

## **ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПМ НВСП ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТ В ПЕРМСКОМ ПРИКАМЬЕ.**

Ю.В.Чудинов, Н.М.Кузнецова, Н.А.Богомолова,  
И.А.Тимошенко, Л.Н. Коровко  
*ОАО «Пермнефтегеофизика», г.Пермь*

## **OPPORTUNITIES AND RESTRICTIONS OF POLARISATION OFFSET VSP BY RESULTS OF WORKS IN PERM TERRITORY.**

Y.V. Chudinov, N.M. Kuznetsova, N.A. Bogomolova,  
I.A. Timoshenko, L.N. Kopyko  
*PermNefteGeofizika, Perm City*

**Аннотация.** В данной работе представлены возможности и ограничения ПМ НВСП, рекомендации по проведению работ, обработке и интерпретации материалов скважинной сейсморазведки.

**Abstract.** This paper presents opportunities and restrictions of polarization offset VSP, to the recommendation on work, treatment and interpretation of data borehole seismology.

ПМ НВСП становится востребованным сейсмическим методом изучения околоскважинного пространства на этапе эксплуатации нефтегазовых месторождений. Об этом свидетельствуют возрастающие с каждым годом объемы работ неперодольного вертикального профилирования в ОАО «Пермнефтегеофизика». В работе приводятся практические рекомендации, а также возможности и ограничения поляризационного метода НВСП.

Ряд успешно проведенных исследований поляризационным методом неперодольного вертикального профилирования, а также совпадение прогнозируемых параметров геологического разреза с данными бурения позволяют обобщить полученные результаты за несколько лет работы и сделать заключения о некоторых аспектах системы наблюдений, обработки и интерпретации материалов скважинной сейсморазведки.

**Система наблюдений.** Система наблюдений в ПМ НВСП включает в себя возбуждение упругих колебаний на некотором удалении ( $L$ ) от устья скважины и регистрацию сейсмических импульсов на трех-компонентные приемники вдоль ствола скважины. Изучаемое пространство вдоль направления на пункт возбуждения (ПВ) равно  $0.5 L$ . Предельно возможное удаление источника колебаний составляет  $0.9-1.1H$ , где  $H$  – глубина целевого отражающего горизонта. Дальнейшее удаление ПВ приводит к искажению формы отраженных волн из-за больших углов прихода сейсмических импульсов в скважину, а также к интерференции отраженных и критических волн /1/. Преимущество системы наблюдений с предельными удалениями заключается в максимальном освещении околоскважинного пространства. В Пермском Прикамье целевые гори-

зонты находятся на глубинах 1300-2000 м, поэтому изучаемое пространство вокруг скважины радиусом 650 - 1000 м может заинтересовать нефтедобывающие компании. Недостатком данной системы наблюдений является невозможность корректного построения вышележащих горизонтов. Чаще всего скважина вскрывает только целевой отражающий горизонт, поэтому исследуется только одна отражающая граница. Это обстоятельство необходимо учитывать при планировании работ. Для освещения вышележащих отражающих горизонтов можно запроектировать дополнительные пункты возбуждения с соответствующими удалениями. Определение скоростной пластовой модели для построения глубинных изображений среды рекомендуется проводить для каждого ПВ отдельно с помощью наблюденного годографа первых вступлений X-компоненты (ориентировка трехкомпонентного волнового поля – на ПВ).

**Использование поперечных волн.** С помощью источника вертикальной силы (вибратор, заряд ВВ в неглубокой скважине) можно изучать околоскважинное пространство на обменных волнах. Обменные волны образуются при косом падении продольных волн на акустически контрастную границу в верхней части разреза (ВЧР), распространяются вниз и отражаются от границ как поперечные волны. Этот тип волн описан в литературе как PSS–волны /1,2/. В ОАО «Пермнефтегеофизика» за многие годы накоплен большой опыт практического использования этого типа волн. Можно изучать пространство вокруг скважины на обменных волнах типа PS. Это отраженные обменные волны, которые образуются при косом падении падающих продольных волн на изучаемую границу. Преимуществом использования обменных волн типа PSS для изучения отражающих горизонтов по сравнению с PS–волнами является возможность определения скоростной модели по падающей обменной волне. Длина изучаемой границы на этих волнах в 0.3 раза большая, чем на PS волнах. Недостатком использования обменных волн типа PSS является зависимость образования этих волн от состава геологического разреза. Отсутствие акустически контрастной границы в ВЧР приводит к отсутствию и PSS волн. Наличие двух и более сейсмических границ в ВЧР приводит к сильной интерференции как падающих обменных, так и восходящих PSS волн. Выполнить разделение этих волн от разных отражающих границ невозможно.

**Поляризация волн.** Многочисленные исследования ПМ ВСП, ПМ НВСП с виброисточниками показывают, что поляризация падающей продольной волны далека от прямолинейной. Траектории частиц при прохождении падающей продольной волны описывают в пространстве вытянутый в направлении фронта волны эллипсоид вращения. При работах с взрывными источниками в неглубоких скважинах поляризация падающей продольной волны до глубин 500-600 м в карбонатном геологическом разрезе близка к линейной, ниже становится эллиптической.

Падающие обменные волны имеют также эллиптическую поляризацию. Анализ плавного поведения графиков поляризации на акустически контрастных границах падающих продольных и обменных волн, публикации по вертикальной и горизонтальной разрешающей способности сейсморазведки/3,4,5/ позволили авторам сделать следующий вывод. На кинематические и динамические параметры сейсмического импульса, приходящего в скважину, влияет некоторый объем среды. Объем среды, вовлекаемый в передачу сейсмической энергии, зависит от петрофизического состава породы и имеет, предположительно, размеры от длины волны до величины первой зоны Френеля. Геологическая среда обладает сглаживающим эффектом для проходящих сейсмических волн. Следовательно, при регистрации упругих колебаний сейсмических волн от ПВ с разными азимутами мы получаем кинематические и динамические характеристики среды с различных направлений. Наличие латеральных закономерностей геологического разреза в районе скважины можно изучить, определяя закономерности кинематических и динамических характеристик сейсмических волн с ПВ разных азимутов. На рисунке 1 представлена латеральная изменчивость кинематических параметров падающих продольных (P) и обменных (S) волн с 4х ПВ с предельным удалением ПВ от устья скважины в башкирских отложениях. Через любые 3 точки проводился математический эллипс (красный цвет). Было рассчитано два эллипса по относительным величинам пластовых скоростей продольных и обменных волн, а также коэффициенту Пуассона. По продольным волнам наблюдается совпадение двух эллипсов, по поперечным волнам и коэффициенту Пуассона выявлена закономерность в нефтегазовой залежи. Возможно, данная зависимость связана с наличием трещин в известняках.

При обработке и интерпретации данных ПМ НВСП необходимо определять пластовые скорости для каждого ПВ и находить закономерности азимутального распределения кинематических параметров. Учет этих зависимостей может сильно повлиять на результаты обработки материалов наземной сейсморазведки в положительную сторону. Возможно, решится проблема стыковки взаимно перпендикулярных профилей временных разрезов, которая до сих пор существует в сейсморазведке. Большими возможностями обладает система одновременного совместного проведения работ наземной и скважинной сейсморазведки, так называемый метод 3D+ВСП, предложенный Табаковым А.А. и коллективом «Геоверс»/6/.

В Пермском крае имеются месторождения углеводородов, контуры которых выходят за пределы съемки 3D. Проектные лучи ПМ НВСП не дотягиваются до границ структуры. Можно предложить заказчику именно такой метод разведки. В ОАО «Пермнефтегеофизика» технология наземного сейсмического профилирования двумя сейсмическими станциями отработана давно. Преимущество данного метода заключается в следующем. Происходит одновременная отработка наземных профилей и регистрация

сигналов упругих колебаний от виброисточников при помощи расстановки ПМ ВСП на забое скважины. В районе скважины по результатам обработки скважинных данных вычисляются статические поправки. Использование этих статических поправок как эталонных позволит точно рассчитать поправки по материалам наземной сейсморазведки на остальной площади работ. Не нужны будут дополнительные исследования по изучению зоны малых скоростей другими методами. Кроме этого проведенные также работы ПМ ВСП дадут точные кинематические параметры для обработки и интерпретации наземных данных. В отработанных одними источниками сейсмических и скважинных материалах в одно время сейсмические колебания будут иметь близкие амплитудно-частотные спектры. Это позволит увеличить разрешающую способность результатов наземной съемки с помощью деконволюции временных разрезов ОГТ по трассе однократно-отраженных волн ПМ ВСП. Результатом применения такого метода исследований будет освещено все околоскважинное пространство на расстоянии, нужное заказчику. Предварительные расчеты показывают, что на работы 2D+ВСП, профилирование 12 км и скважинные наблюдения полевая партия ОАО «Пермнефтегеофизика» затратит не более 2.5 суток.

ПМ НВСП является более высокоразрешенным сейсмическим методом по сравнению с наземной сейсморазведкой и используется для изучения околоскважинного пространства на всех этапах разведки месторождений. Высокий геолого-экономический эффект может быть получен при изучении сложнопостроенных залежей углеводородов. Интегрированные результаты исследований ПМ НВСП, данных ГИС, бурения и результатов наземной сейсморазведки позволяют уточнить сейсмогеологические модели продуктивных поднятий до начала их разбуривания. Выполнение вышеизложенных рекомендаций по работам ПМ НВСП поможет сервисным геофизическим компаниям успешно решать многие геологические задачи.

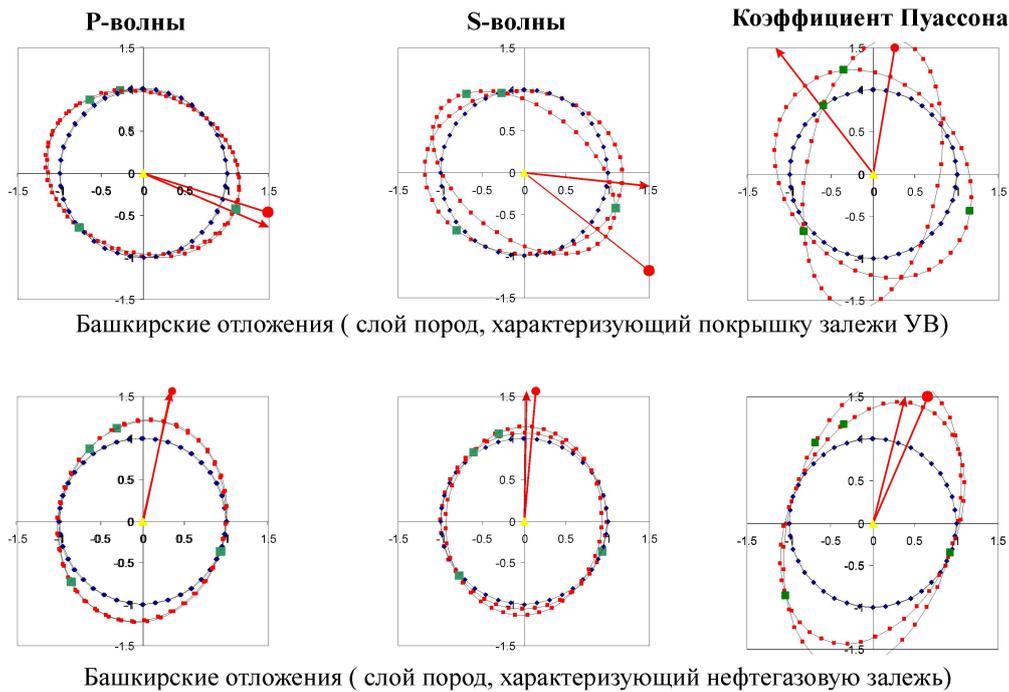


Рис.1 Азимутальная изменчивость кинематических параметров разреза.  
Azimuthal variability of travelt ime attributes of a structure

### Литература:

1. Гальперин Е.И. Вертикальное сейсмическое профилирование. 2-е изд., М., Недра, 1982, с. 344.
2. Пузырев Н.Н., Тригубов А.В., Бродов Л.Ю. и др. Сейсмическая разведка методом поперечных и обменных волн. М.: «Недра», 1985, с. 277.
3. Пузырев Н.Н. Методы и объекты сейсмических исследований. Введение в общую сейсмологию. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1997. 301с.
4. Пейтон Ч. Сейсмическая стратиграфия. М.: «Мир», 1982, т. 2, с. 847.
5. Савич А.И. О зоне 'захвата' упругих волн. – 'Труды Гидропроекта', 1971, вып.21.
6. Табаков А.А., Баранов К.В., Елисеев В.Л., Решетников А.В., Копчиков А.В. О принципах и актуальности совмещения наземных и скважинных наблюдений (3D+ВСП, 2D+ВСП). Гальперинские чтения – 2006 (н/конф. на тему: ВСП и трехмерные системы наблюдения в сейсморазведке). Тезисы докладов, Москва, 2004.