

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ



Материалы Международного симпозиума

**“ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ”**

Екатеринбург, Россия
30 июля – 2 августа 2001 года



“EngGeolCity-2001”

I



ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ТРУБОПРОВОДОВ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

*Ильин Ю.Т., Исаев В.В., Рондель А.Н., Шаповалов Н.Н.
СПбГУ, Санкт-Петербург, ДИССО, Санкт-Петербург, Россия*

Изложена методика комплексных геофизических исследований состояния тепловых трубопроводов для выявления и диагностики внешней коррозии.

К настоящему времени в промышленности и коммунальном хозяйстве находятся в эксплуатации тысячи километров трубопроводов различного назначения и разных сроков заложения, которые в той или иной степени подвергаются коррозионному воздействию. Многим трубопроводам, в том числе и тепловым, приходится работать в тяжелых условиях высоких давлений и температур, что значительно увеличивает опасность коррозии и тяжелых последствий в результате аварий. Совершенствование защитных мер, использование новых технологий изготовления и изоляции труб, применение новых материалов увеличивает сроки службы сооружений, но полностью не снимает необходимость контроля их состояния. Своевременное определение мест, подвергающихся коррозии или разрушению, позволит целенаправленно решать задачи определения очередности ремонтных работ и совершенствования защиты.

Особенно остро эти проблемы стоят перед службами эксплуатации в условиях больших городов, где проведение непосредственного осмотра и ремонта связано со значительными трудностями и большими затратами.

В таких условиях решающими становятся дистанционные методы. Многолетняя практика выявления дефектов и мест повышенных теплопотерь позволила разработать комплексную методику оперативного контроля состояния тепловых сетей. Комплекс методов включает: обследование с воздуха современной тепловизионной аппаратурой высокого разрешения (Thermovision-1000) с дальнейшей компьютерной обработкой результатов; наземные наблюдения методами электроразведки (метод естественного электрического поля, метод заряда в различных модификациях); электрохимические наблюдения в доступных для измерения местах. Возможности электрохимических методов геофизики в связи с быстрым прогрессом в технике измерений и развитием методов обработки достаточно широки. Современная аппаратура позволяет проводить качественные электрические измерения в условиях города, что раньше было трудно осуществимо, либо просто невозможно.

Воздушные наблюдения позволяют относительно быстро и оперативно получить результат обследования большой площади, на которой могут быть выделены участки и места для непосредственного визуального наблюдения или детальных наземных работ другими методами, чаще всего методами электроразведки. Метод естественного электрического поля при наблюдениях вдоль трасс выявляет: суммарное электрическое поле, связанное с геологической и гидрогеологической обстановкой на трассе, поля коррозионных элементов как на обследуемой трассе, так и на пересекающих ее кабелях и трубах; поля анодов станций защиты «своих» и других трасс; действие самих станций. По наблюдениям с градиентными (диф-

ференциальными) установками возможна количественная оценка дефектных участков. В процессе работ, в доступных для наблюдения местах проводятся наблюдения потенциалов труб и фиксируются участки с различным уровнем помех (переменных электрических полей). Практика показала, что при достаточной влажности наблюдать естественное электрическое поле можно даже по асфальту. Дефекты изоляции и места утечек выявляются методами заряда с низкочастотной аппаратурой (АНЧ, ЭРА и т. п.). Современная аппаратура, например «ЭРА-Трасса», позволяет проводить измерения электрического поля в контактном и бесконтактном вариантах, последнее особенно ценно на асфальтированных улицах и интенсивным движением. Пример комплексных работ показан на рис. 1. В верхней части рисунка расположен тепловой снимок участка магистрали, нормированный по уровню минимального контраста (q/q_0). Самый высокий уровень теплотерьер (в 3 раза выше нормы – красный цвет) отмечен в одном месте и связан с участком обнаженных труб на выходе из стенки тепловой камеры (ТК-15). Ниже на графиках $U_{ед}$ и ΔU показано распределение потенциала естественного поля и градиента потенциала метода заряда с аппаратурой АНЧ-3 и наблюдение с гальванической линией по осевой линии магистрали. Четко выраженная катодная область от ТК 16А до ТК 15 выделяется и на кривой градиента потенциала метода заряда и на тепловом снимке. Шурфы 3, 4, 5 подтвердили высокий коррозионный износ труб.

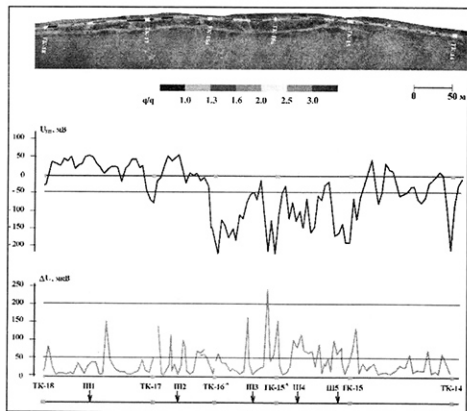


Рис. 1. Результаты геофизических исследований на участке магистрального трубопровода тепловых сетей Ломоносов – Петродворец

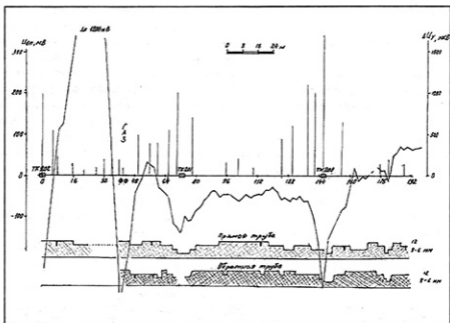


Рис. 2. Результаты геофизических исследований на участке магистрального трубопровода тепловых сетей в г. Санкт-Петербурге

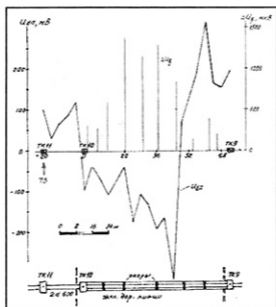


Рис. 3. Пример геофизических исследований на пересечении магистрального трубопровода тепловых сетей с железной дорогой

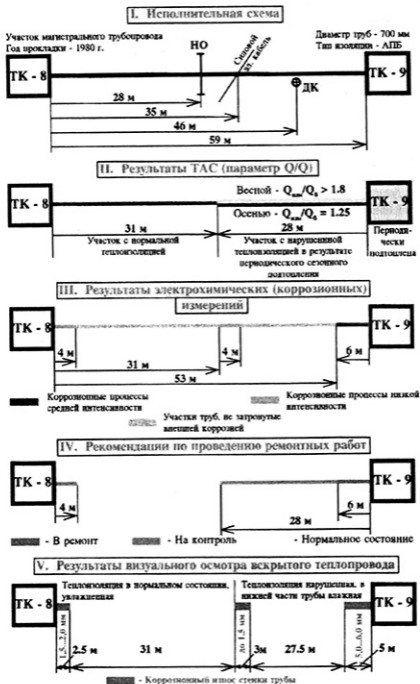


Рис. 4. Методика комплексной диагностики подземных трубопроводов тепловых сетей геофизическими методами

Рис. 2 представляет результаты опытных работ на трассе, подлежащей капитальному ремонту. Данные метода заряда показаны в виде диаграмм максимальных амплитуд градиента потенциала, выделенных по съемке составляющей E_y с помощью аппаратуры «ЭРА-Трасса» на симметричную антенну на высоте 60 см от асфальта. Между пикетами 0–48 большими положительными значениями потенциала EP отмечается поле анодов катодной защиты газовой магистрали, пересекающей трассу в районе пикетов 40–42. Сам газопровод выделяется локальной отрицательной аномалией U_{EP} . Как видно из данных промера толщины прямой и обратной труб, места наибольшего коррозионного износа (вплоть до половины толщины) в основном приурочены к локальным анодам внутри большой катодной области и также отмечаются зонами максимальных градиентов (ΔU_y) поля метода заряда. Рис. 3 иллюстрирует возможности предлагаемой методики при обследовании части тепломагистральной проходящей под насыпью, по которой проходит более 8 железнодорожных линий. Наблюдались градиент потенциала EP вдоль трассы и градиент потенциала метода заряда с заземленной приемной линией поперек трассы (ΔU_y). На рис. приведены кривая потенциала EP и показаны максимальные значения градиента ΔU_y в выделяемых зонах нарушения изоляции. Визуальный осмотр трубопроводов подтвердил развитие коррозии на обратной трубе в районе пикетов 10–50 при очень плохой сохранности изоляции.

Результаты всех видов съемок, конструктивные данные и фактические материалы по аварийности заносятся в компьютерную базу данных для последующего прогнозирования динамики развития отдельных дефектов или коррозионного состояния участков труб во времени. В общем виде методика комплексной диагностики подземных трубопроводов тепловых сетей геофизическими методами показана на рис. 4. Анализ полученных данных позволяет уточнить адресную схему проведения ремонтных и профилактических работ.

В заключение хочется подчеркнуть, что трубопровод как объект изучения геофизическими методами является очень сложной системой, которая требует дальнейшего изучения.