УДК 550.83

Н.Н.ЕФИМОВА, Н.А.КАСЬЯНКОВА
Санкт-Петербургский горный институт

В.Р.ОЛЕКСЕЙЧУК,
«Лентрансгаз», Санкт-Петербург

КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ И ГЕОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ СТАЛЬНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Предложен комплекс геофизических и геоэлектрохимических методов для диагностики коррозионной опасности газопроводов. На основе комплексной геофизической и геоэлектрохимической информации возможно решение следующих задач: высокоточное определение местоположения и глубины залегания газопровода; обнаружение мест и степени нарушений изолирующего покрытия газопроводов, сопутствующих коррозийным повреждениям металла; оценка коэффициента затухания переменной составляющей токов катодной защиты; определение потенциала катодной защиты в местах повреждения изолирующего покрытия газопровода; выявление коррозионно опасных участков и оценка коррозионной опасности трубопроводов. Относительная контрастность геоэлектрохимических аномалий характеризует продолжительность и интенсивность коррозии.

Предложенная методика дополняет существующие методы диагностики состояния газопроводов. Новая методика была опробована на газопроводах предприятия «Лентрансгаз» в 1999-2000 гг. По результатам комплексных исследований были выделены участки нарушения изоляционного покрытия газопроводов с указанием мест коррозионных повреждений трубопроводов.

A complex of geophysical and electrogeochemistry methods for corrosion-dangerous parts of pipe-line location is proposed. On the basis of the complex geophysical and geoelectrochemistry information it is possible to detect the factors determinate the corrosion process: locations of a joint weld; state of isolation; degrees of security of a pipe line by servers cathode protection; oxidizing and restoring of properties of rocks; a mutual pipe arrangement of pipe line system; presence of telluric currents of industrial and diverse genesis in region. Duration and intensity of corrosion process are determined by geoelectrochemical data. The efficiency of the method in solving production problems is illustrated by some examples, when pipe-lines were examined under various landscape-geological conditions.

The method proposed is a good addition to conventional methods used for investigating the state of pipe-lines, allowing not only accurately to identify the most corrosion-dangerous parts, but also to find out the reason that stimulates the corrosion process. The method was tested on main pipes in 1999-2000. Parts with bad isolation and active corrosion processes were found out as a result of experimental work.

На кафедре геофизических и геохимических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых совместно с ВИРГ – Рудгеофизика и отделом эксплуатации средств электрохимической защиты предприятия «Лентрансгаз» разработана усовершенствованная методика диагностики коррозионной опасности стальных магистральных трубопроводов. Методика базируется на комплексировании методов геофизики и геоэлектрохимии. Целью комплексных исследований является получение информации о техническом состоянии стальных магистральных газопроводов, необходимой для своевременного принятия мер по поддержанию их стабильной работы.

Геофизическая и геоэлектрохимическая информация должна обеспечить решение следующих задач:

- высокоточное определение местоположения и глубины залегания газопровода;
- обнаружение места и степени нарушений изолирующего покрытия газопроводов, сопутствующих коррозийным повреждениям металла;
- оценка коэффициента затухания переменной составляющей токов катодной защиты (ТКЗ);
- определение потенциала катодной защиты в местах повреждения изолирующего покрытия газопровода;
- оценка коррозионной опасности трубопроводов и выявление коррозионно-опасных участков по комплексу геоэлектрохимических признаков.

Предлагаемый комплекс геофизических и геохимических методов для диагностики состояния газопровода включает следующие методы:

Метод естественного постоянного электрического поля (ЕЭП). Измерения методом ЕЭП выполняют с целью оценки распределения вдоль оси газопровода потенциала постоянного электрического поля, связанного с потенциалом катодной защиты (ПКЗ) газопровода, электрохимическими процессами, сопутствующими коррозии металла, и сменой состава и состояния грунтов. Изменения ЕЭП наблюдаются на участках нарушения сплошности защитного покрытия газопровода. Такие участки контролируются областями пониженных, отрицательных значений ЕЭП. Величина ЕЭП зависит как от степени повреждения покрытия, так и от интенсивности процессов коррозии газопровода. Различить, какой из этих факторов определяет интенсивность ЕЭП, можно только на основе сопоставления значений ЕЭП, измеренных при включенном и выключенном токе катодной защиты.

Метод заряда на переменном токе низкой частоты с измерением электрических и магнитных компонентов поля. Измерения методом заряда позволяют уточнить пространственные координаты оси газопровода, оценить относительные изменения ТКЗ вдоль газопровода, выявить места повышенной плотности тока в грунте, связанной с вихревыми токами и нарушениями защитной изоляции газопровода.

Этот метод основан на изучении пространственного распределения электромагнитного поля газопровода, заряженного источником электрического тока низкой частоты. В качестве источников тока можно использовать станции катодной защиты или генератор электроразведочной аппаратуры «ЭРА», вырабатывающий ток частотой 625 Гц. Электромагнитные поля газопровода регистрируют на дневной поверхности с помощью магнитных антенн (компоненты поля в воздухе) и гальванических заземлений (электрические компоненты поля токов, протекающих в грунте).

Метод электропрофилирования на постоянном токе с наблюдением компонентов низкочастотного электрического поля заземленными установками. Электропрофилирование (ЭП) позволяет измерить удельное электрическое сопротивление (УЭС) грунтов и установить участки защитного покрытия газопровода с низким электрическим сопротивлением.

Для решения первой задачи ЭП осуществляется вдоль профиля, проложенного параллельно газопроводу, а для решения второй задачи – вдоль профиля, проходящего над осью газопровода. Измерения выполняют с измерительными электроразведочными установками симметричного и комбинированного электропрофилирования.

Метод георадиолокационного зондирования (ГРЗ). Метод ГРЗ позволяет изучить геологический разрез, вмещающий газопровод, и определить глубину залегания трубопровода и уровень грунтовых вод. Важной практической задачей является также выявление в разрезе геологических границ, связанных с различной глинистостью грунтов. Съемки методом ГРЗ нужно проводить по поперечным профилям. На участках с сильной залесенностью метод не применим, поскольку в этих условиях осуществить непрерывное перемещение контактной антенны практически невозможно.

Магниторазведка с измерением вертикального градиента полного вектора индукции геомагнитного поля (МВГ). Цель магниторазведочных работ – оценить техническое состояние газопровода. Данные магниторазведки позволяют судить о местоположении магнитонапряженных стыков звеньев газопровода и отражают тип и качество стали звеньев трубы.

Геоэлектрохимические исследования. С помощью геоэлектрохимических исследований устанавливают интервалы газопровода с развитым процессом внешней коррозии. Применение геоэлектрохимического метода для изучения коррозионно-опасных участков основано на эффекте образования аномальных концентраций химических элементов в подвижных формах вокруг зон коррозии трубопроводов под действием постоянного тока утечек катодной защиты. Таким образом, геоэлектрохимические аномалии соответствуют участкам развития коррозии. Относительная контрастность таких аномалий характеризует продолжительность и интенсивность коррозии.

Потенциально коррозионно-опасные зоны выделяются пониженными значениями pH, повышенными значениями Eh и электропроводности.

Участки геоэлектрохимических работ выбирают на основании данных геофизики (нарушения электрической изоляции защитного покрытия газопровода, зоны высокой и повышенной степени коррозионной опасности).

Представление о фоновых значениях концентраций элементов и физико-химических характеристиках грунтов можно получить при выполнении геоэлектрохимических исследований по профилям, проложенным вкрест простиранию трубопровода от его осевой линии в сторону незатронутой при строительстве трубопровода местности.

Проведенные геоэлектрохимические работы включали два этапа: полевой и лабораторный. Пробоотбор осуществлялся с глубины 0,3-0,7 м в пределах одного почвенного слоя. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства почвы (pH и Eh почвенных вытяжек) определялись согласно ГОСТ 26423-85. Подвижные формы микро- (Cu, Zn, Ni) и макро- (Fe, Mg, Mn) элементов выделялись с помощью лабораторного диализного метода извлечения, являющегося модификацией метода диффузионного извлечения металлов (МДИ). Для измерения электропроводности использовались почвенные вытяжки из проб.

Разработанная методика опробована на газопроводах предприятия «Лентрансгаз» в 1999-2000 гг. По результатам комплексных исследований были выделены участки нарушения изоляционного покрытия газопроводов с указанием мест возможных коррозионных повреждений трубопроводов.