

Аппаратура для наблюдений ПМ ВСП и опыт её применения

Мирзоян Ю.Д., Калашников В.Г., Тухалов В.И., ООО "Ингеосейс-Ингеовектор", г. Краснодар

ООО «Ингеосейс-Ингеовектор», для развития и внедрения векторной сейсморазведки при поисках и разведке месторождений нефти и газа, создало ряд новых высокopersпективных технологий, включающих технические и программные средства, способы обработки и интерпретации векторных наблюдений.

В обществе работают специалисты из НИИМоргеофизики, ВМ НПО «Союзморгео», ОАО «Нефтегеофизприбор» и ОАО «Краснодар-нефтегеофизика», разработчики сейсмоприёмников, скважинных зондов, пневмосточников, авторы развития методических основ векторной сейсморазведки.

В содружестве с Институтом телемеханики и проблем управления РАН (г. Москва) создан аппаратно-программный комплекс регистрации и экспресс-обработки данных поляризационным методом ВСП.

Комплекс предназначен для выполнения колебаний высокочувствительной векторной скважинной сейсморазведки в морских и сухопутных обсаженных и необсаженных скважинах, в различных термобарических условиях, с использованием разных систем наблюдения.

Комплекс состоит из скважинной погружаемой части, наземного регистратора, программного обеспечения.

Скважинная часть комплекса включает в себя от 1 до 6 цифровых приемных модулей, соединенных кабельными перемычками и модулем ретранслятора.

Каждый приемный модуль (Табл. 1) содержит 4 сейсмических канала. 4-й канал с вертикальным Z геофоном обеспечивает контроль идентичности трехкомпонентной установки (конструкции Гальперина Е.И.) с целью поляризационного анализа сейсмических волн. Каждый канал имеет усилитель с программируемым коэффициентом усиления, 24-х разрядный дельта-сигма АЦП. Все каналы синхронизируются по времени.

С помощью датчика контролируется температура в модуле.

Управление всеми АЦП, усилителями, обработкой показаний датчика температуры, управление двигателем прижимного устройства, прием команд и передачу данных осуществляет микроконтроллер. Сигнальный процессор (DSP) позволяет производить необходимую фильтрацию, предобработку сигнала и помехозащищенное кодирование сигнала для передачи по коротажному кабелю.

Буферная память обеспечивает время регистрации до 90 секунд по каждому каналу.

Модуль ретрансляции содержит основной источник питания и трансивер для приема команд и передачи данных по коротажному кабелю. В зависимости от количества погружаемых приемных модулей и электрических характеристик коротажного кабеля, скорость передачи данных может изменяться от 80 до 300 Кбит/сек.

Электронные блоки выполнены поверхностным монтажом, имеют небольшие размеры 150х30х7 мм и могут размещаться в сосудах Дюара, что позволило изготовить приемные модули для работы в скважинах с температурой

на забое до 200 °С.

Регистратор, выполняет сбор данных от приемных модулей (погружаемых и наземных), передачу команд, синхронизацию возбуждений через стандартные ССВ и ГСП и связь по шине USB с компьютером, в качестве которого используется любой PC с ОС Windows xxx. Здесь же расположен источник питания.

Программное обеспечение позволяет визуализировать данные от каждого приемного модуля по каждому каналу, надежно контролировать состояние погружаемой части зонда во время спуско-подъемных работ, оперативно отслеживать регистрируемую информацию и проводить ее экспресс-обработку.

Для возбуждения упругих колебаний разра-

Таблица 1. Технические характеристики приемного модуля

Количество сейсмических каналов	4
Полоса регистрируемых частот, Гц	5-250
Собственный инструментальный шум, мкВ	0,14
Динамический диапазон, дБ	170
Мгновенный динамический диапазон, дБ	117
Рабочая температура, °С	120 (в Дюаре 200)
Диаметр корпуса, мм	60, 73
Длина корпуса, мм	1200
Рабочее давление, МПа	110

ботан импульсный многоцелевой погружной пневматический источник ПИК-3 с высоким акустическим КПД и широкополосным спектром, (Табл. 2) который может также использоваться для сейсморазведки на предельном мелководье и в переходной зоне «суша-море», рис. 1.

Источник рассчитан на работу в заполненных жидкостью скважинах при глубине погружения до 100 м. Источник относится к типу групповых пневматических источников и использует в качестве рабочего тела сжатый воздух при давлении до 15 МПа. Конструкция пневмосточника обеспечивает возможность объединять в одной группе до 5 идентичных излучателей с объемами рабочих камер 1 — 3 дм.

Величина энергии, запасаемой в источнике на одно воздействие, определяется количеством излучателей в группе N и составляет не менее 30 кДж при N = 1 и не менее 150 кДж при N = 5.

Таблица 2. Технические характеристики приемного модуля

Габаритные размеры источника:	
диаметр, мм	125
длина группы (с кронштейном), мм	2500
Масса источника (при N = 5), кг	110
Срабатывание источника обеспечивается подачей на электрический пневмоклапан запускающего импульса с амплитудой напряжения, В	280±20
Разброс моментов срабатывания источника не более, мс	±0,25
Частотный диапазон срабатывания источника с источником, составляет (по уровню 0,5), Гц	20÷250

Источник укомплектован кронштейном, позволяющим осуществлять его погружение в

скважину и подъем на поверхность с помощью бурового станка. Запуск источника осуществляется с помощью пульта управления.

Внешний вид источника ПИК-3 с пультом управления, кронштейном и воздушным компрессором показан на рис. 1.

Пневмоисточник ПИК-3 состоит из 5 рабочих камер (излучателей), соединенных между собой цилиндрическими втулками на резьбе. Первая камера снабжена электропневмоклапаном

При возбуждении сейсмических волн вблизи дневной поверхности на продольном ПВ регистрируются первая продольная, прямая поперечная, отраженные РР- и PS-волны. Хорошее качество первичных материалов вполне позволяет применять поляризационную обработку.

Кроме решения задач ВСП, источник ПИК-3 уже пять лет успешно применяется при сейсморазведочных работах МОВ-ОГТ в условиях предельного мелководья в Приазовских лиманах на Северном борту Западно-Кубанского прогиба.



Рис. 1. Погружной пневматический источник ПИК-3 с пультом управления и кронштейном для погружения в скважину, слева внизу – компрессор

(ЭПК). На верхней крышке первой камеры с помощью 6 болтов крепится кронштейн для погружения источника в скважину и подъема его на поверхность с помощью бурового станка. Рабочие камеры соединены между собой внутренними воздуховодами, поршни соединены друг с другом толкателями, обеспечивающими одновременное открытие и закрытие всех камер.

В зависимости от сейсмогеологических условий района работ источник погружается во взрывную скважину ниже подошвы ЗМС, или же помещается в специально открытую яму глубиной 2-3 м, заполненную водой.

В качестве примера на рис. 2 приведены записи первой Р-волны и спектры колебаний, зарегистрированные при возбуждении на глубине 2 м в водоёме.

В настоящее время коллективом начато широкое производственное внедрение разработанных технических средств и выполнены значительные объемы работ ПМ ВСП в Краснодарском и Ставропольском краях, Сахалинской, Ростовской и Саратовской областях, на Арктическом шельфе и в других регионах страны.

Скважинные сейсмические исследования

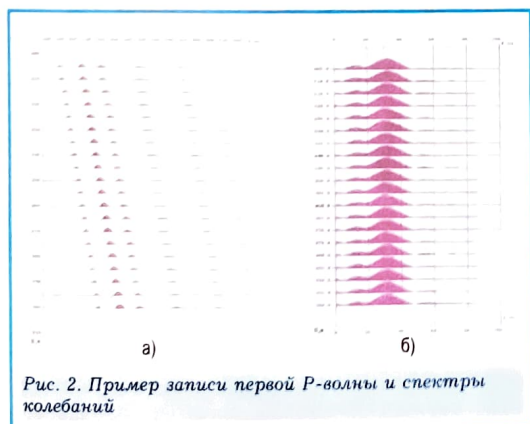


Рис. 2. Пример записи первой Р-волны и спектры колебаний

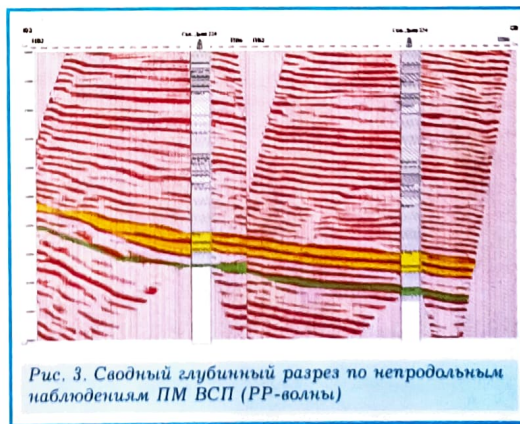


Рис. 3. Сводный глубинный разрез по неперодальным наблюдениям ПМ ВСП (РР-волны)

ВО ВНУТРЕННИХ ТОЧКАХ СРЕДЫ... ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

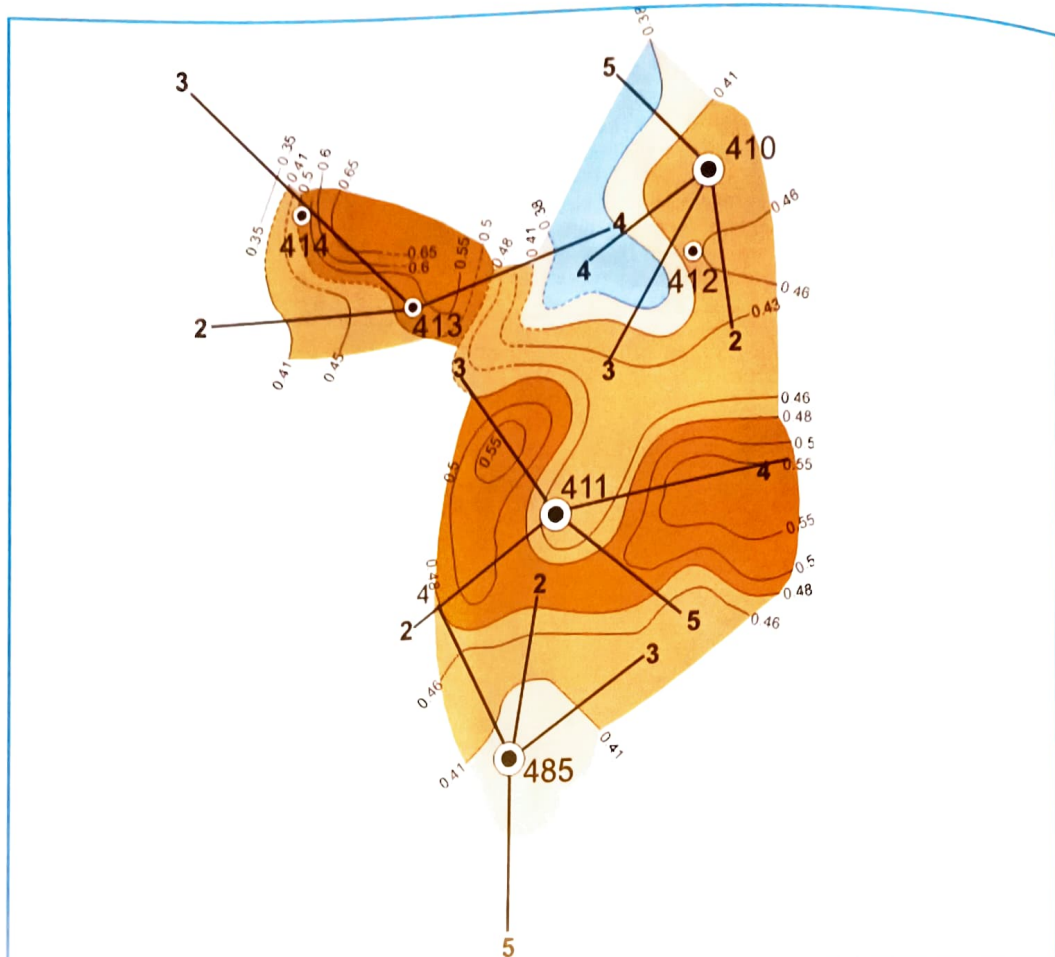


Рис. 5. Информативность параметра γ на исследуемой площади

нами выполняются только поляризационным методом ВСП (ПМ ВСП), который базируется на векторной регистрации волнового поля. Для селекции волн используются все его параметры - скорость, частота и поляризация, что позволяет проследивать все типы сейсмических волн, распространяющихся в пространстве в разных направлениях. В ПМ ВСП одновременно выделяются и используются для совместной интерпретации, возбуждаемые в источнике и образующиеся на границах продольные, обменные и поперечные волны с целью получения наиболее полных сведений о среде (скорости, стратиграфическая привязка, петрофизические и коллекторские свойства, нефтенасыщение и др.). Поэтому ПМ ВСП - общий метод скважинных сейсмических исследований.

За период с 1999 г. по 2006 г. работы ПМ ВСП

проведены в 49 скважинах, из них 8 на шельфе Арктических и Дальневосточных морей.

Наблюдения ПМ ВСП во всех скважинах выполнялись с шагом 10 м, в перспективных интервалах разреза шаг сгущался до 2-5 м.

При возбуждении волн во взрывной скважине ниже ЗМС спектр регистрируемых колебаний занимает широкую полосу частот от 10 Гц до 80-100 Гц, при регистрации на глубинах до 2500 - 3000 м.

На сейсмограммах локальной системы координат Р, R, Т отмечается полная внутренняя сходимость волновых полей. На Р-составляющей уверенно выделяется первая продольная волна, на ортогональных составляющих R и Y наблюдается практически полное ослабление или подавление Р-волны.

На рис. 3 и 4 приведены преобразованные записи продольных и обменных волн и глубинные разрезы PP и PS волн.

Их совместная интерпретация позволяет определить упругие параметры $\gamma = V_s/V_p$, σ - коэффициент Пуассона и др., по которым прогнозируют нефтегазонасыщенность пород.

На ряде площадей выполненные исследования ПМ ВСП позволили в окоскважинном пространстве обнаружить нефтегазонасыщение (м. Дыш, м. Южно-Ключевое, м. Хадыженское), в частности, на месторождении Восточный Узун все четыре скважины, заданные по данным ПМ ВСП в среднем Майкопе с использованием параметра γ оказались нефтенасыщенными. Они нашли подтверждение по данным энтропийно-энтальпийного анализа.

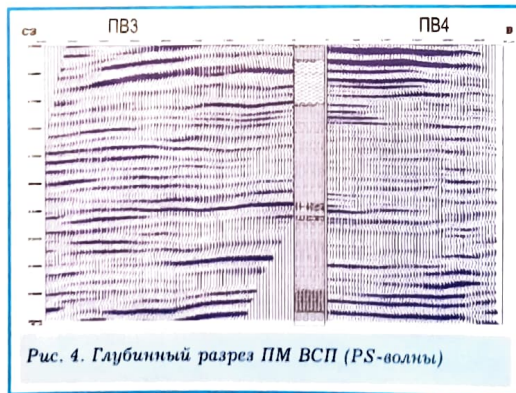


Рис. 4. Глубинный разрез ПМ ВСП (PS-волны)