

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ГЕОФИЗИКИ

ИЗУЧЕНИЕ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ НИЖНЕ-КОШЕЛЕВСКОЙ ТЕРМОАНОМАЛИИ МЕТОДОМ НИЗКОЧАСТОТНОГО МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

Абкадыров Ильяс Фаритович, Букатов Юрий Юрьевич,
Нуждаев Антон Алексеевич

*Институт вулканологии и сейсмологии, Петропавловск-Камчатский,
aifgf@mail.ru*

В августе 2008 года были проведены геофизические исследования на Нижне-Кошелевской термоаномалии методом низкочастотного микросейсмического зондирования, предложенным Горбатиковым А.В. [1]. Целью настоящих исследований являлось изучение глубинного строения в районе термоаномалии, отработку методики и применимость метода на геотермальных полях. Причины выбора именно такого метода исследования достаточно просты: 1) минимальное количество затрат; 2) минимальное воздействие на окружающую среду.

Нижне-Кошелевская термоаномалия приурочена к действующему вулкану Кошелевский (Южная Камчатка) и расположена на его западном склоне. Кошелевский вулканический массив сформирован в пределах Паужетско-Камбально-Кошелевского геотермального района. Данный район относится к южному сегменту Восточно-Камчатского вулканического пояса [5], таким

образом, геологическое строение района характеризуется структурами и породами островодужного комплекса. Нижний структурный ярус представлен вулканогенными и осадочными образованиями олигоцен-среднемиоценового возраста, вмещающими интрузивные тела от основного до кислого состава. Средний ярус образован осадочно-вулканогенными толщами среднего миоцена-плиоцена, верхний ярус - четвертичный этап развития островной дуги и сложен вулканическими породами плейстоцен-голоценового возраста [4]. Паужетско-Камбально-Кошелевский геотермальный район непосредственно приурочен к выделенной ранее субкольцевой тектоно-магматической структуре, представляющей собой пологий аккумулятивно-тектонический свод размерами более 35 x 50 км, в центре которого расположена вулканотектонической депрессия четвертичного возраста размером 20 x 25 км [4]. Размеры самой Нижне-Кошелевской термоаномалии достаточно малы и составляют, примерно 250 x 500 м.

Метод низкочастотного микросейсмического зондирования, предложенный Горбатиковым А.В., основывается на анализе пространственного распределения амплитуд вертикальной составляющей микросейсмического поля для всех частот спектра при условии, что вертикальная компонента поля определяется вкладом фундаментальных мод волн Рэлея [1]. Взаимодействие Рэлеевской волны с заглубленной и локализованной по вертикали и горизонтали неоднородностью осуществляется следующим образом: если глубина залегания неоднородности значительно превышает длину волны, то волна распространяется вдоль поверхности без взаимодействия с неоднородностью. Наибольшее взаимодействие возникает, если неоднородности находится на глубине вдвое меньше длины волны и определяется соотношением:

$H(f) = 0.5\lambda(f)$, где $H(f)$ - расчетная глубина соответствующего амплитудного распределения, $\lambda(f)$ - длина фундаментальной моды Рэлеевской волны [2,3].

На исследуемой площади была разбита сеть из девяти параллельных друг другу профилей с шагом 250 м, ориентированных с севера на юг, протяженностью 1,5 км. Каждый профиль содержал 7-8 точек измерений с шагом 250 м. Таким образом, была образована плотная сеть наблюдений (> 60 точек), площадью 1,5x2 км, в пределах которой находилась термоаномалия. Для регистрации микросейсм использовались три сейсмические станции MARS-lite с трехкомпонентными сейсмодатчиками LE-3Dlite немецкой фирмы Lennartz. При регистрации применялись следующие параметры: частотный диапазон канала – 1-80 Гц, чувствительность канала – 400 В*с/м, частота дискретизации - 250 отчетов. Длительность измерений в каждой точке составляла 1 час, что соответствует времени достижения статистической устойчивости спектр микросейсмического сигнала [2]. Техника проведения микросейсмического

зондирования подразумевает регистрацию сигнала на опорной точке в пределах исследуемого полигона, что позволяет исключить влияние микросейсм не связанных с геологическими свойствами среды, на спектральные характеристики сигнала [3]. В связи с этим, одна станция использовалась, как опорная, и одновременно двумя оставшимися производились измерения по профилям от точки к точке.

После получения спектров микросейсмических сигналов в точках исследуемого района, производится их корректировка с учетом спектра сигнала на опорной станции. Далее каждая частота привязывается к глубине согласно ранее приведенной формуле, что в конечном итоге позволяет получить оценку разреза в относительных интенсивностях по амплитуде. При прохождении фундаментальной Рэлеевой моды через высокоскоростную, относительно вмещающих пород, неоднородность, амплитуда вертикальной компоненты над неоднородностью уменьшается, и на оборот. Таким образом, получаемый разрез отображает собой только контраст сейсмических скоростей. На рисунке 1 приведены разрезы по трем профилям, полученные в результате микросейсмического зондирования.

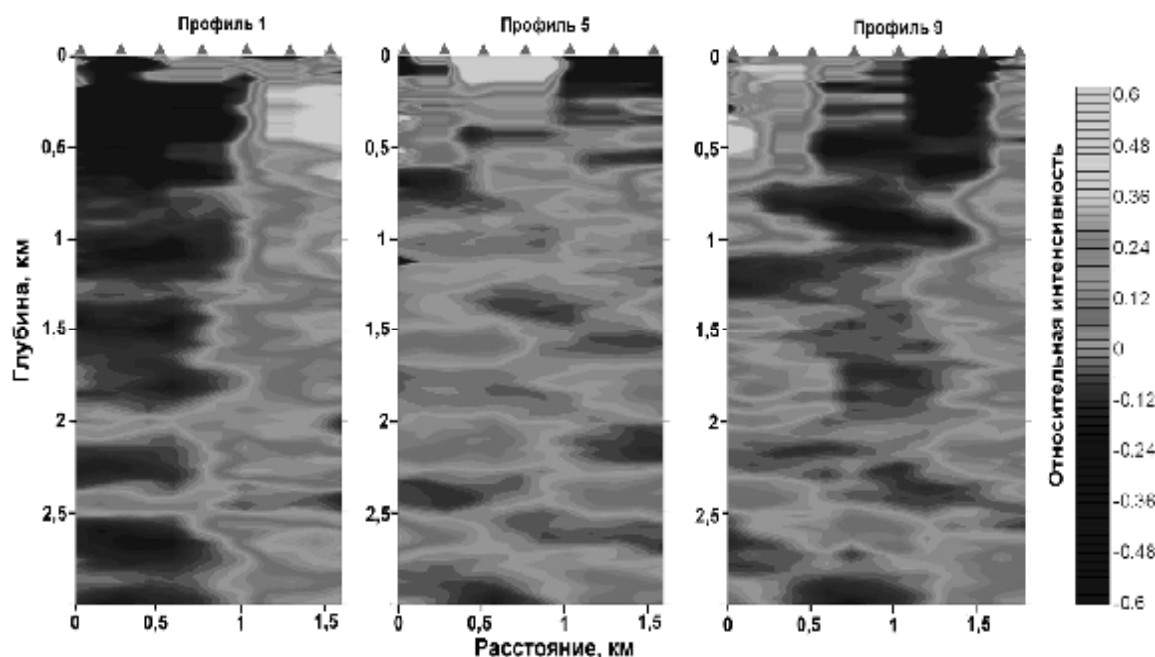


Рис. 1. Разрезы по микросейсмическому зондированию на профилях 1, 5 и 9 (треугольниками обозначены точки наблюдений).

По микросейсмическим данным на исследуемой площадке выделяется высокоскоростная область, которая делится на несколько зон. Такая область прослеживается на всех профилях за исключением тех, которые проходят через термоаномалию (4,5,6 пр.), и смещается с севера на юг. На профилях, проходящих через термоаномалию, такая блоковая структура не наблюдается, хотя прослеживаются локализованные высокоскоростные участки, по-видимому,

это связано с сетью разломов в районе термоаномалии. Сама же термоаномалия выделяется как низкоскоростная чашеобразная область, с достаточно небольшой глубиной. Также выделяются ярко выраженные локализованные участки с выходом на поверхность, природа которых пока не понятна.

Полученные данные методом низкочастотного микросейсмического зондирования показали неплохие результаты, которые оправдывают выбор этого метода при исследованиях подобных геологических объектов. Но интерпретация результатов требует комплексного рассмотрения с другими геофизическими методами. Так же полученные данные показали, что выбранный шаг съемки не в полной мере отражает изучаемую структуру и требует увеличения количества точек регистрации. Данные исследования не закончены и будут продолжены на следующий полевой сезон с уменьшением шага между точками измерений до 50 м и привлечение еще одного геофизического метода.

Авторы искренне благодарят ведущего научного сотрудника Института физики Земли и автора метода низкочастотного микросейсмического зондирования к.ф.-м.н. Горбатикова А.В. за неоценимые рекомендации в проведении работ и обработку данных и заведующего лабораторией геотермии д.г.-м.н. Рычагова С.Н. за организацию в проведении полевых работ.

Литература:

1. Горбатиков А.В., Степанова М.Ю., Арнозо Х., Монтесиньос Ф. Развитие модели острова Эль Иерро Канарского архипелага на основе комплексной интерпретации результатов низкочастотного микросейсмического зондирования и гравиметрических исследований // Материалы конференции. 2008 . С. 60-70.
2. Горбатиков А.В., Степанова М.Ю. Результаты исследований статистических характеристик и свойств стационарности низкочастотных микросейсмических сигналов // Физика Земли, 2008. №.1. С. 57-67.
3. Горбатиков А.В., Степанова М.Ю., Кораблев Г.Е. Закономерности формирования микросейсмического поля под влиянием локальных геологических неоднородностей и зондирование среды с помощью микросейсм // Физика Земли, 2008. №.7. С. 66-84.
4. Рычагов С.Н., Давлетбаев Р.Г., Ковина О.В. Гидротермальные глины и пирит геотермальных полей: значение в геохимии современных эндогенных процессов (Южная Камчатка) // Вулканология и сейсмология, 2008. №6. (в печати).
5. Долгоживущий центр эндогенной активности Южной Камчатки . М.: Наука, 1980. 172 с.