

**А.С.ЯКОВЛЕВ**, аспирант, *yakovlev\_as@mail.ru*

*Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)*

**A.S.YAKOVLEV**, post-graduate student, *yakovlev\_as@mail.ru*

*Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ МОВ-ОГТ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Приведены результаты опытно-методических сейсмических работ методом отраженных волн (МОВ-ОГТ) на территории Санкт-Петербурга и пригородов с целью выбора оптимальной методики полевых работ, способов обработки и интерпретации сейсмических материалов, обеспечивающих детальное изучение верхней части геологического разреза (ВЧР) при решении инженерно-геологических задач.

**Ключевые слова:** малоглубинная сейсморазведка, методика полевых работ, поверхностные волны.

## **APPLICATION OF SEISMIC REFLECTION METHOD FOR ENGINEERING-GEOLOGICAL ISSUES SOLVING IN SAINT PETERSBURG AND LENINGRAD REGION**

Several examples of seismic reflection method test surveys in St.-Petersburg and its suburbs are reviewed. The key point of research was the choice of an optimum field seismic works technique, processing and interpretation technique, providing the reliable solution of shallow depth investigation for the presented area.

**Key words:** shallow seismic, field work technique, ground-roll waves.

В настоящее время, благодаря быстрому развитию аппаратуры и программного обеспечения, малоглубинная сейсморазведка все чаще применяется для решения различных инженерно-геологических задач. Наибольшее распространение среди сейсмических методов получили метод преломленных волн (МПВ) и сейсмическая томография (СТ), направленные на регистрацию преломленных или рефрагированных волн с последующей их кинематической или томографической обработкой. Это объясняется относительной простотой выделения преломленных и рефрагированных волн, регистрируемых в первых вступлениях.

Однако при решении структурно-геологических задач, таких как расчленение геологического разреза, выделение тектонических нарушений, погребенных русел

рек и т.п. разрешающая способность и точность структурных построений МОВ-ОГТ существенно выше, чем при использовании МПВ и СТ.

Ограниченное применение МОВ-ОГТ объясняется отсутствием обоснованной методики полевых работ и способов обработки сейсмических материалов, обеспечивающих надежную регистрацию отраженных волн от неглубоко залегающих границ и их последующее выделение в процессе обработки.

Основной задачей исследования являлся выбор оптимальной методики полевых сейсморазведочных работ и способов обработки сейсмических материалов на примере территории Санкт-Петербурга и

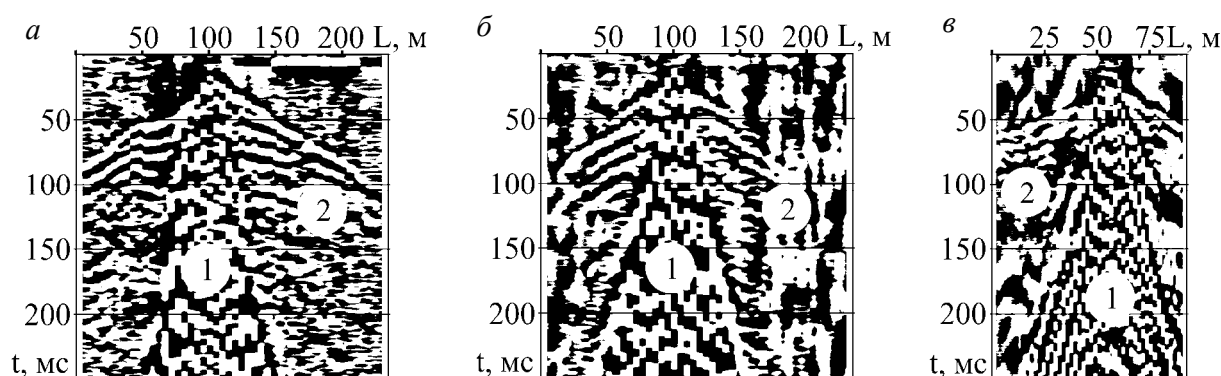


Рис.1. Примеры полевых сейсмограмм общей точки возбуждения: *а* – пос. Кавголово ( $\Delta\text{ПП}=\Delta\text{ПВ}=5$  м, 5 накоплений, макс. удаление ПП – ПВ – 235 м); *б* – район станции метро «Девяткино» ( $\Delta\text{ПП}=5$  м,  $\Delta\text{ПВ}=1$  м, без накоплений, макс. удаление ПП – ПВ – 235 м); *в* – район станции метро «Гражданский проспект» ( $\Delta\text{ПП}=2$  м,  $\Delta\text{ПВ}=1$  м, 5 накоплений, макс. удаление ПП – ПВ – 94 м); 1 – поверхностные волны; 2 – отраженные волны

Ленинградской области. В качестве примеров приведены результаты опытно-методических сейсмических исследований методом МОВ-ОГТ на трех участках: территория учебной базы СПГГИ (ТУ) в пос. Кавголово; район станции метро «Девяткино»; район станции метро «Гражданский проспект».

При проведении полевых работ регистрация осуществлялась одновременно двумя 24-х канальными цифровыми сейсмостанциями "Лакколит-Х-М2. В качестве источника упругих волн применялась кувалда массой 8 кг с металлической подставкой в форме диска диаметром 300 мм и толщиной 12 мм.

На разных участках изменялись параметры системы наблюдений: количество накоплений ударных воздействий на каждом пункте возбуждения (ПВ), шаг между ПВ и пунктами приема (ПП), максимальные удаления источник-приемник, кратность наблюдений.

Одной из характерных особенностей волнового поля в малоглубинной сейсморазведке с невзрывными источниками упругих волн является наличие низкоскоростных поверхностных волн (волны Релея и Лява) распространяющихся непосредственно от ПВ в виде расходящегося цуга интенсивных низкочастотных колебаний (рис.1). На образование этих волн расходуется 95-98% энергии ударного источника колебаний, в то время как на образование отраженных волн приходится

около 2-5%\*, соответственно интенсивность низкоскоростных помех очень высокая и выделение отраженных волн вблизи ПВ сильно затруднено.

Методика работ должна обеспечить ослабление как регулярных, так и случайных помех при полевых работах, или создать предпосылки для их ослабления при обработке материалов.

Основной задачей обработки материалов малоглубинной сейсморазведки является ослабление поверхностных волн. Для этого применяются одноканальные (фильтр высоких частот, полосовая фильтрация) и многоканальные цифровые фильтры (в F-K и  $\tau - r$  областях), что позволяет значительно ослабить поверхностные волны, однако этого не достаточно для выделения отражений в интервале регистрации поверхностных волн, т.к. интенсивность последних в 100-1000 раз выше.

В результате применения многоканальной фильтрации к сейсмическим материалам с низким соотношением сигнал-помеха на сейсмограммах после фильтрации появляются так называемые «артефакты» – ложные оси синфазности, которые также затрудняют выделение отраженных волн. В связи с этим

\* Теория и практика наземной невзрывной сейсморазведки / Под ред. М.Б. Шнеерсона. М.: Недра, 1998. 527 с.

Theory and practice of land-based non-explosive seismic Ed. MB Schneerson. Moscow: Nedra, 1998. 527 p.

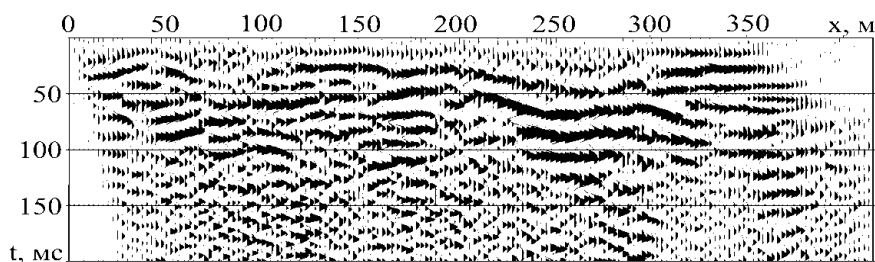


Рис.2. Временной сейсмический разрез по профилю в пос. Кавголово

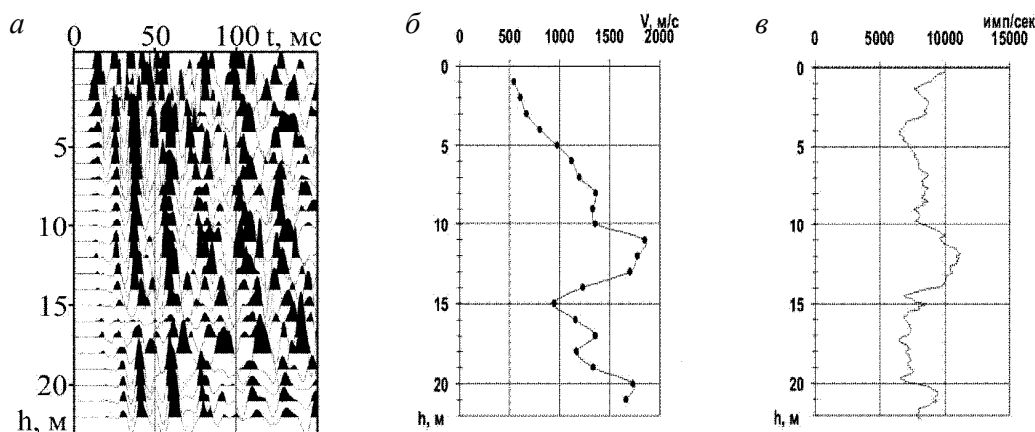


Рис.3. Результаты ВСП в пос. Кавголово: *а* – полевая сейсмограмма ВСП; *б* – разрез интервальных скоростей продольных волн; *в* – кривая гамма-каротажа; геологический разрез:  $h = 3$  м – техногенные грунты,  $h = 8$  м – песок пылеватый, серый,  $h = 0,5$  м – супесь,  $h = 13,5$  м – песок пылеватый, коричнево-желтый,  $h = 25$  м – песок серый среднезернистый

наиболее целесообразно в обработке материалов малоглубинной сейсморазведки применять обнуление (мьютинг) области регистрации низкоскоростных волн, что позволит избежать появления «артефактов».

Как правило, в сейсморазведке малых глубин априорные статические поправки не вводятся. Определение эффективных скоростей и расчет кинематических поправок производится тем же способом, что и в нефтяной сейсморазведке.

Результатом обработки являются временные сейсмические разрезы (рис.2). Выделяемые на представленном временном разрезе отражающие границы вероятнее всего соответствуют границам в отложениях четвертичного возраста.

Для перехода от временных разрезов к глубинным и последующей геологической интерпретации результатов сейсмических работ необходимо проводить сейсмические исследования в скважинах: акустический каротаж (АК), вертикальное сейсмическое

профилирование (ВСП) или сейсмический каротаж (СК).

На участке в пос. Кавголово проведено ВСП в наблюдательной гидрогеологической скважине. По первым вступлениям проходящих волн на сейсмограмме ВСП определены значения средних и интервальных скоростей продольных волн по глубине (рис.3). Сопоставление значений интервальных скоростей с кривой гамма-каротажа и данными бурения показало хорошую корреляцию между ними (см. рис.3, *б*, *в*).

В результате проведенных исследований определены основные параметры методики полевых сейсморазведочных работ МОВ-ОГТ при решении инженерно-геологических задач, а также способы обработки сейсмических материалов, применение которых позволит повысить информативность и достоверность получаемых сейсмических материалов и увеличить эффективность исследований МОВ-ОГТ в изучении верхней части геологического разреза