

ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ВЫБОР ТРАСС ПРОКЛАДКИ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Выбор трасс прокладки нефтегазопроводов и проектирование строительства предусматривает проведение опережающих геолого-геофизических исследований, в том числе электроразведочных работ. Это обусловлено высокой коррозионной агрессивностью окружающей среды, зависящей от электрических свойств грунтов и влияющей на условия эксплуатации и сроки службы подземных металлических сооружений. В первую очередь это необходимо для выбора трасс в слабо изученных и неизученных районах Сибири и Дальнего Востока, характеризующихся сложными природными условиями, в том числе наличием толщ многолетнемерзлых пород. В настоящее время электроразведочные работы на проектируемых трассах выполняются методами «тяжелой» и высокотратной геофизики – вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и др. Для проведения таких работ авторами предлагается использовать менее затратный и более эффективный метод радиоэлектromагнитного зондирования (РЭМЗ).

Ключевые слова: нефтегазопроводы; коррозионная агрессивность; радиоэлектromагнитное зондирование; удельное электрическое сопротивление грунта; Сибирь; Дальний Восток.

Подземные металлические трубопроводы являются одной из самых капиталоемких отраслей экономики. От их нормального, бесперебойного функционирования зависит жизнеобеспеченность городов и населенных пунктов, промышленных предприятий РФ, а также развитие экспорта нефти, газа и продуктов их переработки в страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

Выбор трасс прокладки нефтегазопроводов и проектирование строительства предусматривают проведение опережающих геолого-геофизических исследований. В первую очередь это необходимо для выбора трасс нефтегазопроводов в неизученных районах Севера и Сибири, характеризующихся сложными природными условиями [1].

Наибольшее влияние на условия эксплуатации и срок службы подземных металлических сооружений оказывает коррозионная агрессивность окружающей среды [2]. Степень коррозионности зависит от электрических свойств земной поверхности (удельного сопротивления грунтов) и предельно высока при малых удельных электрических сопротивлениях.

При проектировании трасс нефтегазопроводов обязательным требованием является проведение электроразведочных работ на проектируемой трассе. В настоящее время электроразведочные работы на трассах проектируемых нефтепроводов выполняются методами «тяжелой» геофизики – методами вертикального электрического зондирования, электропрофилирования, естественных электрических потенциалов. Указанные методы трудоемки, имеют низкое быстродействие, малое пространственное разрешение и т.д. Кроме того, известные методы весьма затратны в финансовом плане, требуют тяжелой техники для перевозки аппаратуры, на проведение работ затрачивается много времени и людских ресурсов. Трудоемкость таких работ обуславливает слабую изученность территории Сибири, Северо-Востока и Дальнего Востока. Согласно данным института ВНИИ геофизики засняты электроразведочными методами (ВЭЗ, ВЭЗ-ВП, МТЗ, ЭП, МТП, ПЧЗ, МПП и др.) составляет только 10%, в то же время основная площадь (90%) представляет с геофизической точки зрения «белое пятно» [3].

Общепринято считать, что электрическое сопротивление многолетнемерзлых грунтов превышает значения $n \times 10^3$ Ом/м и, соответственно, такие грунты имеют низкую коррозионную агрессивность. Нами установлено, что в районах развития многолетней мерзлоты электрическое сопротивление грунтов, даже на относительно небольшой

площади (2×2 км), изменяется от $n \times 10^1$ до $n \times 10^6$ Ом/м, что существенно меняет представления о степени коррозионной агрессивности многолетнемерзлых грунтов [4].

В данной работе для проведения электроразведочных работ на проектируемых трассах нефтегазопроводов предлагается использовать метод радиоэлектromагнитного зондирования. Метод основан на измерении модуля горизонтальных составляющих напряженности электрического и магнитного полей радиостанции, а также разности фаз между указанными составляющими. Измерения ведутся прибором, имеющим электрическую и рамочную (магнитную) антенны [5]. Прибор регистрирует отношение сигналов с электрической и рамочной антенн и разность фаз. В качестве источника электромагнитного поля при проведении измерений методом РЭМЗ используются стационарно работающие радиостанции средневолнового, длинноволнового и сверхдлинноволнового диапазонов.

Применение метода РЭМЗ существенно увеличит эффективность и достоверность измерений, а также сократит время и стоимость измерений в несколько раз. Метод РЭМЗ предложен учеными Научно-исследовательского института Земной коры ЛГУ [6].

Исходным материалом данной работы служат результаты измерений методом РЭМЗ на территории Сибири электрических свойств подстилающей поверхности в диапазоне 10–1 000 кГц, выполненные сотрудниками лаборатории геофизики и геодинамики Томского государственного университета. В результате экспериментальных исследований построена карта электропроводности подстилающей поверхности земли на территории Западной Сибири и Таймыра [7, 8]. Измерения проводились в рамках оборонной тематики. В данной работе выполняется конверсия результатов применительно к тематике надежности и безопасности нефтегазопроводов на территории Сибири и Таймыра.

Важным обстоятельством является то, что в соответствии с обзорной картой геофизической заснятости территории СССР северная часть Западной Сибири, практически вся Восточная Сибирь, Северо-Восток и Дальний Восток России находятся севернее южной границы многолетней мерзлоты. Именно в этих районах сосредоточены практически все трассы проектируемых и действующих нефтегазопроводов.

В качестве опорного региона исследований выбрана Томская область, достаточно насыщенная нефте- и га-

зопроводами. На карту Томской области наложены результаты электроразведочных работ, выполненных сотрудниками лаборатории геофизики и геодинамики Томского государственного университета, и схема нефтепроводов по данным Томскгеомониторинга. Исходные материалы трансформированы применительно к задаче прокладки нефтегазопроводов – учитывается только электрическое сопротивление грунтов на глубину прокладки нефтегазопровода.

Весь спектр измеренных значений электрического сопротивления грунтов сведен в три группы, соответствующие ГОСТ ИСО 9.602-2005 [9]. В соответствии с ГОСТом выделяются три участка коррозионной активности грунта:

Коррозионная агрессивность грунта	Удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м	Средняя плотность катодного тока, А/м ²
Низкая	Св. 50	До 0,05 включ.
Средняя	От 20 до 50 включ.	От 0,05 до 0,20 включ.
Высокая	До 20	Св. 0,20

Результаты работы представлены в виде карты электрических свойств подстилающей поверхности Томской области (рис. 1). Анализ карты показывает, что трассы нефтепроводов в Томской области проходят по стыкам (границам) участков:

- низкая коррозионная агрессивность грунта – высокая коррозионная агрессивность грунта;
- средняя коррозионная агрессивность грунта – высокая коррозионная агрессивность грунта.

Метод РЭМЗ предлагается авторами для внедрения в инновационных программах предприятий нефтегазовой отрасли для составления карт коррозионности грунтов с целью увеличения надежности и уменьшения аварийности на трассах нефтегазопроводов. Предлагаемый метод может быть использован при проектировании трассы газопровода «Алтай». Предлагаемый метод позволит:

- скорректировать трассы проектируемых нефтегазопроводов с обходом опасных участков;
- выявить опасные к коррозионным явлениям участки действующих нефтегазопроводов и принять дополнительные защитные меры на данных участках.

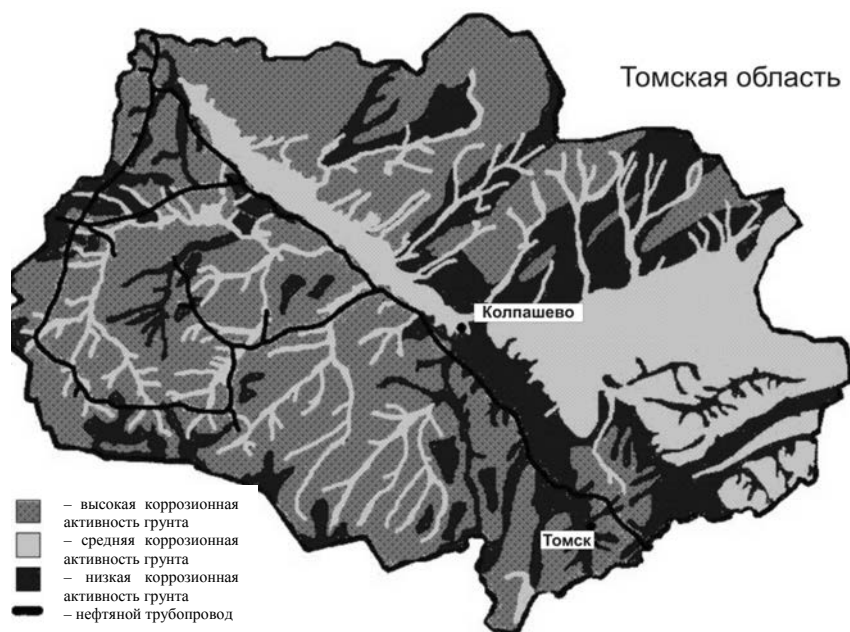


Рис. 1. Карта данных электроразведки Томской области методом РЭМЗ и трассы нефтепроводов

Работоспособность и эффективность предлагаемого метода доказаны при исследовании электрических свойств подстилающей поверхности на территории Томской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рекомендации по производству опережающих исследований для строительства в районах распространения вечномёрзлых грунтов.* М. : Стройиздат, 1986. 57 с.
2. *Электроразведка: Справочник геофизика / под ред. А.Г. Тархова.* М. : Недра, 1979. 518 с.
3. *Обзорная карта геофизической заснятости территории СССР (Электроразведка), масштаб 1:5 000 000.* ВНИИГеофизика, 1974.
4. *Захаренко В.Н.* Электропроводность талых и мерзлых горных пород. Распространение километровых и более длинных радиоволн. Томск, 1991. С. 69–73.
5. *Техническая документация к аппаратуре ИПИ-300.* Описание методики и техники работ методами РЭМП и РЭМЗ. Л. : ЛГУ, НИИЗК, 1989. 25 с.
6. *Пертель М.И., Еремин И.С., Сараев А.К. и др.* Устройство для электромагнитного зондирования земной коры. Патент РФ на полезную модель. Заявка: 2007111968/22, 22.03.2007. Опубликовано: 10.08.2007.
7. *Захаренко В.Н., Попов Л.Н., Вылцан И.А., Сидехменова В.М.* Электропроводность подстилающей поверхности Земли в зоне высоких широт. // *Геомагнетизм и аэрономия.* 1989. Т. XXIX, № 2. С. 347–349.
8. *Захаренко В.Н., Попов Л.Н., Кабанов М.В. и др.* Об аномалиях электропроводности подстилающей поверхности Земли в зоне высоких широт // *Доклады Академии наук СССР.* 1990. Т. 314, № 5. С. 1092–1095.
9. *ГОСТ ИСО 9.602 – 2005 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.* Дата введения в действие: 01.01.2007.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 7 июля 2012 г.