

ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ В УСЛОВИЯХ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

УДК 620.193.7

А.Е. Абрамчук, начальник отдела диагностического обслуживания средств ПКЗ, e-mail: aae@oeg.gazprom.ru, aae@yandex.ru;

А.В. Харитонов, начальник управления ЭД, ОАО «Оргэнепрогаз», e-mail: kharitonov@oeg.gazprom.ru

Рассматриваются вопросы обеспечения электрометрической диагностики в условиях блуждающих токов нормативной, методической и аппаратурной базой. Приведены результаты обследований участков с влиянием блуждающих токов на объект.

Ключевые слова: блуждающие токи, электрометрическая диагностика, потенциал.

Электрометрическая диагностика магистральных газопроводов в условиях блуждающих токов (БТ) имеет ряд методических особенностей, которые включают:

- оценку влияния, изучение пространственного распределения и определение источника БТ;
- оценку защищенности объекта средствами электрохимической защиты (ЭХЗ) в условиях блуждающих токов;
- разработку рекомендаций по минимизации воздействия блуждающих токов.

Перечисленные особенности/задачи, возможно, в силу полагаемой очевидности, не нашли отражения в основном нормативном документе (НД) по организации коррозионных обследований (СТО Газпром 2-2.3-310-2009). Обращение к нормативным первоисточникам (ГОСТ Р 51164-98, ГОСТ 9.602-98) указывает отнюдь не на очевидность и простоту вопросов, но на слабый уровень их проработки. В действующей НД критерии оценки блуждающих токов даны нечетко (скорее запутанно): п. 5.14.2 ГОСТ Р 51164-98 содержит ссылку на ГОСТ 9.602, в котором имеется (с немалыми усилиями идентифицируемый) критерий отсутствия/наличия БТ (0,04 В амплитуды колебаний разности потенциалов «сооружение – земля» по ГОСТ 9.602-2005 п. Г.3.4) и определение опасного действия БТ. Руководством по эксплуатации систем противокоррозионной защиты трубопроводов [1, п. 5.5.3] введен термин «влияние/интенсивное влияние

блуждающих токов», критерием которого является амплитуда (размах) значений потенциала свыше 100 мВ. Неоднозначно изложен в НД и другой подход к оценке блуждающих токов (ГОСТ 9.602 и далее перенесенный в СТО Газпром 9.0-001-2009 п. 6.9, причем только он), по которому в качестве критерия наличия блуждающих токов **в земле** рассматривается амплитуда/размах изменения разности потенциалов в 0,5 В (по ГОСТ 9.602-89 и СТО Газпром 9.0-001-2009) и 0,04 В (по ГОСТ 9.602-2005) на приемной линии в 100 м. Этот подход правомочен на стадии проектирования газотранспортного объекта, но не диагностики реально существующего, поскольку наличие БТ в земле связано с токами в системе «труба – земля» количественно непредсказуемым образом. Суммируя изложенное, можно сформулировать следующие критерии определения БТ по амплитуде изменения потенциала «сооружение – земля» (в приложении к эксплуатации и диагностике):

- < 0,04 В – блуждающие токи отсутствуют;
 - > 0,04 В – наличие блуждающих токов;
 - > 0,1 В – влияние блуждающих токов.
- Опасное действие блуждающих токов определяется по п. 4.7 ГОСТ 9.602-2005, п. 6.10 СТО 9.0-001-2009 и п. 8.12 СТО Газпром 9.2-002-2009:

«Опасным действием постоянного блуждающего тока на подземные металлические сооружения считается наличие изменяющегося по знаку и значению смещения потенциала сооружения по отношению к его ста-

ционарному потенциалу (знакопеременная зона) или наличие только положительного смещения потенциала, как правило, изменяющегося по значению (анодная зона). Допускается кратковременное анодное смещение потенциала трубы суммарной продолжительностью не более 4 мин. в сутки»;

«Стационарный/естественный потенциал для стали в соответствии с п. 3.4 Приложение Г ГОСТ Р 51164-98 принимается равным –0,7 В (или –0,55, по СТО Газпром 9.2-003-2009)».

Из представленных критериев и определений в части БТ наиболее существенное методическое значение имеют категории **влияния БТ** (измерения потенциалов и оценка защищенности объекта средствами ЭХЗ невозможны без регистрационных наблюдений) и **опасное действие** (необходимы исследования по локализации анодных зон и разработка рекомендаций по их устранению). Разумеется, наибольшую озабоченность служб эксплуатации вызывает ситуация с опасным влиянием БТ, предполагающая ряд организационных мероприятий в соответствии с НД. При этом допустимость существования зон с опасным влиянием изложена в ГОСТ Р 51164-98 п. 5.1-5.2 весьма неоднозначно.

Сделать заключение о степени влияния БТ на объект обследования возможно, лишь изучив пространственное распределение блуждающих токов по всей его протяженности (с той или иной степенью детальности). Особое значение при этом имеет син-

хронность исследования в различных точках, регулярность шага, по возможности наибольшее количество пунктов синхронных долговременных наблюдений.

На сегодняшний день технический арсенал диагностических подразделений в части изучения БТ довольно ограничен:

1. Автономные многоканальные регистраторы напряжений (потенциалов «сооружение – земля»).

2. Существующие в единичных/макетных экземплярах бесконтактные измерители – регистраторы инфранизкочастотных и постоянных магнитных полей (например, система SCM), в определенной мере пропорциональных протекающим по трубопроводу токам.

Не рассматривая вторую группу как реальное средство ввиду отсутствия на рынке или стоимости, не соответствующей потребительскому качеству (SCM), имеем возможность в базовом методическом анализе опираться только на данные многоканальных регистраторов, которыми в определенной мере обеспечены полевые бригады.

Одним из методических недостатков регистрационных измерений потенциалов «сооружение – земля» является неучтенное влияние омической составляющей в результатах измерений, что порой делает невозможным корректное сопоставление интенсивности воздействия блуждающих токов от точки к точке.

Второе ограничение в достижении необходимой информативности исследований – доступность производства измерений только на контрольно-измерительных пунктах (КИП) и оголениях трубопровода (вариант прокола всерьез не рассматриваем), вследствие чего локальность прогнозов/заключений составляет в лучшем случае ± 250 м.

Значительно снижает информативность обследований недостаточное для получения объективной характеристики распределения БТ количество регистраторов у диагностических подразделений. Это приводит к разобщенности данных по временной привязке и затрудняет или делает невозможным воссоздание общей/единой картины воздействия источников тока на газотранспортный объект.

Следует отметить, что абсолютное большинство диагностических под-

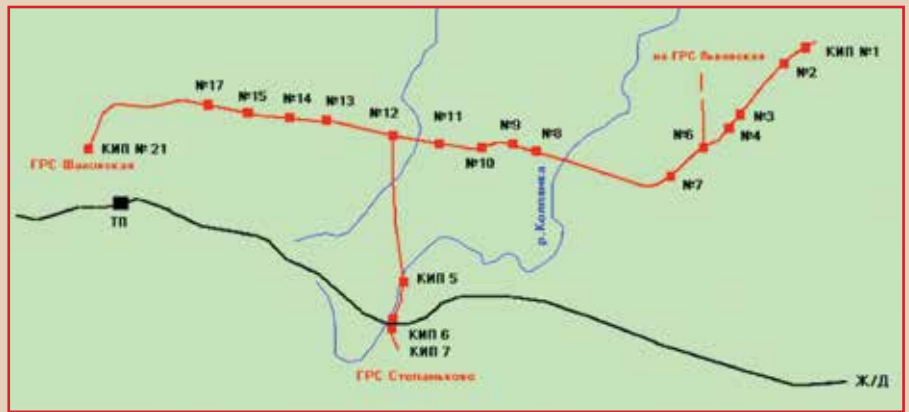


Рис. 1. Схема расположения газопроводов-отводов и ЖД

разделений и не ставит перед своими исследованиями столь объемные задачи, в т.ч. и по причине практического отсутствия внимания к ним в методической и нормативной базах.

В качестве примера возможностей (и проблем) диагностических подразделений при решении подобных задач рассмотрим некоторые результаты исследований, выполненных в 2011 г. ИТЦ «Орггазжиниринг» на газопроводе-отводе (ГО) к ГРС Шаховская.

Газопровод-отвод с пленочным покрытием протяженностью 18 км, $D_u = 219$ мм проложен практически параллельно электрифицированной ЖД «Москва – Рига» на удалении 2–4 км. В средней части объекта имеется отвод на ГРС Степаньково, пересекающий железную дорогу (рис. 1), в том же районе существенный водоток (р. Колпьянка) пересекает обе газотранспортные коммуникации и ЖД. По сопротивлению грунтов ситуация достаточно однородна ($25\text{--}70 \text{ Ом}\cdot\text{м}$).

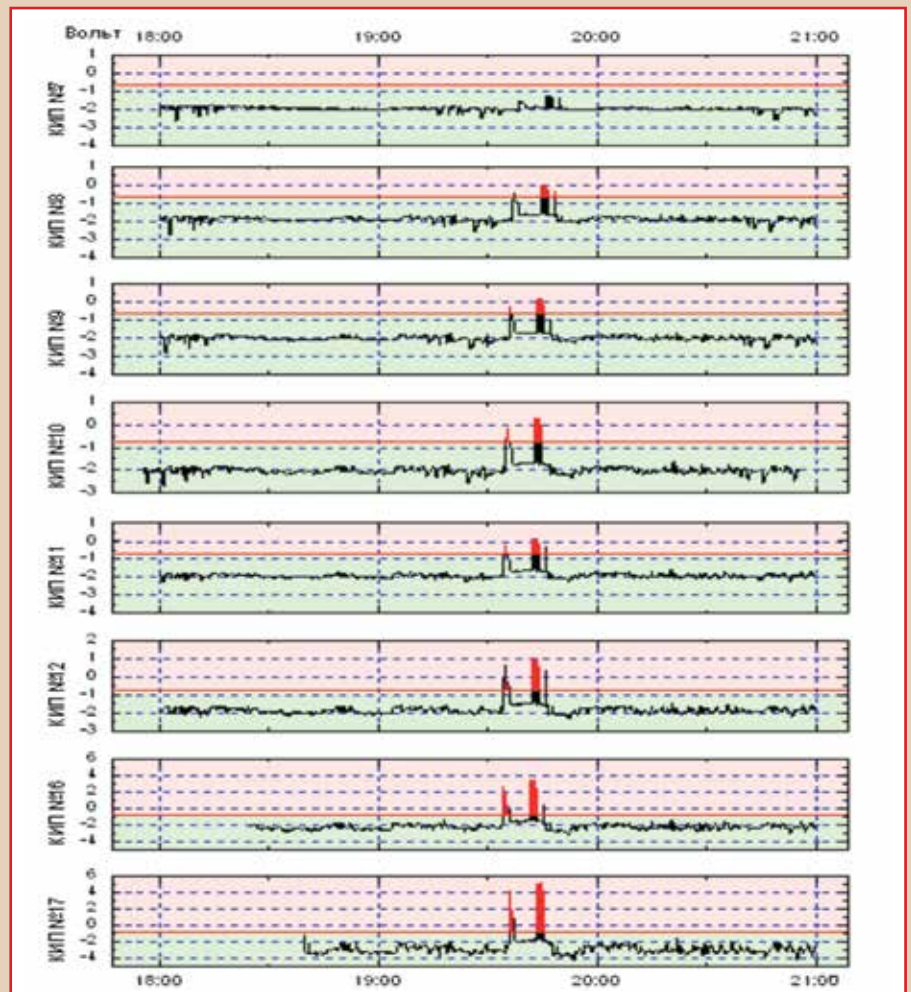


Рис. 2. Фрагмент суточных синхронных регистрационных измерений потенциалов на КИП №7–17 ГО к ГРС Шаховская 03.08.2011 г.

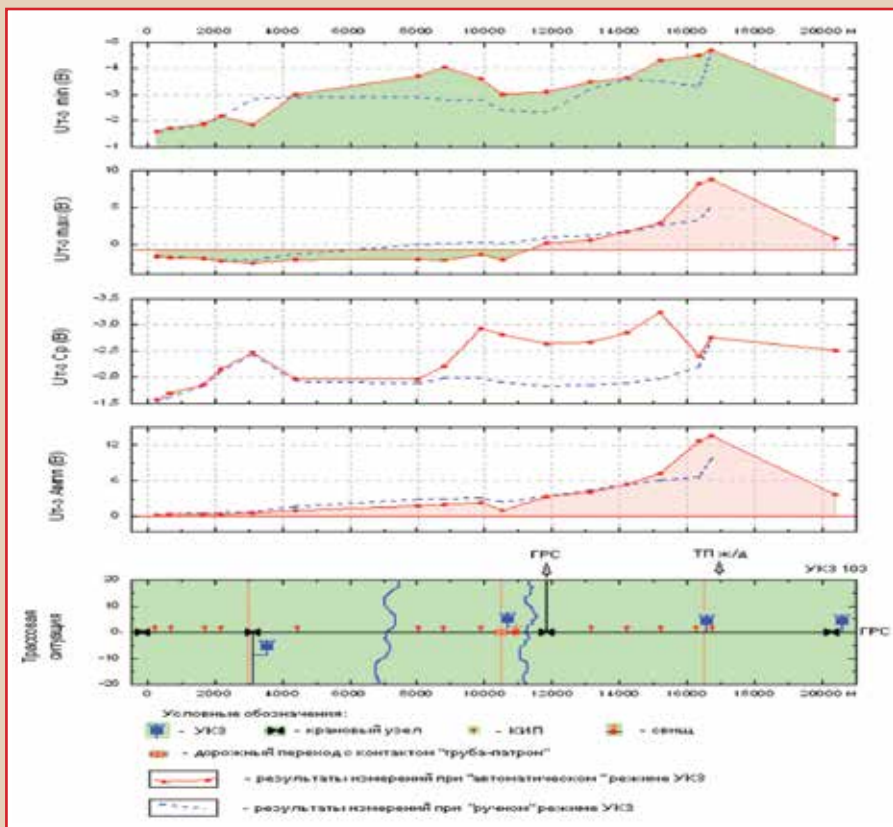


Рис. 3. Результаты суточных регистрационных измерений потенциалов «труба – земля» на ГО Шаховская

В процессе диагностического обследования выполнены суточные регистрационные измерения потенциалов «труба – земля» на доступных местах газопроводов-отводов, исследовано техническое состояние дорожных переходов (как потенциальных дренажей БТ). Установлено интенсивное влия-

ние блуждающих токов на ГО Степаньково, отсутствие контакта «патрон – труба» на дорожном переходе под железной дорогой. Интенсивность воздействия БТ на данный объект убывает по мере удаления от ЖД. Ситуация по ГО на ГРС Шаховская существенно сложнее. На начальном

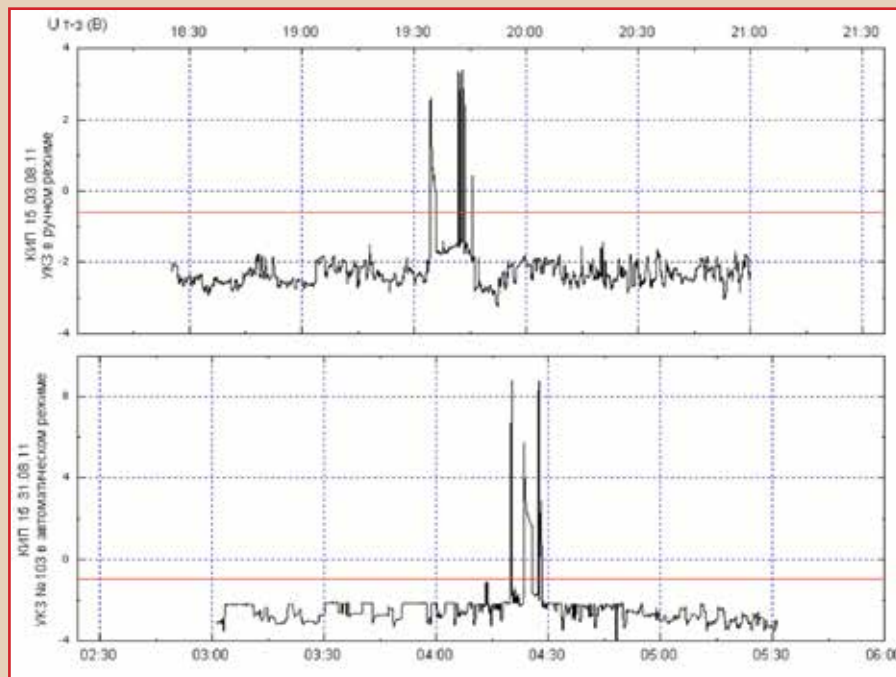


Рис. 4. Фрагмент суточных регистрационных измерений потенциалов «труба – земля» на КИП № 15: 02–03.08.2011 – при ручном режиме УКЗ и 30–31.08.2011 – при автоматическом режиме УКЗ № 103

этапе обследования выявлено интенсивное влияние блуждающих токов с амплитудой потенциала до 2,5 В преимущественно в катодную область. Зафиксированы единичные (1–2 в сутки) воздействия БТ в анодную область (до +8 В) суммарной длительностью до 7 мин./сутки (по критерию –0,7 В). Согласно действующей НД, следует признать **вредное/опасное влияние блуждающих токов** на обследуемый объект.

На следующем этапе изучения распределения БТ на газопроводе-отводе дважды выполнены суточные регистрационные измерения потенциалов на всех рабочих КИП при ручном режиме регулирования установок катодной защиты (УКЗ) и с УКЗ № 103 (ГРС Шаховская) в автоматическом режиме. Синхронные измерения с установкой 8 регистраторов на КИП № 7–17 позволили определить тенденцию распределения анодных воздействий (рис. 2), но не выявили зону максимального влияния. При измерениях с автоматическим режимом УКЗ № 103 диспозиция регистраторов была скорректирована.

Анализ распределения статистических параметров синхронных измерений потенциалов практически по всей протяженности ГО Шаховская (рис. 3) приводит к ряду примечательных/любопытных наблюдений.

1. Распределение максимальных (положительных) значений потенциалов соответствует классической простейшей схеме распределения БТ на параллельном ЖД участке подземного трубопровода: анодная зона (зона максимального анодного воздействия) расположена примерно напротив тяговой подстанции (ТП) железной дороги.
2. Вопреки широко распространенному представлению о формировании БТ, распределение отрицательных значений практически столь же закономерно возрастает к ТП, а характер распределения амплитуды/размаха уже идеально соответствует логарифмическому закону и модели точечного/сосредоточенного источника знакопеременного поля в районе 17–18 км (напротив ТП)*. Интервал 4–10 км

* Данное наблюдение является частным случаем вывода В.Ф. Забары [2] о соответствии случайного процесса изменения потенциала любой точки МГ в поле блуждающих токов стационарному процессу в широком смысле с эргодическими свойствами.

отмечен относительным увеличением катодного воздействия по природному коллектору БТ – долине р. Колпянка и, возможно, за счет сближения участка ЖД с газопроводом.

3. Явной отрицательной аномалией на фоне закономерного распределения амплитудных значений потенциала отмечен участок 10–12 км. Природа аномалии достаточно проста: есть дорожный переход с металлическим контактом «патрон – труба». Гораздо больший интерес представляет факт наличия **свища**, выявленного на том же интервале в процессе заверки данных электрометрического обследования. В очередной раз подтвержден факт повышенной коррозионной опасности не столько самого дорожного перехода с наличием контакта, сколько примыкающей зоны за счет снижения эффективности катодной защиты.

4. Сопоставление характера распределения средних значений потенциала и других его характеристик, полученных при работе УКЗ в ручном и автоматическом режимах, приводит к выводу о неоднозначной эффективности последнего. Совершенно очевидна невозможность мгновенной корректировки поляризионных характеристик столь инерционной системы, как «труба – земля», в лучшем случае возможна компенсация малоамплитудных и достаточно длительных воздействий (рис. 4).

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Нормативная база организации ЭХЗ и диагностики средств противокоррозионной защиты в зоне действия блуждающих токов нуждается в переработке уже только по определениям и критериям. Методическая база и НД в части блуждающих токов не отвечают методологии диагностических обследований, практически не ведутся НИОКР по разработке новых технических средств и методик.

2. Исследования блуждающих токов посредством измерений потенциалов «труба – земля» обладают низкой разрешающей способностью по причинам недостаточной детальности обследования и неучтенного вклада омической составляющей.

Решение указанных проблем может быть достигнуто по нескольким направлениям:

- сгущением сети КИП по меньшей мере в соответствии с ГОСТ Р 51164-98;
- установкой контрольно-диагностических пунктов (КДП) и/или токоизмерительных КИП;
- применением многоканальных (8–16) регистраторов и приемных кос;
- разработкой аппаратуры и методологии бесконтактных измерений и мониторинга тока;
- разработкой/развитием средств и методик измерения потенциалов без омической составляющей;

• обязательным комплексированием исследований БТ с диагностикой (локальной и интегральной) изоляционных покрытий и детальным изучением агрессивности грунтов.

3. Пространственное распределение электрических полей блуждающих токов представляет собой суперпозицию различных типов источников. Достоверное исследование этого распределения возможно только синхронными суточными (и более) измерениями при значительном количестве регистрирующих устройств.

4. Повышение эффективности электрохимической защиты в условиях интенсивных блуждающих токов за счет автоматического поддержания потенциала нуждается в дополнительных экспериментальных исследованиях, но однозначно не может служить достаточным средством.

5. Газопровод-отвод на ГРС Шаховская, подверженный опасному воздействию БТ, в соответствии с ГОСТ Р 51164-98 п. 6.1.10 необходимо оборудовать КИП не реже чем через 500 м и контрольно-диагностическими пунктами.

6. По имеющейся диспозиции объектов, вовлеченных в систему распределения БТ, возможным решением для ГО Шаховская (после дополнительных проектных исследований) представляется обустройство установки дренажной защиты на пересечении ГО Степаньково и ЖД.

Литература:

1. Руководство по эксплуатации систем противокоррозионной защиты трубопроводов. – М.: ВНИИГАЗ, 2004.
2. Забара В.Ф., Соколов А.С., Забара А.В. Расчет и измерение потенциалов трубопроводов. – Харьков: «Харків», 1992.

ВНУТРЕННЯЯ ИЗОЛЯЦИЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ И НКТ

426039, г. Ижевск, Воткинское шоссе, д. 170 ♦ тел.: (3412) 567-719 ♦ udmrc.ru, udmpk.rf



Удмуртская Промышленная Компания