

Детализация строения продуктивных интервалов разреза на основе 3-х компонентного ВСП и многоволновой сейсморазведки

Мосякин А.Ю., Старикович В.Н., Шкирман Н.П., ОАО «Краснодарнефтегеофизика», г. Краснодар

В последние годы в отечественной и зарубежной практике накоплен определенный опыт проведения многоволновых (двуволновых) сейсморазведочных работ.

Результаты, получаемые при детализационных исследованиях как ВСП, так и МВС, успешно используются при поисках и изучении нефтегазовых залежей, а также при проектировании и сопровождении бурения поисковых скважин.

Некоторые аспекты и результаты использования многоволновой сейсморазведки для изучения и детализации строения продуктивных интервалов нефтегазовых месторождений, полученные в ОАО «Краснодарнефтегеофизика», рассмотрены в настоящей статье.

Среди работ, выполненных в ОАО «Краснодарнефтегеофизика», наиболее интересные материалы по результатам многоволновых наблюдений были получены на одном из многопластовых нефтегазовых месторождений в юго-западной части Краснодарского края. Изучение данного месторождения проводилось при одновременном выполнении многокомпонентных исследований ВСП (в модификации ПМ ВСП) и многокомпонентных наблюдений на наземном профиле.

Рассматриваемое нефтегазовое месторождение приурочено к ловушке сводового типа и представляет собою довольно крупную, пологую брахиантиклиналь размерами 21,0 x 2,3 км. Промышленная нефтегазоносность этого месторождения связана с отложениями киммерия - понта (газовые залежи продуктивных горизонтов I- III) и меотиса (нефтяные залежи в продуктивных горизонтах IV-VII).

Большинство залежей этого месторождения являются пластово-сводовыми, часть из них - литологически-экранированными.

При этом продуктивные горизонты I- III залегают в интервале глубин 800-1240 м, сам интервал представляет собою чередование песков, песчаников и алевролитов с тонкими прослоями глин. Общие мощности горизонтов варьируют от 3,0 до 43,0 м, а пористости - от 16 до 33%.

Горизонт IV, приуроченный к мощной пачке песчаников, является основным продуктивным горизонтом. Мощность этого горизонта изменяется от 53,0 до 122,0 м; пористость составляет 20-25%; глубина залегания - 1350-1550 м. Особенностью нефтяной залежи этого горизонта является наличие газовой шапки мощностью ~100 м, при этом газовая часть залежи по высоте значительно превосходит нефтяную.

Ниже горизонта IV залегают песчаные горизонты V и VI небольшой мощности, с которыми также связаны нефтяные залежи.

Скважинные наблюдения на основе поляризационной методики ВСП были проведены в 3-х скважинах, глубины забоя которых изменялись от 1550 до 1800 м. При этом, основной задачей проводимых исследований являлось изучение влияния нефтегазовых залежей на различные характеристики сейсмических волн. Все исследования были выполнены из 7 разноудаленных от скважин пунктов взрыва,

диапазон удалении составил от 100 до 2100 м.

Материалы выполненных наблюдений ПМ ВСП позволили получить различные характеристики изучаемого разреза по совокупности кинематических и динамических параметров продольных и поперечных волн: скоростей V_p , V_s , параметров гамма и значений коэффициента Пуассона, коэффициентов поглощения и отражения, параметров поляризации и др.

В результате было установлено, что для данной площади интервал нефтегазонасыщения однозначно определяется уменьшением скоростей продольных волн (V_p) на 20%, аномальным увеличением параметра гамма (γ) до 0,58-0,65; понижением значений коэффициента Пуассона до 0,1; более, чем в 5 раз увеличенным коэффициентом эффективного затухания; сужением ширины спектра и т.д.

Большое внимание было уделено выявлению связей поляризационных характеристик волн различного типа с изменением литологических и структурных характеристик разреза. Анализ изменения поляризационных характеристик позволяет сделать вывод о том, что они тесным образом связаны с особенностями строения среды и могут быть хорошим индикатором ее неоднородностей.

Как уже отмечалось выше, одновременно с наблюдениями в скважинах, в пределах рассматриваемого месторождения был также отработан наземный профиль МОГТ-2D с использованием расстановок 4-х компонентных приемников типа А, В, С, Z (сейсмоприемники Гальперина).

Характер отображения изучаемого разреза в полях продольных и обменных волн приведен на рис 1.

Обработка материалов МВС и ВСП выполнялась на основе пакета программ, предусматривающего реализацию полного графа обработки и интерпретации 3-х компонентных данных ВСП и многоволновой сейсморазведки 2D. Данный пакет программ является самостоятельной разработкой ОАО «Краснодарнефтегеофизика» (автор Старикович В.Н.) и включает различные процедуры поляризационной обработки данных ВСП, предназначенные для выделения и анализа волн с разным типом поляризации. Указанные программы позволяют выполнять оценку азимута поляризации и расчет уточненных параметров разреза с учетом направления колебания частиц в точках среды. Обработка материалов МВС в профильном варианте предусматривает получение временных разрезов по продольным и обменным волнам с расчетом кинематических поправок по скоростям Р-волн (на падающем луче) и S-волн (на восходящем луче). Необходимая для расчета поправок двуволновая скоростная информация определяется путем перебора скоростей на падающем (Р-волна) и восходящем звене луча (S-волна).

В дальнейшем планируется аналогичным образом модифицировать программы ДМО-преобразования и миграции временных разрезов.

В остальном, технология обработки данных

МВС: НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

МВС аналогична стандартной обработке, применяемой при обработке полевой информации, получаемой при наблюдениях ВСП и ОГТ.

В процессе обработки временные расхождения между положением на разрезах продольных и обменных волн одних и тех же литостратиграфических комплексов компенсируются специальной программой временного масштабирования разрезов на основе полученных переборов продольных и поперечных скоростей (рис. 2).

Важным этапом является определение средних (предварительных) и интервальных (уточненных) параметров гамма для целевых интервалов разреза. В поле параметра гамма, полученном на основе совместной интерпретации разрезов продольных и обменных волн, четко проявляется интегральный эффект от газовых и нефтяных залежей, приуроченных к песчаным коллекторам понта (I-III горизонты) и меотиса (IV-VI горизонты), (рис. 3).

Дополнительной возможностью использования многоволновых наблюдений с целью обнаружения, локализации и детализации внутреннего строения залежей УВ служат разрезы различных атрибутов волнового поля, которые были рассчитаны как для продольных, так и для обменных волн.

В общем виде, вероятностно-статистический подход, основанный на атрибутом анализе, использует статистические связи петрофизических характеристик геологического разреза с динамическими параметрами волнового поля. При этом, полученный в точке скважины набор атрибутов волнового поля, так или иначе связанный с изучаемой залежью УВ и ее петрофизическими характеристиками, распространяется затем на весь профиль, т.е. по латерали, либо по площади.

Расчет параметрических разрезов осуществляется в скользящих окнах, размеры которых определялись поставленной задачей и типом параметра.

Наиболее информативными представляются два разреза энергетических параметров (в виде разрезов дисперсии амплитуд в большом и малом окне), а также два разреза мгновенных параметров - мгновенных амплитуд и фаз.

При этом **разрезы мгновенных амплитуд и дисперсии амплитуд в большом окне** (50 и более мс) дают интегральную оценку энергии в скользящем окне и позволяют выделить наиболее «яркие» объекты (залежи) и связанные с ними наиболее контрастные аномалии амплитуд (рис. 4).

Разрезы мгновенных фаз и дисперсии амплитуд в малом окне (менее 50 мс) позволяют более наглядно представить структурные особенности изучаемого разреза и выделить области, характеризующиеся повышенной неоднородностью (рис. 5). Эти области могут быть связаны с одной стороны с внутренней структурой пласта (трещиноватые коллекторы, тонкослоистые пачки), с другой – с флюидонасыщением.

Газовые залежи киммерия и понта отображаются в поле мгновенных амплитуд РР-волн четкими аномалиями повышенных значений. Амплитудная аномалия, связанная с залежью в меотисе, частично экранируется вышележащей залежью в отложениях понта.

В поле PS-волн все три продуктивных интервала отображаются областями пони-

жения амплитуд, что фиксируется в виде «темных пятен» (рис. 6).

Важно отметить, что некоторые амплитудные аномалии, например, в области вышележащего поднятия, фиксируются как в поле продольных, так и в поле обменных волн (рис. 4). Последнее обстоятельство позволяет рассматривать их как участки латерального изменения петрофизических характеристик.

Тонкослоистая модель строения верхней части разреза (понт-киммерий) одинаково хорошо прослеживается в поле мгновенных фаз как для РР, так и для PS- волн. Однако

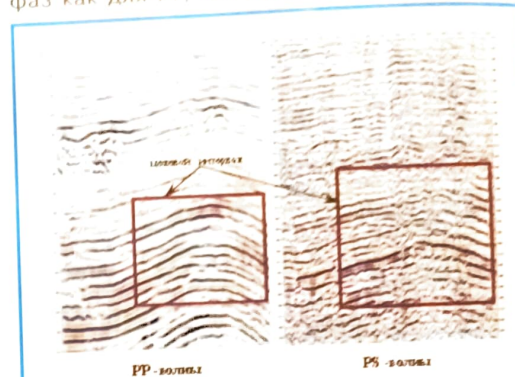


Рис. 1. Характер отображения целевого интервала разреза в полях продольных (А) и обменных волн (Б).

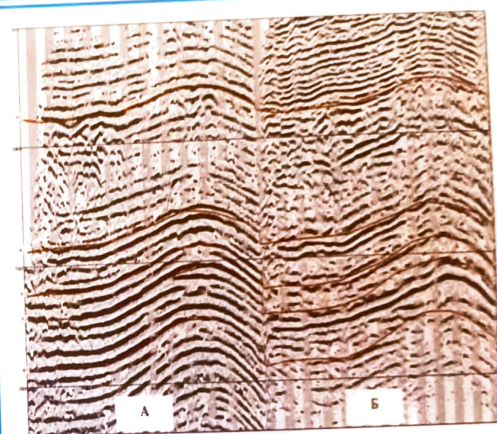


Рис. 2. Приведение временных разрезов продольных (А) и обменных (Б) волн к единому временному масштабу.

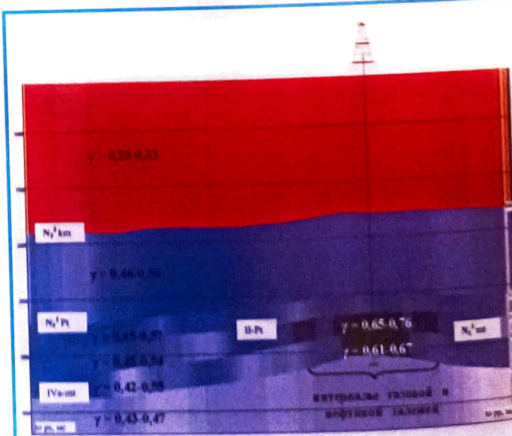


Рис. 3. Локализация нефтяных и газовых залежей в поле параметра гамма.

только на разрезе РЗ-волн отчетливо видно, что строение северного, более крутого, крыла складки представляется более сложным (осложненное локальными нарушениями), чем южного (рис. 6).

На разрезах дисперсий амплитуд четко локализуется область газовых залежей в киммерии и понте. При этом, рисунок записи позволяет предположить, что обе залежи связаны с палеорезами, которые и контролируют толщину и плановое положение указанных газовых залежей. На этих же разрезах в интервале мейотиса можно проследить ряд горизонтальных фрагментов отражающих элементов, по-видимому, сформированных границами водонефтяного и газожидкостного контактов (рис. 6, fo – 1600–1650 мс).

Представленные материалы показывают, что на этапе детализации строения залежей, установленным бурением, наиболее рациональным представляется совместное проведение 3-х компонентных скважинных (ПМ ВСП) и наземных профильных наблюдений МВС (вариант сейсморазведки ЗС).

При этом, наличие скважинной информации позволяет выполнить достоверную привязку изучаемого объекта по глубине и получить количественную оценку изменения кинематических и динамических параметров в области залежи и вне её. Использование материалов наземной МВС, в свою очередь, позволяет локализовать положение залежи УВ в разрезе (например, в поле параметра гамма) и уточнить границы её распространения как в плане, так и по латерали.

Комплексный анализ параметрических разрезов РР-и PS-волн позволяет получать дополнительную информацию о внутреннем строении изучаемого разреза и его УВ-насыщении. Получаемый при этом набор параметров может быть успешно использован как для прогноза УВ-нефтенасыщения отложений, так и для отбраковки ложных анома-

лий, связанных с областями фациального замещения пород либо ухудшения их коллекторских свойств.

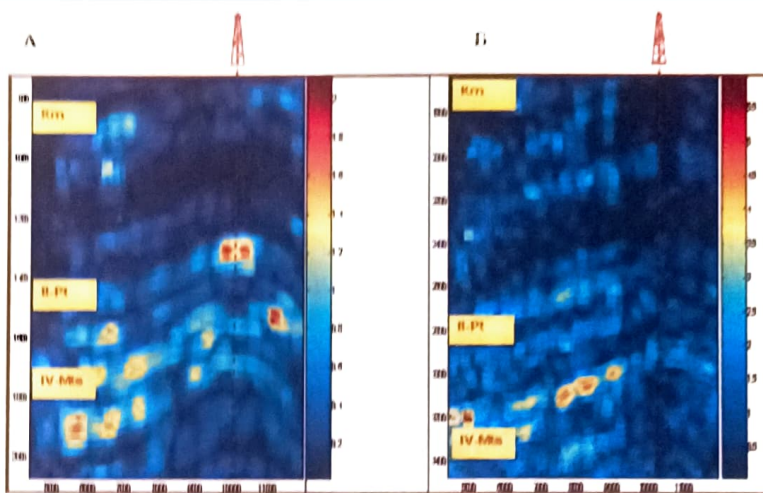


Рис. 4. Отображение нефтегазовых залежей в полях атрибутов продольных (А) и обменных (Б) волн. Разрезы мгновенных амплитуд

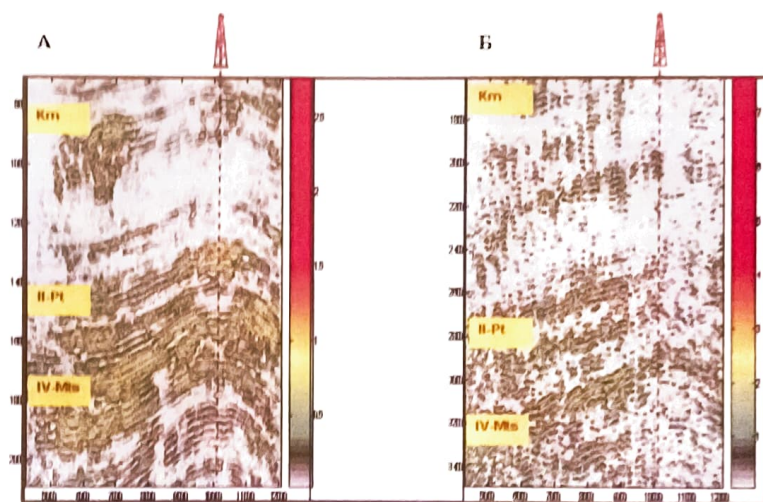


Рис. 5. Отображение нефтегазовых залежей в полях атрибутов продольных (А) и обменных (Б) волн. Разрезы дисперсий амплитуд в малом окне

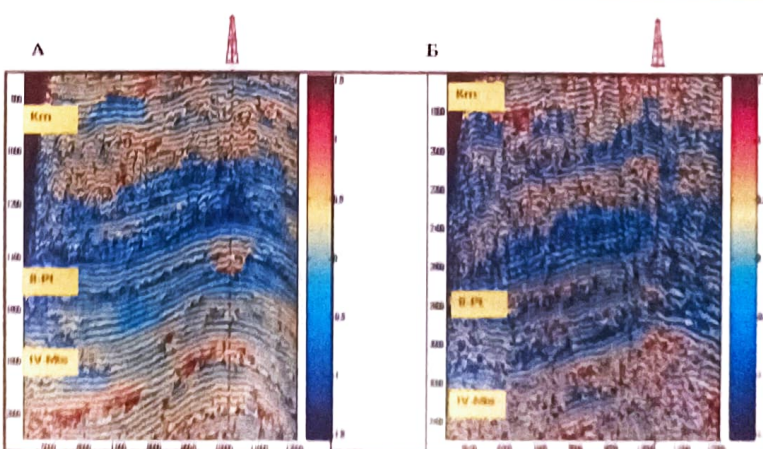


Рис. 6. Отображение нефтегазовых залежей в полях атрибутов продольных (А) и обменных (Б) волн. Разрезы мгновенных фаз

МВС: НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ