

КОМПЛЕКС ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОИСКА И ТРАССИРОВАНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

COMPLEX ENGINEERING AND GEOPHYSICAL METHODS FOR TECTONIC DISTURBANCE SEARCH AND TRACKING

УДК 550.8.028

М.Л. ТИТАРЕНКО
Е.О. САЛИКОВА

ведущий геофизик, ЗАО «НИПИ «ИнжГео»
геофизик, ЗАО «НИПИ «ИнжГео»
магистрант кафедры геофизики КубГУ

Краснодар
Salikova.EO@ingeo.ru
kate_salikova@mail.ru

M.L. TITARENKO
E.O. SALIKOVA

principal geophysicist, CJSC «SRIDS «INLGEО»
geophysicist, CJSC «SRIDS «INLGEО», undergraduate chair
of geophysic Kuban State University

Krasnodar

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

сейсморазведка, электроразведка, зоны тектонических нарушений, геоэлектрический разрез, скоростной разрез

KEYWORDS:

seismic survey, electrical survey, areas of tectonic disturbances, geoelectric section, velocity profile

Целью геофизических работ являлось определение на местности зон тектонических нарушений, предварительно установленных по материалам дешифрирования аэро- и космоснимков, геоморфологических исследований. Уточнение строения разреза на участках предполагаемых тектонических нарушений осуществлялось по скоростям распространения упругих волн, а также по параметру кажущегося сопротивления. В результате комплексных геофизических исследований, включающих электроразведку и сейсморазведку, установлены геофизические параметры геологического разреза, позволившие выполнить адекватную геофизическую интерпретацию материалов полевых исследований и результатов их обработки.

The purpose for geophysical activities was determining areas of tectonic disturbances initially defined by interpreting aero and space photos and geomorphologic surveys. Adjustment of section structure at anticipated tectonic disturbance areas was carried out by elastic wave propagation velocities as well as by apparent resistance parameter. Geological section geophysical parameters allowing to perform proper geophysical interpretation of field investigations and processing results thereof were resulted from integral geophysical surveys, covering electrical exploration and seismic survey.

Введение

В настоящее время наиболее остро стоит вопрос о необходимости учета сейсмической опасности при строительстве газо- и нефтепроводов, АЭС, тоннелей и других ответственных сооружений. Опасность заключается в геологических процессах, происходящих в зонах глубоких, региональных и локальных разломов, связанных с сейсмодислокациями, которые могут стать местами вероятного возникновения сильных землетрясений.

Проблема обнаружения зон тектонических разломов решается комплексированием геофизических методов. Комплексирование предполагает применение классических методов сейсморазведки и электроразведки. Эти методы позволяют наилучшим образом выделить зоны ослабленных трещиноватых коренных пород, которые рассматриваются как потенциальные тектонические нарушения.

Покажем это на примере газопровода «Южный поток».

Участки пересечений трассой проектируемого газопровода тектонических нарушений обрабатывались комплексом электроразведочных и сейсморазведочных

методов.

Целью геофизических работ являлось определение на местности зон тектонических нарушений, предварительно установленных по материалам дешифрирования аэро- и космоснимков, геоморфологических исследований – (рис.1). Уточнение строения разреза на участках предполагаемых тектонических нарушений осуществлялось по скоростям распространения упругих волн, а также по параметру кажущегося сопротивления.

На рис.1 желтыми линиями показаны границы тектонических зон: З-К – западно-Кубанский прогиб; К-Т – Керченско-Таманский поперечный прогиб; Ан – Анапская флексуно-разрывная зона; Аз – Азовская антиклинальная зона; П – Псебепская антиклинальная зона; Т – Тхабская синклиновая зона; С – Семигорская антиклинальная зона; Ан-Аг – Анапско-Агойская синклиновая зона. Геофизические наблюдения проводились по системе параллельных профилей различной протяженности (длина профилей зависит от предполагаемой ширины тектонической зоны и условий проведения работ), направленных вквост предполагаемой зоны нарушений.

Для решения поставленных задач при-

менялись электроразведочный метод ВЭЗ и сейсморазведка КМПВ. Глубинность исследований составляла 20-30 м.

Электроразведка методом вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) отрабатывалась симметричной установкой Шлюмберже с разносами АВ/2 до 140 м. Расстояние между точками зондирования 10 м. ВЭЗ выполнены в качественном варианте для оценки трещиноватости грунтов, выявления и картирования зон пониженных сопротивлений в пределах участков исследований. Для полевых работ использовалась электроразведочная аппаратура «ЭРП-1». Обработка результатов измерений проводилась в специализированной компьютерной программе «IPI2Win».

По результатам предварительной обработки данных электроразведки, на отдельных участках профилей намечались сейсморазведочные профили. Сейсморазведка выполнялась методом преломленных волн по корреляционно увязанной системе встречных и нагоняющих годографов (КМПВ) с отдельной регистрацией сейсмограмм по схемам ZZ и YY. Работы КМПВ по системе профильных зондирований на продольных ▶

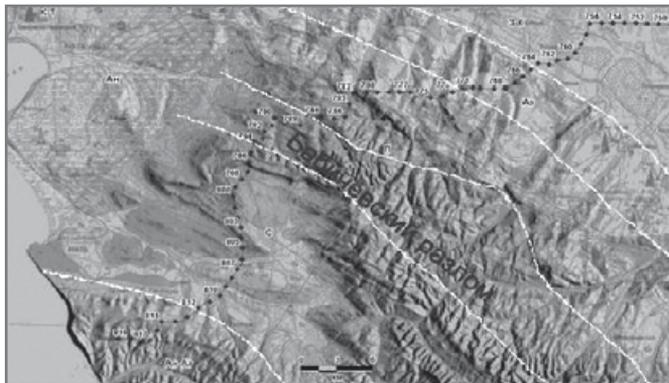


Рис.1. Тектоническая схема горного отрезка газопровода. Составлена на основе геологической карты масштаба 1:200 000 [Сереженко, Кузубов, 1971]

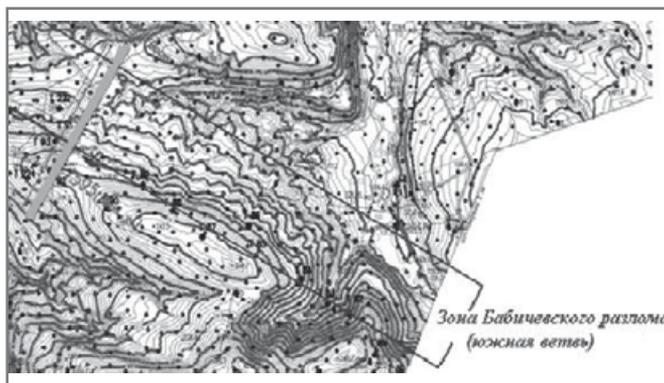


Рис.2. Фрагмент геологической карты по трассе газопровода «Южный поток»

и поперечных волнах выполнены с целью расчленения вертикального разреза по скоростям продольных и поперечных волн, определения зон трещиноватости пород, выделения участков пониженных скоростей. В качестве регистрирующей аппаратуры использовалась 24-канальная цифровая сейсмостанция «Лакколит-24 ХМ2». Основная обработка проводилась в программном пакете «RadExPro».

На примере Бабичевского разлома – (рис.2) – наглядно продемонстрируем результаты геолого-геофизического взаимодействия.

Сейсмические профили по возможности располагались вдоль линии трассы, либо на разветвлении предполагаемых тектонических нарушений. Сейсморазведочные и электроразведочные профили и пересекают Бабичевский разлом вконец простираются.

На рис.2 представлена геологическая карта с вынесенной зоной разлома и геофизическими профилями сейсмо- и электроразведки.

Рис.3 иллюстрирует результаты интерпретации материалов геофизических исследований – геоэлектрический и скоростной разрезы, на которых четко выделена зона разлома.

В зоне разлома наблюдается разрыв границы с разными скоростными характеристиками. Преломляющие границы прослеживаются фрагментарно. Верхняя часть разреза сложена суглинистыми низкоскоростными ($V_s = 290-270$) грунтами.

Кровля нижнего горизонта выявлена неоднозначно: в интервале ПК0-ПК100 и ПК440-ПК552 границы продольных и поперечных волн сходятся и имеют следующие характеристики $V_p = 989-2180$ м/с $V_s = 597-845$ м/с, в интервале ПК100-ПК440 граница продольных волн опускается. Возникает случай, когда граница поперечных волн поднимается, совпадая с вышележащей границей продольных волн. В этом же пикетаже на геоэлектрическом разрезе падает сопротивление до 5 Ом. Зона разлома четко обрисовывается,

не выходя за пределы профиля (рис.3).

Геоэлектрический профиль пересекает исследуемую зону тектонического нарушения. В результате на геоэлектрическом разрезе четко выявляется активная зона разлома ($\rho_k = 5+6$ Ом), за пределами которой сопротивление возрастает до 27 Ом.

Таким образом, при выделении зон ослабленных, трещиноватых коренных пород, которые в ряде случаев рассматриваются нами как потенциальные тектонические нарушения, на начальном этапе использовались главным образом данные электроразведки ВЭЗ, обеспечивающие, согласно примененной технологии работ, глубинность исследований 25-40м и достаточно высокую производительность и детальность. Зоны ослабленных, нарушенных коренных пород фиксируются по данным КМПВ снижением скорости поперечных волн в нижней преломляющей границе, если она соответствует кровле слабо выветрелых коренных пород.

Выводы

По данным электроразведки и сейсморазведки зоны тектонических нарушений фиксируются по следующим признакам:

1. Зоны снижения скоростей.
2. Разрыв и «разлет» сейсмических границ.
3. Наличие вертикальных и субвертикальных зон снижения удельных сопротивлений, прослеживаемых в слабовыветрелых коренных породах. Наличие таких зон связано с фильтрацией грунтовых и стоковых вод вглубь массива по ослабленным трещиноватым породам. Кроме того, низкоомные зоны могут быть связаны с наличием глинистого материала в хорошо проявленных зонах дробления.
4. Ярко выраженный уступообразный характер кровли коренных пород.
5. Резкое увеличение мощности элювия над зонами ослабленных пород.
6. Изменение условий залегания коренных пород.
7. Резкое погружение кровли коренных пород.

В результате геофизических исследований, выполненных комплексом электроразведки и сейсморазведки, установлены геофизические параметры геологического разреза, позволившие выполнить адекватную геофизическую интерпретацию материалов полевых исследований и результатов их обработки.

Геофизическая интерпретация материалов полевых исследований показала хорошую сходимость результатов, полученных с помощью разных по природе геофизических методов – электроразведочных и сейсморазведочных. Это позволяет сделать вывод о достоверности выполненных исследований.

По геофизическим данным были проведены геологические исследования изучаемой территории – рис.4, которые полностью подтвердили представленные выше выводы. ■

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ананьин И. В. Сейсмичность Северного Кавказа. М.: Наука, 1977. 149 с.
2. Бархатов И.И., Несмеянов С.А., Шмидт Г.А. Геолого-геофизические материалы для выделения сейсмогенерирующих структур Северо-Западного Кавказа и смежных областей. // Материалы по сейсмическому районированию Северо-Западного Кавказа. М.: Наука, 1991, с. 44-80.
3. Несмеянов С.А., Шмидт Г.А., Щеглов А.П. Морфоструктурное положение сейсмодислокаций южного склона Западного Кавказа // Геоморфология. 1987, № 3. с. 74-78.
4. Сереженко В.А., Кузубов П.П. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Кавказская, лист L-37-XXVI/XXXII, Новороссийск. Ред. М. В. Муратов. М.: Недра, 1971.
5. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям на объекте: «Расширение ЕСГ для обеспечения подачи газа в газопровод «Южный поток». Сейсмотектонические исследования и оценка сейсмической опасности км 410- км 777. Краснодар: ЗАО НИПИ «ИнжГео», 20011.

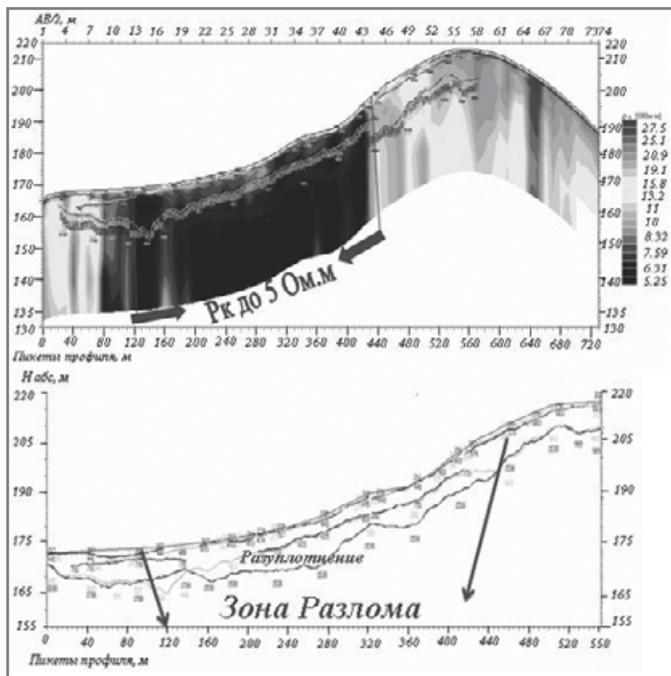


Рис.3. Геоэлектрический и скоростной разрезы

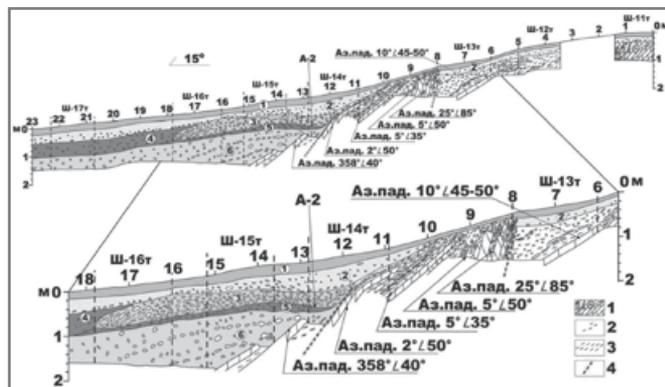


Рис. 4. Зарисовка восточных стенок канавы 2т и шурфов в зоне Бабичевского разлома (южная ветвь).

Условные обозначения: 1 – зеленовато-серые алевролитистые мергели; 2 – темно-зеленые плотные, тяжелые, пластичные глины; 3 – зеленовато-серые пылеватые суглинки; 4 – тектонические сместители.
Цифры в кружках: 1 – гумусовый горизонт оверновой почвы; 2 – светло-серые пылеватые суглинки с древесой и щебнем; 3 – грубообломочные образования (глыбы, щебень, древесина мергелей) с зеленовато-серым суглинистым заполнителем; 4 – перетолженные темно-зеленые глины с фрагментами зеленовато-серых суглинков и палеопочвы; 5 – палеопочва; 6 – темно-зеленые тяжелые, пластичные глины с фрагментами мергелей (горизонт склонового течения).