность сооружения остается. Особое внимание при проведении изыскательских работ необходимо уделять участкам защищаемых сооружений при сближении, параллельном следовании и пересечении с воздушными линиями электропередачи свыше 110 кВ.

Теллурические токи, преимущественно наблюдающиеся в северных широтах, вследствие их неуправляемой данности также относятся к категории блуждающих. Для газотранспортных компаний, например в Канаде, теллурические токи являются серьезной проблемой. Однако в настоящее время проблема коррозии от их влияния не раскрыта, и в современной российской нормативно-технической базе отсутствует упоминание о них.

Интенсивность и направление теллурических токов в земле изменяются во времени с периодами от нескольких лет (циклические,

годовые вариации) до нескольких минут и секунд (короткопериодные вариации). Амплитуда этих вариаций меняется в пределах от долей до сотен мВ/км в зависимости от состава подстилающих пород, географического положения точки измерений на земной поверхности и возмущенности геомагнитного поля.

Средняя плотность этих токов в земле составляет около 2 А/км^2 , но в периоды возмущения электромагнитного поля Земли она возрастает более чем на порядок величины. В металлических трубопроводных системах вследствие большой длины и высокой электропроводности индуцируемые теллурические токи могут быть значительно больше, чем в земле. Их величина может достигать более 100 А [3].

Вместе с тем, при разработке проектной документации на реконструкцию и/или техническое перевооружение системы ЭХЗ (без проведения работ по реконструкции или ремонту изоляционного покрытия) объектов, находящихся на стадии промышленной эксплуатации, требуется целый ряд дополнительных исходных данных для проведения расчета и обоснования технических решений, закладываемых в проекте.

В первую очередь это касается интегральной оценки [4, 5] существующего состояния защитного покрытия на участке реконструируемого трубопровода.

Методика интегральной оценки следующая:

а) - одну установку катодной защиты (УКЗ), в зоне действия которой определяют переходное сопротивление трубопровода, оставляют включенной, смежные УКЗ по 1–2 шт. «по» ходу и «против» хода транспортируемого продукта отключают;

б) - измерения проводят после стабилизации потенциалов; обычно это время составляет 1–2 сут после отключения УКЗ;

в) - после стабилизации потенциалов записывают режимы работы УКЗ и проводят измерения потенциалов по обе стороны от УКЗ на всех контрольно-измерительных пунктах (КИП) трубопровода с шагом не более 1 км , а также в колодцах, шурфах, на крановых площадках и др., т.е. во всех возможных для измерения точках на оцениваемом участке трубопровода.

При отсутствии КИП или невозможности измерения с шагом не реже 1 км измерения потенциалов выполняют методом выносного электрода.

Переходное сопротивление $R_{\text{пер}}$ [2] вычисляют по формуле (Ом·м²)

$$R_{\text{п}} = \frac{\pi D R_{\text{т}}}{\alpha^2}, \quad (1)$$

где D – диаметр трубопровода, м; $R_{\text{т}}$ – продольное сопротивление трубопровода Ом/м; α – постоянная распространения тока, 1/м [2, гл. 5.7].

Далее определяется входное сопротивление трубопровода (Ом) [1]:

$$Z_{\text{вт}} = \sqrt{R_{\text{т}} \cdot R_{\text{п}}}. \quad (2)$$

Сила тока УКЗ определяется по формуле [1] (А)

$$I = \frac{2U_{\text{тз}}}{Z_{\text{вт}}}, \quad (3)$$

где $U_{\text{тз}}$ – смещение разности потенциалов (труба–земля), В.

Также при выполнении изысканий необходимо учитывать различные геолого-климатические условия расположения объектов проектирования, к примеру, для районов Крайнего Севера вертикальное электрическое зондирование необходимо проводить на глубину до 200 м [6], тогда как для средней полосы России, как правило, достаточно и 100 м.

Ввиду того, что проектирование систем ЭХЗ выполняется для различных этапов строительства объектов газовой отрасли, включающих капитальное строительство, реконструкцию и техническое перевооружение, перечень работ, проводимых при изысканиях, может меняться в широких пределах. Регламент изысканий под проектирование ЭХЗ, приведенный в [1], отражает только общие требования к работам на данной стадии проектирования. Поэтому в настоящее время необходима разработка нормативно-технического документа, регламентирующего организацию, состав и требования к комплексу электрофизических исследований и составу электрометрических работ. Документ в своем составе должен содержать перечень исходных данных и способы их получения (указания, рекомендации, методики измерений и т.д.).

Важно еще и то, что перечень работ при изысканиях должен содержать необходимый, но достаточный минимум для оптимизации затрат на их проведение на различных этапах жизненного цикла объекта. Для этого проектным организациям необходимо максимально использовать материалы служб защиты от коррозии эксплуатирующих организаций, результаты работ, проводимых специализированными организациями в рамках коррозионных обследований объектов ОАО «Газпром», а также результаты инженерных изысканий проектировщиков трансконтинентальных высоковольтных линий электропередачи, параллельно которым проектируется трасса трубопроводов.

Предлагаем в проект решения отраслевого совещания включить разработку нормативного документа «Руководство по организации, требованиям и составу комплекса работ по проведению исследовательских работ при проектировании средств электрохимической защиты объектов ОАО «Газпром».

Список литературы

1. СТО Газпром 9.2-003-2009 Проектирование электрохимической защиты подземных сооружений.
2. Руководство по эксплуатации систем противокоррозионной защиты трубопроводов. – ООО «ВНИИГАЗ», 2004.
3. Оценка факторов риска, связанных с электрическими токами, наводящимися в магистральных трубопроводах, расположенных в высоких широтах / Л.Л. Ваньян, И.В. Егоров, Л.И. Лобковский, Н.А. Пальшин. – Институт океанологии им. Ширшова РАН.
4. Рекомендации по электрическим измерениям и изысканиям. – ВНИИСТ, 1968.
5. СНиП 2.05-06-2010 Магистральные трубопроводы (1-я редакция). Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*.
6. ВСН 013-88 Строительство магистральных и промышленных трубопроводов в условиях вечной мерзлоты.