



Учет поверхностных неоднородностей по материалам, полученным в производственном режиме с использованием вибросейсмических источников

Завьялов В.А., ОАО "Хантымансийскгеофизика", г. Ханты-Мансийск

Как показывают результаты сейсморазведочных исследований, одной из проблем в Среднем Приобье был и остается до настоящего времени учет зоны малых скоростей (ЗМС) и неоднородностей верхней части разреза (ВЧР) по материалам вибросейсмических партий (ВСП). На территории нефтегазоносного Среднего Приобья [3] такими партиями отработано более 25000 км профилей. Часть этих профилей криволинейные с невысокой кратностью, так как отработаны на дорогах по относительно редкой сети профилей с целью снижения стоимости полевых работ. По результатам тематических исследований (Завьялов В.А., Алексеева Р.П. и др., 1989 г., АО "Хантымансийскгеофизика") надежность работ с вибросейсмическим источником оценивалась существенно ниже, чем по взрывным исследованиям. Например, по отражающему горизонту Г (кровля сеномана) точность структурных построений составляла по работам с вибростанцией - 19 м, с взрывным источником - 9 м. В данной работе рассмотрены некоторые возможности компенсации и особенности учета поверхностных неоднородностей с целью повышения надежности структурных построений с использованием материалов производственных работ. Корректный их учет, несомненно, позволит выявить и подготовить новые структурные и неструктурные объекты, а также ликвидировать в ряде случаев ранее выделяемые ложные поднятия.

Следует отметить, что при работах с взрывным источником ЗМС на ряде площадей может учитываться при использовании данных, полученных по взрывным скважинам (t_0 - вертикальное время, h - глубина заложения заряда). Влияние ЗМС учитывается полностью, если они вскрывают ее на полную мощность, учитывается частично, если скважины не на всей площади прошли ЗМС, и не учитывается вовсе, если мощность ЗМС больше чем глубина заложения заряда (последние два примера типичны для сейсмических материалов, полученных в Среднем Приобье). При работах же с невзрывными источниками такие данные, как t_0 и h - отсутствуют, что и создает определенные трудности при обработке и решении этой задачи традиционными способами (использование эффективных скоростей, учет отдельных низкочастотных, локальных аномалий программами автоматической коррекции статики). Следует отметить и тот факт, что в условиях монотонного изменения ЗМС и ВЧР аномалии визуально не выражены ни в поле скоростей, ни в поле времен, если рассматривать каждый профиль отдельно. Поэтому одним из надежных и корректных направлений является выявление и компенсация аномального эффекта на уровне получения временных разрезов по всем профилям и по всей площади. Это относится в первую очередь к условиям, когда в наличии имеется ограниченное количество данных бурения, а сейсмическая информация получена с невысоким соотношением сигнал/помеха по сейсмическим данным ранних работ (полученным 10-20 лет назад). По материалам прошлых лет перспективы таких площадей после первых результатов бурения ранее оценивались, как правило, невысоко. В тоже время, даже учет на

уровне картопостроения (Завьялов В.А., Чихарев А.В. 1989 г. тематические работы ОАО "Хантымансийскгеофизика") позволил получить данные, по которым существенно выросли перспективы площадей; к таким положительным примерам относятся в частности: Сугмутское месторождение, Умсейско-Пямяляхская площадь, Северо-Галыновская, Верхнеязымская группа поднятий и др.

Условно можно выделить два направления решения проблемы учета поверхностных неоднородностей: первое - с полевыми работами; второе - с камеральными исследованиями. Если обратиться к основным печатным трудам, связанным с методическими разработками и приемами работы с ВСП, а также учетом влияния ЗМС [4,7,8], то можно отметить некоторые моменты:

1. Предлагается работать с минимальными выносами, начиная с 200-400 и более метров, чтобы освободиться от поверхностной волны.

2. Для учета влияния ЗМС на основе некоторых первых результатов, полученных более 10-15 лет назад, обосновывается бесперспективность ВСП для изучения ЗМС мощностью более 4-5 м, и тем более для определения и учета низкочастотной составляющей по данным производственных партий в настоящее время.

3. Предлагается для изучения поверхностных неоднородностей использовать отработку в поле сети отдельных зондирований методом преломленных волн (МПВ) с применением взрывных или импульсных источников. Рекомендуется выполнение МСК и отработка (дублирование) профилей по методике микро-ОГТ ("характеризующихся достаточно высокой эффективностью").

Эти полевые методические приемы использовались в начальный период, на сегодня применение данного подхода представляется ошибочным по следующим причинам:

- сегодня мы можем существенно освободиться от влияния поверхностной волны при обработке, а как показали дальнейшие исследования и переработка материалов прошлых лет, не использование при регистрации ближних удалений при невысокой кратности было в ряде случаев фатальным заблуждением;

- подошва зоны малых скоростей (кровля ВЧР) устойчиво определяется по производственным работам, то есть картирование низкочастотной составляющей (на фоне корреляционных шумов) ЗМС не вызывает особых проблем при проведении специальной обработки [2], картирование высокочастотной составляющей обеспечивается при использовании стандартных обрабатываемых пакетов;

- отработка зондирований для изучения ЗМС или ВЧР в полевой сезон при шаге между ними более 300-400 м и использование, полученных дискретных данных для расчета и коррекции статических поправок согласно модельным расчетам, не только не повышает надежность их учета, а вносит дополнительные, в ряде случаев неустраняемые погрешности во временные разрезы. Об искажении геометрии подошвы ЗМС при зондировании свидетельствует также сопоставление с данными, определенными по непрерывной системе производственных наблю-

дений, представленными в работе [2]. Кроме того, при исследованиях ЗМС в зимний сезон появляется интенсивная волна от кровли сезонной мерзлоты, что делает проведение этих исследований в некоторых случаях нецелесообразным, так как определение скорости прямой волны становится невозможным и затрудняется определение скорости подстилающего слоя, о чем умалчивают авторы проектов на такие "специфические исследования";

- отработка части профилей по специальной методике, направленной на изучение ЗМС и ВЧР, удорожает стоимость сейсмических исследований на 16-25%, что снижает общий геолого-экономический эффект от применения сейсморазведки. Этого удорожания хватило бы, например, для отработки 70-90 км производственных профилей ОГТ на площади или нескольких десятков квадратных километров работ 3D.

В камеральных же исследованиях применяется несколько способов по учету поверхностных неоднородностей на этапе получения временных разрезов. Отметим некоторые их особенности.

1. По сейсмическим данным, полученным при производственных исследованиях, в интерактивном или пакетном режиме, с использованием специализированных пакетов обработки полей преломленных или отраженных волн прослеживаются границы геологических несогласий. Определяются параметры толщ, создающих аномальный эффект в сейсмическом поле, рассчитываются поправки, которые используются для получения временного разреза ОГТ. Применяемые на сегодня способы достаточно трудоемки и критичны к качеству исходного сейсмического материала и практически не пригодны, особенно при использовании вибросейсмических данных 2D, а тем более 3D, полученных с невысокой кратностью, что не раз отмечалось в производственных отчетах.

2. Использование скоростей суммирования $V_{огт}$ и их дальнейшее преобразование, то есть пересчет в предельные скорости и далее в средние, а также томографические преобразования, не позволяют решать задачу с необходимой степенью надежности, тем более по криволинейным профилям. Для решения этой проблемы таким путем, нужно иметь весьма и весьма надежные однородные данные, полученные по регулярной сети наблюдений, чтобы избежать чрезмерной фильтрации (сглаживания) сейсмических параметров. Только в этом случае погрешность карт средних скоростей по верхним горизонтам, в конечном итоге, не будет превышать 5-10 м/с. Такой уровень погрешности - одно из оснований использования скоростных данных для учета поверхностных неоднородностей, он обеспечивает точность структурных карт по целевым горизонтам порядка 9-16 м. В противном случае мы будем иметь обычные "палеоразрезы" с наложенным региональным трендом первого или второго порядка. В результате подобного учета поверхностных неоднородностей искажается структурный план, уничтожается и нивелируется часть малоамплитудных поднятий и "выявляются" ложные поднятия. Следует также отметить, что при этом всегда остаются неопределенности: связанные с разнородными материалами, их качеством, краевыми эффектами; обусловленные концами сейсмических профилей, отсутствием сети опорных точек (скважин) и т.д., - то есть все то, с чем постоянно приходится сталкиваться в своей работе инженеру-геофизику при использовании таких способов. Зачастую эта работа превращается в своего рода "творчество", и его результаты у

разных исполнителей отличаются, в ряде случаев, весьма значительно. Соответствие объективным данным бурения, понятно, достигается при этом отнюдь не всегда о чем, в частности, свидетельствуют результаты бурения на Рогожниковской площади Среднего Приобья.

Сегодня обработка и переобработка материалов вибросейсмических партий может выполняться на новом методическом и техническом уровне. Это обусловлено тем, что теоретически обоснована и разработана методика получения временных разрезов по материалам производственных партий с компенсацией аномалий, вызванных поверхностными неоднородностями (Завьялов В.А., Ожогин А.В. 2001 г., Геофизическая экспедиция обработки информации ОАО "Хантымансийскгеофизика"), с использованием как преломленных, так и отраженных волн [2]. Полученные результаты показали ее весьма высокую эффективность и надежность (в первую очередь при работах 3D и, особенно, при обработке данных вибросейсмических партий). Разработанная методика основана на строгих математических расчетах [1,5,6], практически исключает человеческий фактор, конечный результат мало зависит от опыта исполнителя, а полученные данные однозначны от начала до конца профиля. В рамках этой методики полностью учитываются низкочастотные и среднечастотные аномалии независимо от их размеров по всей площади исследований. Причем, полная компенсация выполняется независимо от размеров аномалий и именно компенсация, а не выборочная корректировка (фильтрация). Это является основным отличием методики от тех программных продуктов (PAKS, ISA и др.), которые на одном из своих этапов предусматривают такую фильтрацию, и которые до сих пор разрабатываются и внедряются в производство.

Применение новой методики позволяет приступить к корректному учету аномалий временного поля, вызванных неоднородностью приповерхностной части разреза с целью повышения точности структурных построений. Результаты учета, полученные с невзрывными источниками, дают основание утверждать, что точность исследований становится не только сопоставимой с взрывными источниками, а зачастую даже выше. Это связано с изменением условий проведения буровзрывных работ, особенно, если полевые исследования проводятся в течение нескольких лет, в разное время года и различными организациями. Таким образом, при использовании данной методики применение невзрывных источников, в первую очередь с известной и управляемой формой импульса ("Вибросейс"), становится в ряде случаев более предпочтительным, чем применение взрывов.

Рассмотрим полученные результаты на

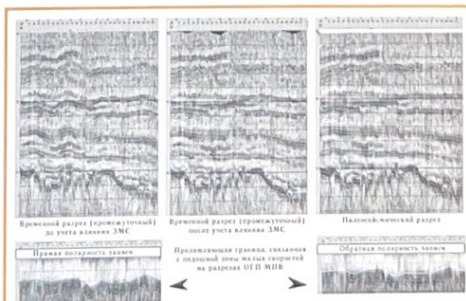


Рис. 1. Временные разрезы.



ТЕПЛЕМЕТРИЯ СЕГОДНЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ



примере площадных исследований 2D, проведенных с использованием вибросейсмического метода в Среднем Приобье. Материалы обработаны в Геофизической экспедиции обработки информации филиала ОАО "Хантымансийскгеофизика". На рис. 1 приведены временные разрезы, в частности разрез без учета влияния ЗМС. В результате дополнительной специализированной обработки данных производственных исследований с использованием метода ОГП МПВ прослежена граница ЗМС. Влияние ЗМС, как мы видим из представленного рисунка, достаточно велико и изменяется от точки к точке, что характерно для невязывного источника. Средние скорости необходимые для вычисления временных поправок определены также по производственным исследованиям ОГТ оригинальным способом. Сопоставление временного разреза до и после учета неоднородностей свидетельствует о существенных изменениях (рис. 1). Полученные разрезы согласуются с палеоразрезом более тесно, чем исходный временной разрез, что является одним из

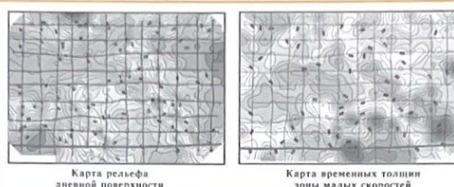


Рис. 2. Сопоставление карты рельефа и карты временных толщин зоны малых скоростей.

критериев корректности выполненной обработки: после учета зоны малых скоростей исчезли инверсионные ямы, не соответствующие поднятия по поверхности доюрского комплекса; в целом, прослеживается унаследованность поднятий на данной площади и отсутствие локальных инверсионных движений. Как выглядит карта временной мощности ЗМС и сопоставление ее с рельефом показано на рис. 2. В данном случае отмечается положительная связь между рельефом дневной поверхности и временной мощностью ЗМС. При сопоставлении карты изохрон по горизонту М (рис. 3) можно отметить, что после учета она стала более простой и что особенно важно, исчезли ложные локальные объекты, ранее выделяемые. В результате уточнилось положение, контуры и гипсометрия новых малоамплитудных малоразмерных поднятий, то есть карта стала отвечать структурному плану, и с применением способа (статистического) годографа она может быть приведена к глубинам. Использование для этой цели скоростей, определенных по данным сейсмокаротажа, выполненного на соседних площадях, вряд ли целесообразно, так как они снизят точность работ и принесут погрешность в структурные построения. В заключение приведем результаты поэтапного учета и ВЧР и ЗМС, полученные в Широком Приобье после переобработки материалов прошлых лет (рис. 4). Они убедительно свидетельствуют о надежности

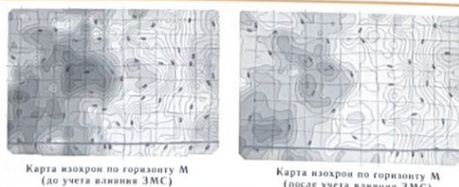


Рис. 3. Сопоставление карт изохрон по горизонту М.

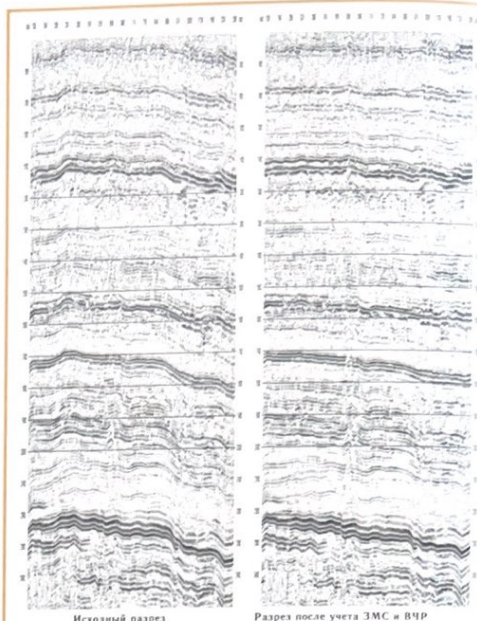


Рис. 4. Учет влияния ЗМС и ВЧР по работам вибросейсмической партии. (Приобская зона, 1990 г.)

данного подхода.

Таким образом, и по материалам прошлых лет и по современным материалам методика дает убедительные преимущества и позволяет отказаться от использования неустойчивых скоростей МОГТ и связанных с ними проблем при решении задачи учета поверхностных неоднородностей. После учета поверхностных неоднородностей изохронный и, соответственно структурный план существенно изменяется, а полученные результаты с использованием данных динамического анализа дают более надежное направление исследований.

Становится очевидным, что материалы прошлых лет, и в первую очередь материалы ВСП, следует целенаправленно и в кратчайшие сроки переобработать, в особенности на местах заложения новых поисковых и разведочных скважин, а также на площадях нераспределенного фонда лицензионных участков. Это, несомненно, позволит поднять эффективность прогноза и успешность геологических исследований уже на самом начальном этапе.

Литература

1. Гамбурцев Г.А., Ризниченко Ю. В., Берзон И.С., Епинатова А.М. и др. Корреляционный метод преломленных волн: М., Изд-во АН СССР, 1952.
2. Завьялов В.А., Бобрышев А.Н., Киселев В.А., Паздникова М.А., Ожогин А.В. Учет влияния зоны малых скоростей и неоднородностей верхней части разреза по работам МОВ ОГТ, Спецвыпуск, "Технологии сейсморазведки-II", с. 200-202.
3. Конторович А. Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К., Геология нефти и газа Западной Сибири: М., Недра, 1982.
4. Кострыгин Ю. П. Сейсморазведка на сложных сигналах: Тверь, Изд. ГЕРС, 2002.
5. Старобинец А.Е., Старобинец М.Е. Цифровая обработка и интерпретация данных метода преломленных волн: М., Недра, 1983.
6. Шериф Р., Гелдарт Л., Сейсморазведка. М., Мир, 1987.
7. Шнейерсон М. Б. Наземная невязывная сейсморазведка: М., Недра, 1988.
8. Шнейерсон М. Б. Теория и практика наземной невязывной сейсморазведки М., Недра, 1998.