

3. Несмеянов С.А. Неоструктурное районирование Северо-Западного Кавказа. М.: Не-дра, 1992, 254 с.
4. Большой Кавказ в альпийскую эпоху. Под ред. Ю.Г. Леонова М.:ГЕОС, 2007. 368с.
5. Rogozhin E.A., S.L. Yunga, A.V. Marakhanov, E.A. Ushanova, A.N. Ovsyuchenko, and Dvoretzkaya N.A., 2002. Seismic and tectonic activity of faults on the south slope of the NW Caucasus// Russian Journal of Earth Sciences, Vol 4, No. 3, June 2002. URL: <http://rjes.wdcb.ru/v04/tje02095/tje02095.htm>.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ФЛЮИДОНАПОЛНЕННОЙ СКВАЖИНЫ НА ПОЛЕ ВОЛН ДАВЛЕНИЯ В НЕЙ МЕТОДАМИ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

Ошкин Александр Николаевич

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, a.oshkin@mail.ru

В отличие от наземных наблюдений, при которых изучается уже сформировавшаяся волновая картина, скважинные исследования позволяют наблюдать и сам процесс образования и распространения сейсмических волн в реальной среде и формирования волнового поля. Появляется возможность проследить, каким образом из сравнительно простого и короткого импульса в источнике образуется сложная волновая картина, где и как происходит этот процесс и какую роль в нем играют различные типы волн и неоднородности среды.

При проведении работ во флюидонаполненной скважине удобно использовать пьезоприемники давления – гидрофоны. Их применение затрудняет выделение поперечных колебаний и делает невозможным определение направления прихода волны, в отличие от прижимных многокомпонентных зондов, однако позволяет повысить рабочие частоты, что увеличивает разрешающую способность метода (в большей степени это относится к продольным волнам), а также уверенно оперировать динамическими характеристиками, так как прижим к стенке скважины, как фактор, наиболее сильно влияющий на запись, отсутствует в принципе. К тому же, как показано в работах [2,4], свойства гидроволны, уверенно выделяемой на записях, сильно зависят от свойств окружающих скважину пород, а значит, несут в себе информацию о разрезе, такую как, например, динамический модуль сдвига.

При работах в сейсмическом и сейсмоакустическом диапазонах частот, когда длина упругой волны много больше диаметра скважины, гидроволна представляет собой низкочастотный предел волны Стоунли – поверхностной

волны, распространяющейся по границе жидкость – твердое тело. Связь между характеристиками гидроволны в скважине, расположенной в проницаемых породах, хорошо описываются теорией Био [4,5], учитывающей фильтрацию флюида через поры в породе при прохождении волны.

Однако в реальных условиях этому могут препятствовать различные факторы: это может быть обсадка скважины, полностью закрывающая поры и трещины, а также глинистая пленка, возникающая на стенках скважины при фильтрации бурового раствора, содержащего глину. В буровой раствор глина может попадать разнообразными путями, начиная от принудительного введения для кольтации стенок скважины, заканчивая вымыванием из пройденных выше по разрезу глиносодержащих горизонтов (последнее более свойственно для неглубоких инженерных скважин).

Проблемами численного описания глинистой корки занимаются ряд американских [6] и отечественных авторов [3]. Однако на данный момент отсутствуют экспериментальные данные по этой тематике.

В данной работе приводятся результаты физического моделирования поля продольных и гидроволн в скважине, находящейся в проницаемой среде. В качестве переменного параметра, влияющего на волновое поле, выбрана обсадка скважины.

Описание модели.

Геометрия физической модели представлена на рисунке 1. Модель почти кубической формы, шириной 29 см и высотой 27 см состоит из двух слоев. Первый слой плексигласа, толщиной 3.5 см, выполнял, прежде всего, опорную функцию при изготовлении модели. В качестве материала второго слоя (мощность 24 см), имитирующего пористую среду, был выбран алебастр: низкая стоимость позволяет изготавливать большие по размерам модели, чтобы минимизировать краевые эффекты, а некоторые приемы при заливке модели позволяют на качественном уровне варьировать проницаемостью материала. Скважина, диаметром 1 см, формировалась при заливке жидкой смеси алебастра с водой в форму, в центре которой была вертикально закреплена ПВХ трубка, играющая в дальнейшем роль обсадки. Формирование скважины в процессе заливки жидкого материала, а не методом бурения позволяет избавиться от зоны дробления, влияющей на характеристики гидроволн [2]. Кроме того, таким образом обеспечивается надежный контакт обсадки с материалом модели.

Несмотря на указанную в работе [1] возможную неоднородность изготавливаемых таким образом моделей, при ультразвуковом (25 кГц) просвечивании в разных направлениях и на разных участках модели отклонения скорости V_p не превосходили 3%.

В качестве источника упругих волн использовался ультразвуковой датчик поршневого типа, генерирующий продольные колебания на частоте 25 кГц.

Приемником служила миниатюрная сфера из пьезоматериала, радиусом 0.5 см. При измерениях приемник двигался от источника вверх с шагом 1 см. Излучатель был зафиксирован в одном положении, с постоянным прижимом на протяжении всех измерений.

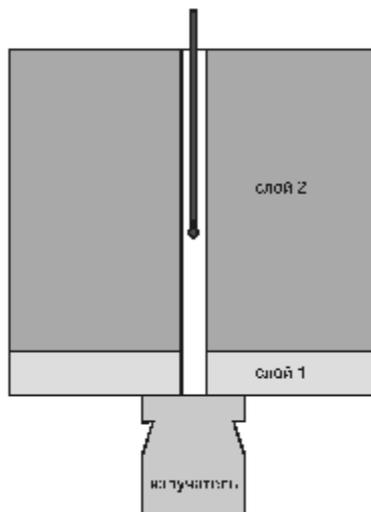


Рис. 1. Устройство физической модели.

При измерениях, модель находилась в состоянии полного водонасыщения. Всего было рассмотрено 4 ситуации на стенках скважины.

Толстая обсадка из ПВХ.

Этот случай имитирует реальную пластиковую обсадку, часто применяемую при бурении.

Известно, что наличие твердой оболочки (обсадки) оказывает сильное влияние на свойства всех типов волн давления, распространяющихся в скважине, а в большей степени на свойства гидроволны. Теоретические расчеты [4] позволяют учесть этот вклад, однако физического эксперимента по изучению влияния пластиковой обсадки в проницаемой среде не производилось.

Открытый ствол.

Эксперимент произведен сразу после удаления обсадки, а полученные данные (Рис. 2) служат эталоном для сравнения с другими вариантами.

Тонкая резиновая оболочка.

В открытую, наполненную водой скважину опускалась тонкая цилиндрическая оболочка, которая под действием давления, создаваемого вне модели, растягивалась и прижималась к стенкам скважины, создавая тонкую упругую непроницаемую пленку. Приемник находился внутри оболочки в условиях повышенного давления. Однако, как показали отдельные измерения, повышение давления в этих пределах не оказывает влияния на показания

приемника. Таким образом, можно утверждать, что все изменения волнового поля связаны с наличием тонкой мембраны, а не посторонними факторами.

Закольматированные поры в верхней части скважины.

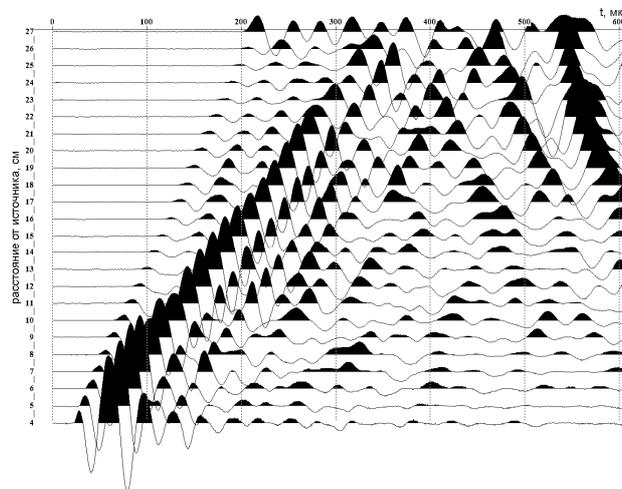


Рис. 2. Волновое поле в модели необсаженной скважины. В первых вступлениях продольная волна, более высокоамплитудная и распространяющаяся с меньшей скоростью – гидроволна.

Закупорив скважину на расстоянии 10 см от устья, осуществлялась принудительная фильтрация воды, содержащей взвешенные глинистые частицы, через стенки верхней части скважины. По техническим причинам не удалось создать механически прочный слой глины на внутренней поверхности скважины, способный удержаться на стенке на время, достаточное для проведения измерений. Поэтому на этом этапе измерений пришлось ограничиться вариантом с закрытыми порами.

В работе сравнивается поведение двух типов волн – продольной и гидроволны в перечисленных выше четырех случаях: изменение частотного состава, амплитуд, закона затухания. Результаты сравниваются с разработанными другими авторами математическими моделями.

Работа была выполнена под научным руководством д.ф.-м.н., проф. Владова М.Л. и д.ф.-м.н., проф. Калинина В.В.

Литература:

1. Ивакин Б.Н. Методы моделирования сейсмических волновых явлений. М.: изд-во Наука. 1969 г. 288 с.
2. Калинин А.В. Электроискровой источник упругих волн для целей наземной сейсморазведки. М.: Изд-во МГУ, 1989г.
3. Максимов Г.А. Меркулов М.Е. Влияние глинистой корки на распространение гидроволн в скважине. Акустический журнал, 2002, том 48, №2, с.224-238.

4. Уайт Дж.Е. Возбуждение и распространение сейсмических волн. М.: Недра, 1986 г.
5. Biot M.A. Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid, I. Low frequency range. J. Acoust. Soc. Amer. 1956. V.28. №1. P. 168-178.
6. Liu H and Johnson D.L.. Effects of an elastic membrane on tube waves in permeable formations. J. Acoust. Soc. Amer. 1997, v.101. №С p.3322-3329.

**ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА В АРХЕОЛОГИИ: МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ
СЛАБЫХ АНОМАЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ
ИНВАРИАНТОВ ТЕНЗОРА СОПРОТИВЛЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ
ОБЪЕКТА БОРОДИНО**

Павлова Александра Михайловна

Геологический ф-т МГУ, Москва, wild-bat@yandex.ru

Геофизика широко используется в археологических изысканиях уже более 60-ти лет, в основном, при поиске археологических памятников, поскольку геофизические методы позволяют исследовать большие площади без ведения археологических раскопок, которые очень трудоемки и требуют больших финансовых затрат. Огромная роль геофизики основывается на высокой чувствительности геофизических методов к различиям в свойствах археологических объектов и покрывающих их толщ. Одним из методов поиска археологических объектов является электроразведка (часто в комплексе с магниторазведкой).

В МГУ кафедра геофизики занимается археологическими исследованиями с 71-ого года на таких объектах, как, например, Царицыно, Коломенское, Гнездово. Работы на объекте Бородино ведутся уже в течение 5 лет. Летом и осенью 2008 года электроразведочные работы продолжались, и за это время было сделано несколько площадных съемок методом ЭП-СГ (участок «Горки», участок «Семеновское 1» и участок «Семеновское 2»), несколько профилей электротомографии (один на участке «Семеновское 1», два на участке «Семеновское 2» и длинный профиль «Овраг»), как по результатам площадных съемок, так и независимо).

При проведении работ методом ЭП-СГ на каждой площади использовалось два перпендикулярно расположенных друг к другу направления питающей линии. Поскольку известно, что высокоомное линейно вытянутое тело наиболее чувствительно к перпендикулярному распространению тока, то любая такая аномалия на карте будет зависеть от направления питающей линии