

Технологии комплексных электроразведочных исследований многолетнемерзлых разрезов Ямала при решении инженерно-геологических задач

Бучарский Б.В., Бессонов А.Д., Горячев В.В., Киселев В.В., ООО «Газснабинвест», г. Саратов

Проблема изучения строения верхней части разреза в условиях разнотолщинности многолетнемерзлых пород весьма актуальна, как при проведении инженерных изысканий, так и при производстве геофизических и буровых работ в районах Крайнего Севера. Информация о физических параметрах разреза, полученная по материалам используемых в настоящее время отдельных дистанционных геофизических методов, как правило, не однозначна и допускает существование большого количества вариантов моделей изучаемого разреза. Единственно возможный путь в данной ситуации - комплексирование наиболее информативных геофизических методов исследующих различные физические поля не только при производстве полевых работ, но и на этапе интерпретации полученных материалов с привлечением современных комплексных технологий.

ООО «Газснабинвест» выполняет комплексные электроразведочные исследования при инженерно-геологических изысканиях проводимых ОАО «ВНИПИгаздобыча» в составе геофизических работ на объектах проектируемых трасс магистральных газопроводов и обустройства Бованенковского, Харасавэйского НГКМ полуострова Ямал. Электроразведочный комплекс включает методы вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) и электропрофилирования (ЭП), метод зондирования становлением электромагнитного поля в ближней зоне (малоглубинная модификация - МЗСБ).

1. Решаемые геологические задачи

- Детальное изучение инженерно-геокриологических условий верхней части разреза на участках проектируемых трасс газопроводов и площадках проектируемого строительства инженерно-технических сооружений.
- Изучение геофизических характеристик пород для определения литологического состава и геокриологических условий верхней части инженерно-геологического разреза.
- Картирование подошвы сезонно-талого слоя (СТС).
- Определение глубин залегания поверхности многолетнемерзлых пород (ММП).
- Изучение строения толщи ММП до глубин 300-400 м.
- Выявление зон таликов, растепления грунтов.

2. Полевые методики и технологии

Весь комплекс геофизических исследований выполняется по единой координатной сети профилей и пикетов. Шаг пикетов по профилям и расстояние между профилями определяется необходимой детальностью исследований на линейных или площадных объектах изысканий (на линейных объектах: трассы автодорог, газопроводов - от 250 до 50 м, на площадках - от 100 до 20 м).

Для детального изучения геоэлектрических характеристик СТС, верхней части толщи ММП и выделения геоэлектрических аномалий по профилю в интервале глубин от 0,2 до 10 м применяются методы электроразведки на

постоянных низкочастотных токах: вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ), электропрофилирование (ЭП), бесконтактные электрические зондирования. В методе ВЭЗ измерения кажущегося сопротивления ρ_k выполняются с использованием прямолинейной четырехэлектродной экспресс-установки (ВСЕГИНГЕО, Шарапов Н.Н., 1978) с закрепленной питающей линией АВ длиной 35-50 м при изменяющихся линейных размерах измерительной установки МН.

Кроме серийного прибора АЭ-72 применяется современная цифровая аппаратура ЭРП-1 (совместная разработка МЧП «Линия» и ООО «Геоскан-М», 2005). В аппаратуре ЭРП-1 применено совмещение аналоговой и цифровой обработки сигнала. При обработке сигнала используется накопление и дополнительный метод снижения шумов. Результаты измерений, время и дата их выполнения сохраняются в памяти.

Более глубокие исследования геоэлектрического разреза реализуются на тех же пикетах применением многомерных зондирований методом индуктивной электроразведки МЗСБ. Начальная и конечная глубины определяются применяемыми размерами осесимметричных приемно-генераторных индуктивных установок в соотношениях: $H_{min} \approx 0,5L$; $H_{max} \approx 3-4L$ (для высокоомных интервалов разреза). Используются серийные аппаратные комплексы типа «Цикл», «Импульс» (г. Новосибирск) и блоки электроразведочной аппаратуры собственной разработки.

Комплексированием полевых методов и технологий электроразведки, изучающих стационарные электрические (ВЭЗ, ЭП) и импульсные электромагнитные поля (МЗСБ), по единой координатной сети достигается расширенный диапазон исследуемых глубин ВЧР, детальность и локальность зондирований, учет влияния индукционной вызванной поляризации.

Скоростные характеристики геокриогенных разрезов изучаются сейсмическими методами (МПВ, МОВ-ОГТ) по единой координатной сети профилей.

3. Обрабатывающие комплексы и программное обеспечение

Для обработки и интерпретации данных электроразведки ВЭЗ используется программа IP12Win (А.А.Бобачев, Н.Н.Модин, В.А.Шевнин, ООО «Геоскан-М», 2004), разработанная для автоматической и полуавтоматической (интерактивной) одномерной интерпретации материалов различных модификаций вертикальных электрических зондирований. Пользователем программы, специализирующимся геофизиком при интерпретации, способом подбора теоретических кривых ρ_k достигается решение геологической задачи. Нацеленность программы IP12Win на получение геологического результата является ее отличительной особенностью по сравнению с ранее используемыми программами автоматического решения обратной задачи. Возможность использования различных подходов к интерпретации в данной программе, в том числе и формальный, в зависимости от сложности

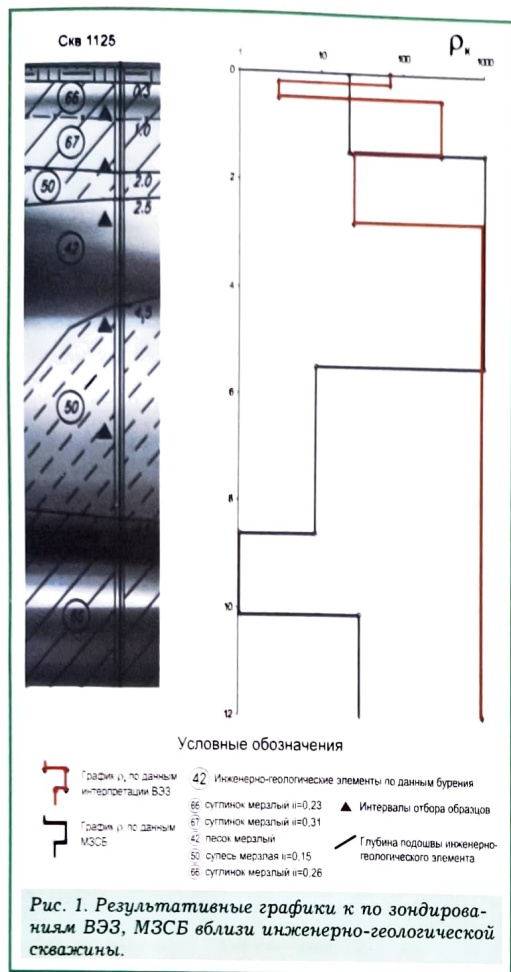


Рис. 1. Результативные графики к по зондированиям ВЗЗ, МЗСБ вблизи инженерно-геологической скважины.

геоэлектрические разрезы. Геоэлектрические слои по определенным геоэлектрическим параметрам (удельная электропроводность (σ), продольное электрическое сопротивление (ρ)) отождествляются с инженерно-геологическими элементами разреза, выделяемыми по данным бурения опорных инженерно-геологических скважин и лабораторных анализов проб грунтов (рис.1).

Комплексная интерпретация геолого-геофизических материалов получаемых при инженерно-геологических изысканиях выполняется по компьютерным технологиям «COMINTER» (Смидев Н.П., Соколова И.П., ИВ НИИГГ). В комплексную интерпретацию привлекаются данные бурения опорных скважин и лабораторных анализов. Конечным результатом является получение физико-геологических моделей разреза по профилям карт комплексных геофизических параметров, а также прогнозные оценки литологических, гидрогеологических и геокриодических характеристик в интервале ВЧР, дополняющих данные бурения опорных скважин на междускважинных участках профиля изысканий (рис.2).

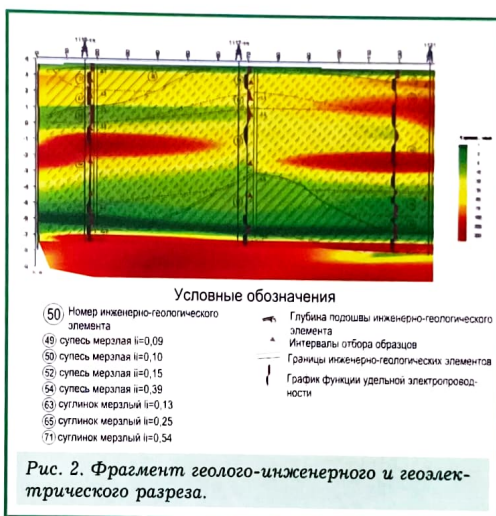


Рис. 2. Фрагмент геолого-инженерного и геоэлектрического разреза.

Накопленный опыт проведения комплексных геофизических исследований в условиях многолетнемерзлых интервалов ВЧР районов Крайнего Севера и получаемые результаты свидетельствуют о высокой геологической и экономической эффективности комплексирования инженерно-геологических и геофизических методов для решения ряда задач инженерной геологии на этапе проектирования строительства линейных сооружений, промплощадок при обустройстве нефтегазоконденсатных месторождений.

Вниманию авторов

Материалы, представляемые для опубликования в журнале должны отвечать следующим требованиям. Статья представляется в электронной версии на компакт-дисках емкостью 640-700 Мб. Форматы текстового файла должны быть в виде Microsoft Word for Windows (версии 6.0 или выше). Графические приложения и таблицы, выполненные электронным образом, представляются в отдельных файлах формата MS Excel (версии 4.0 или выше) или в формате CorelDRAW версии 7.0 и выше. Все контуры и графики на рисунках, а также все цифры и надписи должны быть выполнены четко, чтобы при уменьшении они легко читались. Рисунки присылаются в виде растровых файлов формата: *TIF, с разрешением не менее 250 точек на дюйм (допускается LZW-сжатие), *JPG с качеством не менее 12-ти. Максимально допустимый размер иллюстраций - А4. Подписные подписи представляются в виде отдельного списка. Математические уравнения должны быть выделены четким и ясным шрифтом. Все математические символы скалярных величин набираются курсивом, а векторные - жирной прямой заглавной буквой. Вместе со статьей в редакцию направляются краткие сведения об авторах, необходимо указать Ф.И.О., город, место работы, и должность.

От редколлегии: Ответственность за подбор и изложение фактов в статьях несут авторы. Редакция может публиковать статьи, не разделяя точки зрения авторов.