

Изучение геологических разрезов в морских скважинах с использованием ГИС, ПМ ВСП, МОВ ОГТ (на примере скважины № 3 Медыньское-море-1)

Ю.Д. Мирзоян

д.т.н., зам. генерального директора¹

В.Я. Ойфа

к.т.н., начальник газонакопительной станции¹

¹ОАО НПО «Нефтегеофизприбор», Краснодар, Россия

В работе описывается система наблюдений, методика и техника полевых работ поляризационным методом ВСП, результаты обработки материалов, возможности изучения геологического разреза в окрестностях скважины с использованием выделенных продольных, обменных и поперечных волн и полученных характеристик среды — гамма γ , коэф. Пуассона σ , а также аномалий сейсмоакустической энтапии и энтропии, связанных с нефтегазонасыщением в отложениях овишпарнского горизонта девона и глубже.

Материалы и методы
Сейсмозаписи ВСП, волновые поля продольных, обменных, поперечных волн, упругие характеристики.

Ключевые слова

поляризация, скорости, трехкомпонентная запись, временные разрезы PP и PS волн, упругие характеристики

Значительные перспективы открытия нефтяных месторождений на континентальном шельфе РФ вызвали необходимость увеличения объемов сейсморазведочных работ на море.

В общем комплексе геолого-геофизических работ на море, исследования ПМ ВСП занимают особое место и интерес к ним с каждым годом усиливается.

Системы наблюдений ВСП, применяемые на море, так же как и на суше, отличаются по взаимному расположению точек регистрации и возбуждения. Наиболее широкое развитие на море получили продольные и непродольные наблюдения, ВСП увязанные с многоуровневыми профилями, полученными по Способу обращенного годографа (СОГ), морскими наблюдениями МОВ ОГТ.

Технология ПМ ВСП на море

Условия возбуждения при работах ВСП в морских скважинах существенно влияют на качество сейсмических материалов, что связано, прежде всего, с наличием толщи морской воды, физические свойства которой определяют характер возбуждения и регистрации сейсмических волн.

Сравнительная однородность водного слоя, отсутствие в нем резких акустических границ весьма благоприятны для возбуждения упругих колебаний. Однако наличие свободной границы вода–воздух и менее жесткой границы вода–дно моря оказывает значительное влияние на формирование волнового поля. Эти границы обуславливают образование волн-помех большой

интенсивности — реверберационной последовательности отражений, донно-кратных и многократно отраженных волн.

Неоптимальный выбор источника и глубины его погружения может привести к ухудшению прослеживаемости на записях ВСП отраженных волн, связанных с глубокими границами [2].

В качестве примера представлены материалы по скважине № 3 Медынь-море.

Обработка полевых материалов проводилась с использованием различных составляющих вектора смещения в локальной и пространственной системах координат [1], их анализ позволил выделить и проследить в волновом поле все основные типы сейсмических волн (P, PP, PS \uparrow , PS \downarrow и др.).

Анализ волнового поля

Прямая P-волна, дающая начало всему волновому процессу, прослежена непрерывно вдоль всего вертикального профиля от забоя скважины (3410 м) до дневной поверхности наиболее оптимально на P и Z компонентах и представлена двухфазным колебанием сравнительно высокой интенсивности (рис. 1). Спектр колебаний лежит в диапазоне частот 10–60 Гц, форма годографа первых вступлений относительно простая.

Продольные отраженные PP-волны связаны практически со всей исследуемой толщей, в том числе и с границами, залегающими глубже забоя вскрытого геологического разреза.

Глубины образования отраженных PP-волн совпадают с

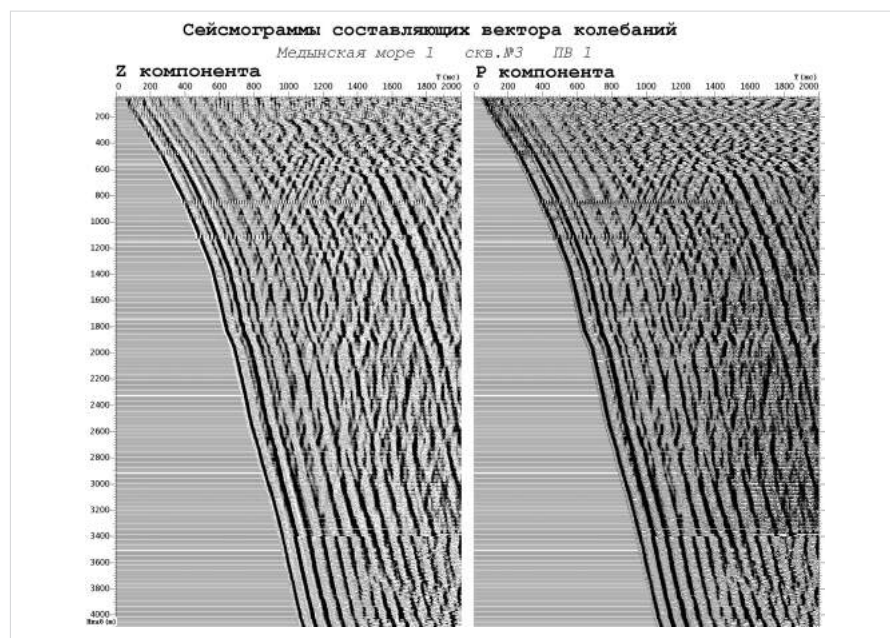


Рис. 1 — Сейсмограммы P и Z составляющих ПВ-1, скв. №3 Медыньское-море-1

литолого-стратиграфическими границами. Кажущиеся скорости продольных отражений составляют 3200–3500 м/с, области их оптимальной регистрации расположены в конусе между компонентами 17, 18, 19, 22 в окрестности Z-составляющей.

Обменные PS-волны поляризованы, в основном, в горизонтальной плоскости. Границы обмена, как отраженных, так и проходящих волн совпадают с границами образования PP-волн, особенно в верхней части разреза. PS-волны по интенсивности уступают PP-волнам. Они оптимально выделяются на горизонтальных или близких к горизонтальным компонентах.

Поляризация волн и оценка ее информативности в исследуемом разрезе

Поляризация сейсмических волн является одним из наиболее тонких сейсмических параметров, в котором рельефно проявляются акустические неоднородности среды, ее структурные особенности, а также анизотропия физических свойств разреза.

Для анализа поляризации колебаний, прежде всего, в P-волне привлекались углы с вертикалью большой оси эллипса во временной и частотной области, траектории движения частиц в горизонтальных и вертикальных плоскостях, полярные сейсмограммы в отдельных интервалах разреза.

На рис. 2 представлены графики изменения угла между направлением смещения и вертикалью (φ) во временной области. На построенных графиках φ (H) отмечены существенные изменения углов φ подхода волн. В верхней, наиболее неоднородной части разреза, отмечены значительные скачки углов φ , обусловленные особенностями среды. Верхняя часть разреза (100–1200 м) дифференцирована по физическим свойствам, что находит свое отражение по параметрам поляризации, причем на высоких частотах аномальные участки φ (H) выражены более рельефно, чем в среднечастотной полосе.

Нефтенасыщенные интервалы разреза в скважине № 3 по разному проявляются в параметрах поляризации — угла φ из разных ПВ. В частности, ПВ 4 расположен вдоль сводовой ненарушенной части структуры Медынь-море 1, а ПВ 2 и 3 в осложненной зоне.

Эти графики были сопоставлены с кривой АК и ГКК и литологической колонкой. Установлено, что целевые нефтенасыщенные горизонты (объекты) в нижнем карбоне глубины (1406–1437 м) и (1532–1563 м), выделенные по данным ГИС на графиках φ (H) характеризуются уменьшением углов φ . Для этой части разреза (глубины 1369–2031 м), представленных плотными известняками, глинами с прослоями алевролитов и доломитов, характер кривых φ (H) отличается большой изрезанностью.

Глубже в отложениях девона (2031–2470 м) вдоль вертикального профиля происходят небольшие изменения, хотя отдельные значения достигают 30–35°. Они приурочены к пропласткам песчаников, известняков, аргиллитов, доломитов, но, в целом, изменения в значениях φ не превышают 15–20°. Характер кривых φ (H) для ПВ-2 отличен. Здесь значительным уменьшением значений φ выделяется ангидрито-доломитовая толща в низах девона.

Анализ графиков φ (H) для непродольных

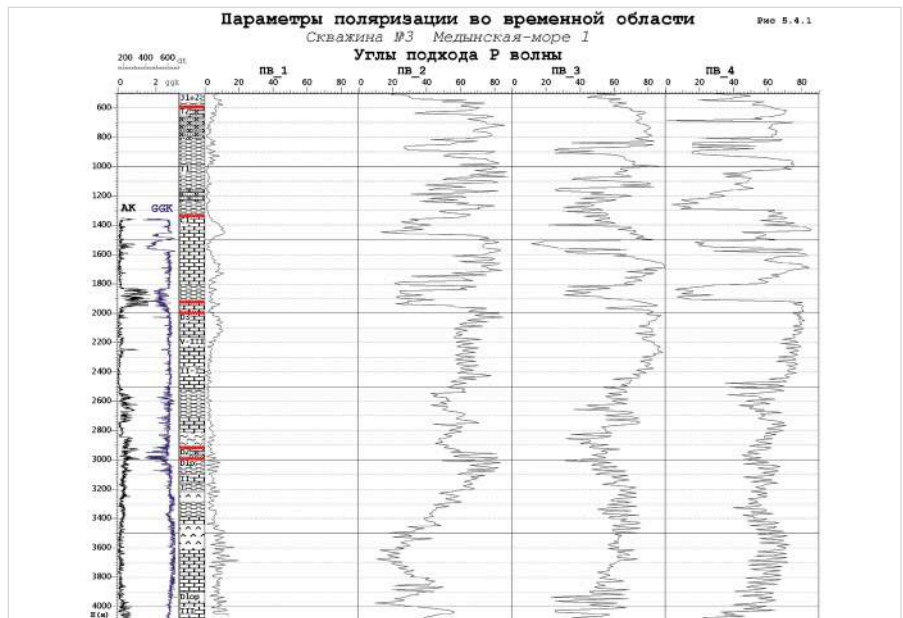


Рис. 2 — Графики φ (H) во временной области ПВ-1, скв. №3 Медынь-море-1

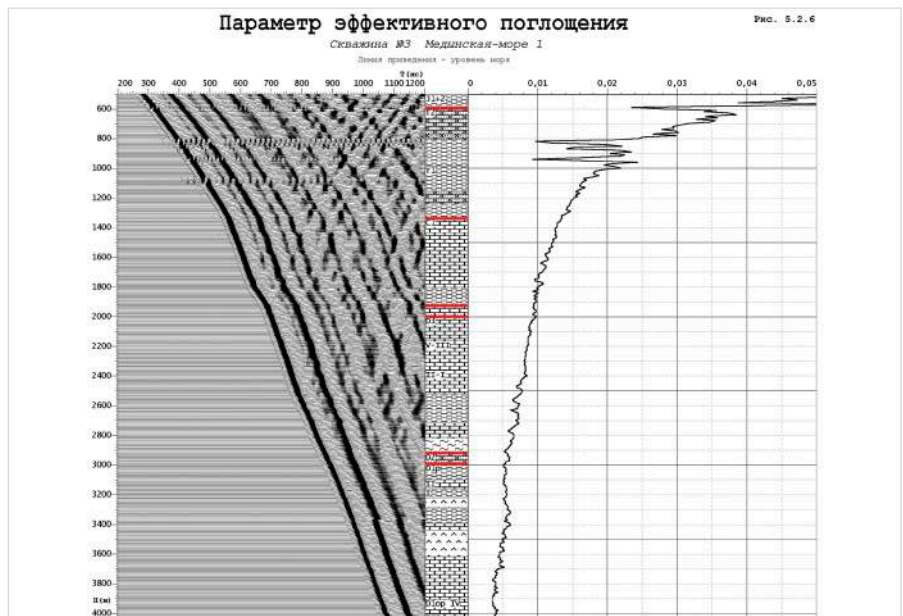


Рис. 3 — График изменения коэффициента поглощения $a_p(H)$ эф с глубиной ПВ-1, скв. №3 Медынь-море-1

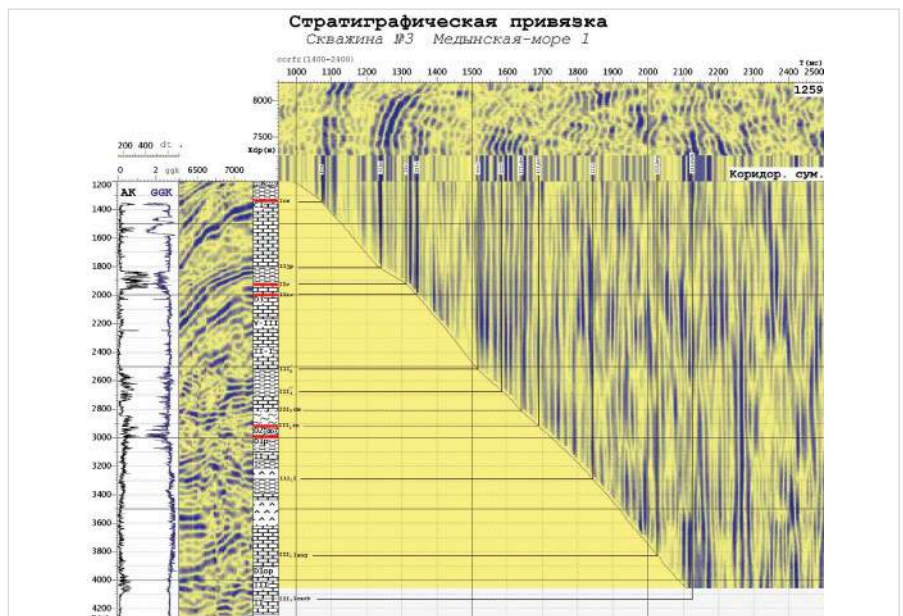


Рис. 4 — Стратиграфическая привязка, скв. №3 Медынь-море-1

вертикальных профилей показывает, что направления смещений зависят не только от взаимного расположения источника и приемника, но и для градиентных сред — от коэффициента возрастания скорости с глубиной.

Для слоистых сред, где наблюдаются скачки скоростей, графики $\varphi(H)$ претерпевают разрывы (рис. 2).

Участки вертикального профиля, приуроченные к наиболее резким скоростным границам (1370 м и 1950 м), отмечены значительными изменениями угла φ , увеличением их значений для ПВ-2 до 65° и уменьшением φ до $15\text{--}25^\circ$ для ПВ3 и ПВ4.

Закономерности изменения углов φ подтверждаются тем фактом, что графики $\varphi(H)$ коррелируются практически между собой. Глубины всех изломов на графиках $\varphi(H)$ для ПВ, находящихся примерно в одинаковых условиях, совпадают или близки.

Рассмотренные данные иллюстрируют принципиальные возможности расчленения

разреза по параметрам поляризации в Р-волне. Для отражённых PP и PS волн можно отметить отклонение направлений движения частиц среды от плоскости профиля. Имеющиеся теоретические представления позволяют связывать эти эффекты с двумя факторами [5]:

1-й — со структурным, ввиду несовпадения линии профиля с направлением падения границ;

2-й — с влиянием анизотропии физических свойств разреза на поляризацию.

Для анализа использованы наборы из 23 фиксированных компонент PRT локальной системы координат, характеризующих сложность регистрируемого волнового поля, присутствие на записях значительного количества колебаний поперечного типа (обменных отражённых и проходящих). Применением ППК удаётся выделить продольные отражённые PP и обменные PS волны из всех ПВ за исключением ПВ-3, где область прослеживания PS-волн не превышает 200

м. Из ПВ-2 и ПВ-4 отраженные PS \uparrow волны выделяются на двух-трёх компонентах. Наилучшее прослеживание продольных волн реализуется на составляющих, ориентированных в азимутах от 0° до 60° , что характеризует пространственный подход регистрируемых отражений. При пологом залегании отражающих границ, в частности, в терригенной толще вплоть до пермо-карбонских отложений, продольные волны поляризованы близко к вертикали. Для глубинных волн, соответствующих границам в толще карбона и девона азимутальные отклонения существенно выше, чем для PS \uparrow и достигают значений $80\text{--}90^\circ$, что вероятно обусловлено особенностями строения исследуемого карбонатного разреза, возможно анизотропными свойствами среды.

Поглощающие свойства среды

Результаты изучения поглощающих свойств разреза представлены графиками изменения амплитудно-частотных спектров Р-волны с глубиной, пластовых коэффициентов эффективного поглощения $\alpha(H)\text{эф}$.

Основная энергия Р-волны сосредоточена в полосе частот $10\text{--}50$ Гц. По данным коэффициента $\alpha(H)\text{эф}$ (рис. 3) разрез расчленяется по поглощающим свойствам. Первый интервал (глубины $500\text{--}1369$ м), сложенный чередованием слабых песчаников, алевролитов с переслаиванием глин, характеризуется значительной микронеоднородностью по сравнению с нижележащими отложениями. Параметр $\alpha(H)\text{эф}$ отличается максимальными значениями, равными $(20,5 \times 10^{-3} \text{ 1/м})$. Второй интервал (глубины $1369\text{--}2552$ м) включает породы пермо-карбона и фаменского горизонта верхнего девона, представленных известняками, плотными глинами, прослоями аргиллитов, доломитами. Величины $\alpha(H)\text{эф}$ в этом интервале принимают значения $5,7 \times 10^{-3} \text{ 1/м}$. Третий интервал (глубины $2950\text{--}3400$ м) составляет породы среднего и нижнего девона (франский и пражский ярусы), сложенные чередованием плотных глин, аргиллитов, песчаников, мергелей и известняков. Здесь значения $\alpha(H)\text{эф}$ являются минимальными $(1,2,5 \times 10^{-3} \text{ 1/м})$. Четвертый интервал (глубины $3400\text{--}4100$ м), представленный породами нижнего девона, характеризуется величиной $\alpha(\text{эф}) = 4 \times 10^{-3} \text{ 1/м}$.

Можно отметить, что изменение эффективного коэффициента поглощения в общих чертах увязывается с особенностями исследуемого разреза и указывает на возможность использования этого параметра совместно с другими в разведочных целях.

Стратиграфическая привязка волн

Стратиграфическая привязка продольных волн и определение скоростной модели для исследуемого объекта осуществляется по наблюдениям ПМ ВСП из ближнего ПВ.

Достаточно уверенное совпадение кинематической и динамической привязки до глубин 3000 метров позволяет выполненную стратификацию горизонтов считать вполне удовлетворенными (рис. 4). Для стратификации волн, отраженных от геологических границ, вскрытых скважиной в интервале глубин $3400\text{--}4270$ м, следует пользоваться кинематической привязкой соответствующих отражений на вертикальном и горизонтальном

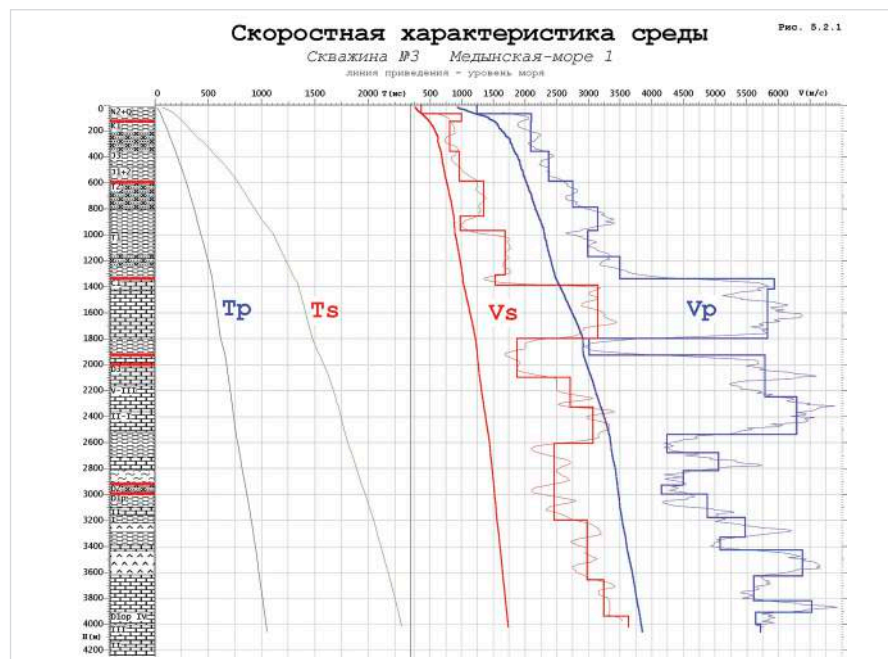


Рис. 5 — Скоростная характеристика среды ПВ-1 скв. №3 Медынская-море-1

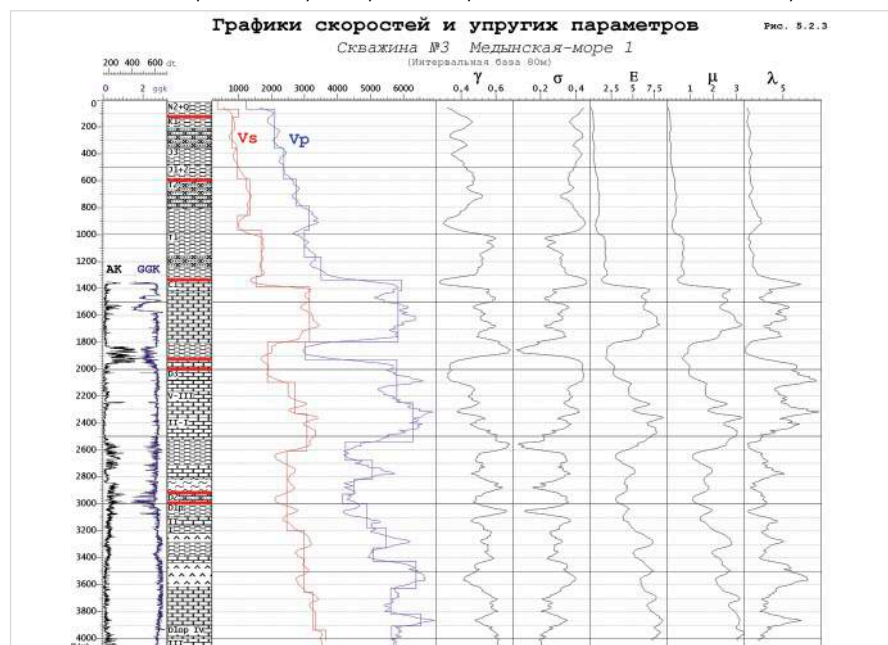


Рис. 6 — Уруго-деформационные модули среды ПВ-1 скв. №3 Медынская-море-1

профилях. Для более глубоких отложений, ниже девона (4270 м и глубже) характерно резкое осложнение сейсмической записи, отсутствие на временном разрезе в районе скважины № 3 Медынская-море-1 устойчивых отражений на профиле ОГТ, так как скважина оказалась в области разрывных нарушений, а складка образована боковым сжатием. В тоже время на вертикальном профиле выделяется еще ряд динамически выраженных продольных отраженных волн. В более глубокой, нижней части разреза, как на вертикальном, так и горизонтальном профиле МОВ ОГТ наблюдаются коротко протяженные отражающие элементы, радиус корреляции которых не превышает 200–300 м.

Скоростные и упруго-деформационные модули среды

Возможность одновременного определения скорости P и S волн является одной из важнейших особенностей поляризационного метода. Полученные данные свидетельствуют о том, что изменения скоростей продольных и поперечных волн находятся в тесной связи с литологией пород (рис.5). Скорости распространения сейсмических волн закономерно увеличиваются с глубиной. Верхняя часть разреза, сложенная осадками разновозрастных пород (глубины от дна моря до 1370 м) и охватывающая нижнемеловые отложения вплоть до триасовых — характеризуется пластовыми скоростями продольных волн (V_p) от 2150 м/с до 3500 м/с. На границе нерасчлененных пермь-среднекарбоневских известняков отмечается резкое увеличение пластовых скоростей продольных волн до 5900 м/с. Глубже (интервал глубин 1370–2520 м) значения скоростей продольных волн остаются высокими 5800–6300 м/с, связанными с переслаиванием разнородных отложений плотных известняков, песчаников и доломитов, за исключением интервала 1834–1957 м, приуроченного к бобриковскому ярусу карбона, сложенного глинами, аргиллитами.

Можно отметить, что девонская толща осадков отмечается высоким уровнем величин пластовых скоростей продольных волн, максимальные значения которых составляют 5800–7000 м/с. На глубинах 2520–3900 м, представленных породами верхнего, среднего и нижнего девона, скорости продольных волн постепенно возрастают от 4250 м/с до 7100 м/с. В отложениях предположительно силура скорости V_p уменьшаются, но продолжают оставаться высокими — более 5500 м/с. Примерно такой же характер изменения скоростей наблюдается для поперечных волн (V_s). Скорости V_s в терригенных отложениях неоген-триаса, представленных песчано-глинистыми и алевролитовыми породами, изменяются от 850 м/с до 1700 м/с. На кровле пермь-карбонских отложений, сложенных плотными карбонатами, скорости V_s увеличиваются до 3300 м/с.

В нижней части карбона, в глинисто-алевролитовых отложениях, скорости поперечных волн резко уменьшается до значений 1800 м/с, а затем возрастают до 2700 м/с в верхнедевонских известняках. Начиная с глубины 2100 м в девонских отложениях, сложенных карбонатами, скорости V_s

постепенно увеличивается до 3650 м/с.

В целом, разные глубины залегания разновозрастных пород с различными литологическим составом определяют значительные изменения скоростей по разрезу: $V_p = 2100–7100$ м/с, $V_s = 800–3350$ м/с.

Упруго-деформационные модули среды.

Совокупность упругих параметров и их корреляционное прослеживание является источником сведений о локальных изменениях геологического разреза в пространстве (рис. 6). Минимальные значения ν (0,32) наблюдаются в неоген-четвертичных отложениях. Здесь отмечается максимальные значения коэффициента Пуассона — $\sigma = 0,44$. Изменения параметра ν в терригенном, преимущественно в глинисто-алевролитовом разрезе мела-юры с прослоями песчаников характеризуется увеличением параметра ν до 0,47 и уменьшением параметра σ до 0,35. Еще более высоким уровнем значений ν до 0,56 отмечается отложения

триаса, где величина коэффициента Пуассона на отдельных участках составляет 0,22–0,24, что отражает эффект гравитационного уплотнения с глубиной терригенных отложений.

Литологостратиграфические границы также проявляются в параметрах упругости. В частности, в интервале глубин 1370–1900 м значения ν возрастают до 0,67, а значения коэффициента Пуассона соответственно уменьшаются до 0,10–0,12, обусловленные по всей видимости, особенностями литологии и, в меньшей, степени давлением вышележащих осадков. Повышенными значениями ν характеризуются карбонатные отложения девона ($\nu = 0,48–0,6$). В ангидритово-доломитовой толще Лохковского яруса значения ν уменьшается до 0,41.

Сопоставление модулей упругости (E) и сдвига μ с параметрами ν и σ (рис. 6) показывает, что повышенным значениям ν и пониженным σ соответствуют повышенные значения модулей упругости и сдвига.

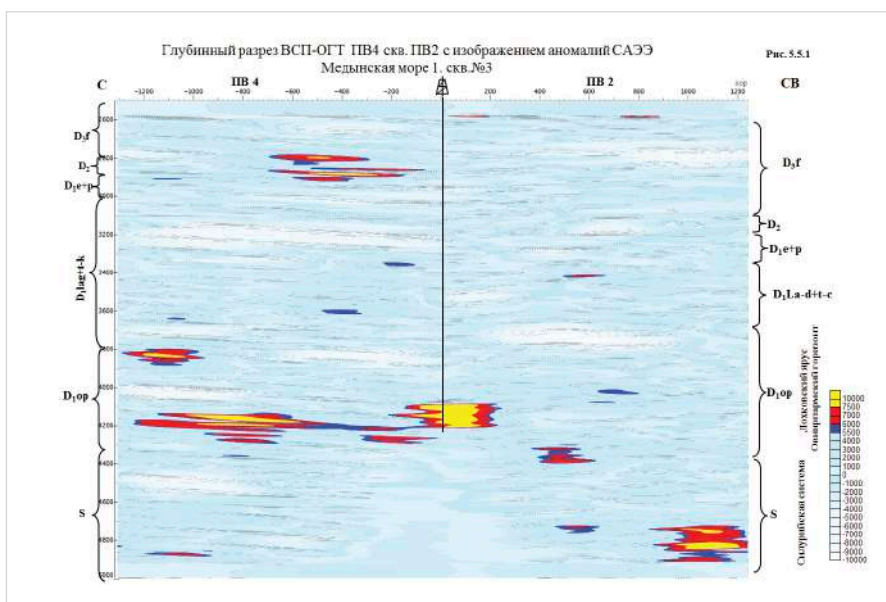


Рис. 7 — Разрез распределения аномалий САЭЭ-анализа по профилю ПВ-4- скв. -ПВ-2

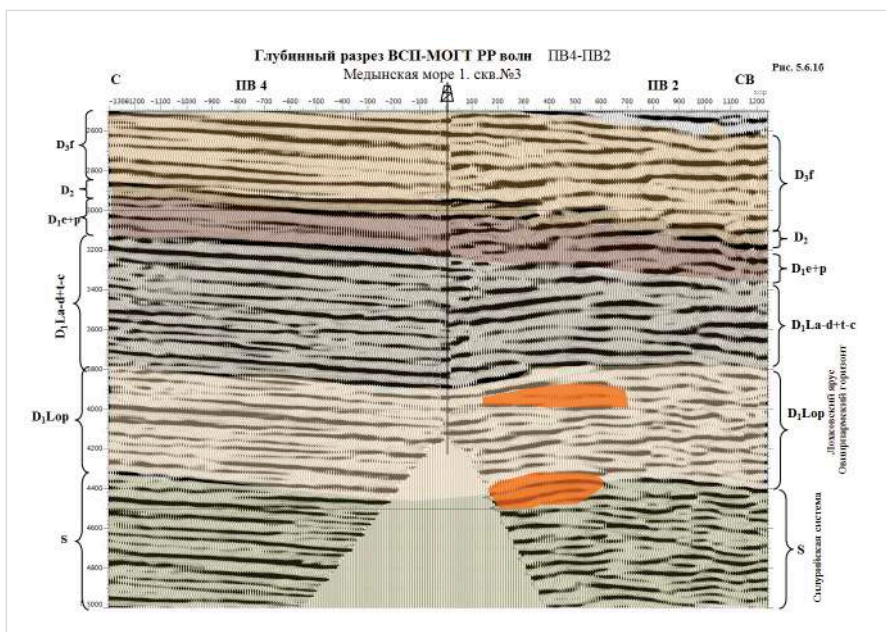


Рис. 8 — Глубинный разрез ВСП II-II PP-волны с выделенными перспективными объектами. скв. №3 Медынская-море-1

Очевидно, что с увеличением нагрузки вышележащих слоев уменьшается пористость пород и происходит их уплотнение. Это приводит к уменьшению с глубиной коэффициента Пуассона и увеличению модулей Юнга. При этом литология пород оказывает определяющее влияние на упругие свойства пород. Еще более тесная связь литологии пород с другими характеристиками среды отмечается на графиках, полученных с использованием интервальных скоростей (рис. 6). Здесь практически по всем параметрам выделяются границы смен литологии пород.

Значительный интерес представляют интервалы вскрытого разреза, связанные с нефтенасыщением, на глубинах 1400–1565 м.

Прогноз нефтегазонасыщения в аномалиях САЭЭ

Для прогноза УВ в околоскважинном пространстве и глубже забоя скважины № 3 Медынская-море-1 были привлечены материалы сейсморазведки ЗД (профиль 1259) и профили ВСП-ОГТ различной протяженности. Качество исходных данных оценивалось как приемлемое для обработки на основе САЭЭ-анализа. [3,4]

На рис. 7 выделяются основные интервалы аномальных значений САЭЭ, приуроченные ко времени регистрации отражений, относимых к овинпармскому горизонту (на скважине). Стратификация полученных аномалий САЭЭ во вскрытом разрезе не встречает трудностей. Величина аномалий, их протяженность и увязка с другими результативными материалами допускает возможность их площадного распространения.

Все выделенные аномалии распределяются в плоскости исследуемых интервалов в виде одно, двух или многопластовых залежей с резко-различными углами несогласия структурных планов в полях САЭЭ и в волновых полях разрезов ВСП-ОГТ и МОВ ОГТ.

Комплексная интерпретация данных ГИС и ПМ ВСП и МОВ ОГТ для изучения коллекторов и нефтенасыщения в околоскважинном пространстве

В результате обработки данных вертикального профилирования из трех пунктов наблюдения изучены параметры поляризации, четко расчленяющие вскрытые скважиной осадочные образования. Характер расчленения разреза по параметрам поляризации в до глубины 3200 м, в целом, согласуется с материалами ГИС.

В нижней части разреза, в интервале глубин 3200–3800 м, по графикам эллиптичности отмечаются ряд аномальных интервалов. Нестабильность характера изменения эллиптичности по различным ПВ свидетельствует о весьма сложном строении разреза, примыкающего к скважине.

Интервал глубин 3900–4100 м по углам с вертикалью и параметру эллиптичности является неоднородным, вероятно с более высокими фильтрационно-емкостными свойствами.

Рассмотрим строение околоскважинного пространства по профилям ПВ-скважина (разрезы ВСП).

По непродольным наблюдениям ПМ ВСП получены два сечения через глубокую скважину. Профиль I – I освещает строение геологических границ на удалениях от 600 м до 1200 м в окрестности скважины. Глубина исследования 2500–5000 м. В северо-восточном направлении отмечаются изменения динамических особенностей записи, обусловленные тектоническими нарушениями различной амплитуды.

По направлению ПВ2-ПВ3 в интервале глубин 2900–3000 м мощности песчаников (D2?) увеличиваются на удалении 500–700 м от скважины. Более четко выраженная аномалия выделяется на глубинах 4250–4500 м в 400–600 метрах северо-восточнее скважины.

По профилю II – II (рис. 8) в северо-западном направлении до удалений 1300 м наблюдаются моноклинальное воздымание отражающих границ без каких-либо нарушений. Сейсмофациальные особенности изучаемых осадков (2500–5000 м) в этом направлении существенно не меняются. По профилю ВСП-ОГТ прослеживаются зоны нарушений и общее погружение отражающих

границ в южном направлении, там же отмечаются четкие изменения сейсмофаций. Первая благоприятная зона выделяется над песчаниками D2?, (глубины 2400–3000 м), на удалении 300–600 метров. Нижняя часть песчаников на удалении от ствола 200–250 м могут образовывать самостоятельную литологическую ловушку на глубине ~3080. Внутрiformационные изменения в направлении ЮЗ по профилю ВСП ОГТ наблюдаются в карбонатном комплексе D1SK и D1 ор ярусов, здесь возможно улучшение коллекторских свойств известняков на глубинах 3700–3800 м на удалении от скважины 300–500 метров. Вторая зона приурочена к IV – III пачкам овинпармского яруса, предполагается на удалении 150–300 м от скважины в интервале глубин 4000–4100 м. Ниже, на глубинах 4100–4250 м, относительно благоприятные условия намечаются на удалении 300–600 м от скважины. По наблюдениям ПМ ВСП получены также глубинные и временные разрезы PS волн. На разрезах PP и PS волн выделены и отождествлены пять сейсмических горизонтов, приуроченных к глубинам в интервале 3700–4700 м. Горизонты I и II характеризуют карбонатные формации на глубинах 3670–3870 м, II – III овинпармскую свиту (IV – II пачки) на глубинах 3870–4200 м, сейсмические горизонты III – IV и IV – V освещают особенности не вскрытой части разреза на глубинах 4200–4600 м.

Рассмотрим графики распределения γ_t и σ_t коэффициента Пуассона по профилям скважина – ПВ-4, скважина – ПВ-2. В интервале I – II карбонатные осадки по ПЗ4 от скважины до 700 м на СЗ практически не меняют свойств, графики отличаются стабильными значениями. В северо-восточном направлении наблюдается некоторое уменьшение значений γ_t , свидетельствующее об отсутствии УВ насыщения на удаленных до 600 м от ствола скважины. Для интервала II – III (овинпармская свита/на СЗ до 700 м) по графикам γ_t и коэффициенту Пуассона характеристика разреза не изменяется. В СВ направлении наблюдается положительная аномалия γ_t и отрицательная аномалия по коэффициенту Пуассона в пределах 300–600 м от скважины, указывающая на более благоприятные условия по карбонатам овинпармского яруса с возможным УВ насыщением.

Интервал на глубинах 4400–4600 м охарактеризован сейсмическими горизонтами IV – V по PP и PS волнам. Графики γ_t и коэффициента Пуассона на СЗ от скважины характеризуются стабильным поведением, тогда как в СВ направлении значения γ_t на удалении 300–600 м возрастают до величины 0,63, т.е. увеличиваются на 0,2 единицы, указывая на возможное наличие УВ насыщенного интервала.

По параметру поглощения исследуемый разрез достаточно четко реагирует на изменения литологического состава пород. В районе нефтенасыщенных известняков серпуховского яруса и окского горизонта нижнего карбона на глубинах 1400–1450 м и 1530–1570 м наблюдаются изменения в характере поведения графика $a_{p(h)}$ эф, связанные нефтенасыщением в этих интервалах разреза. На глубинах свыше 2031 м в толще девонских отложений каких-либо

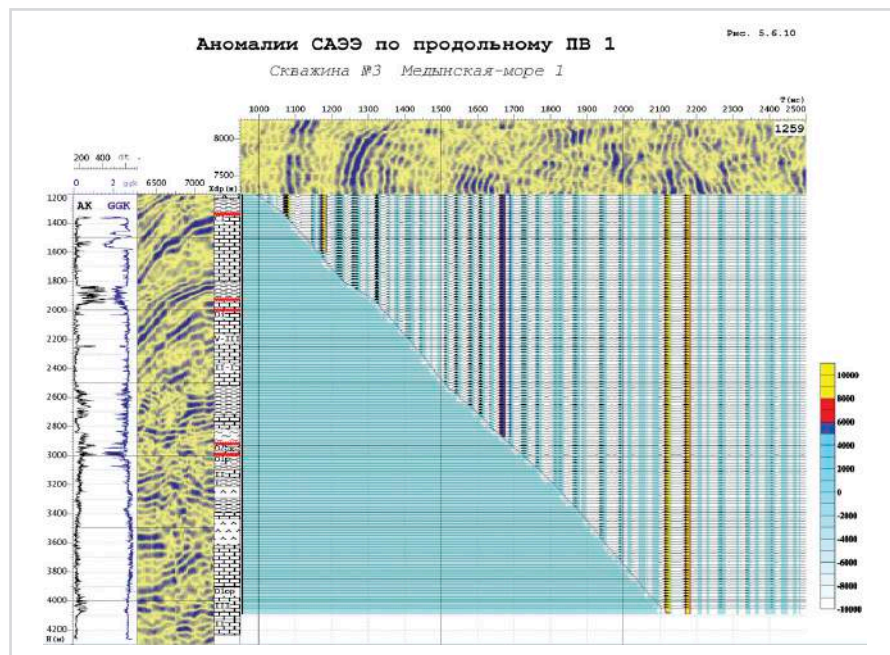


Рис. 9 — Аномалии САЭЭ ближнего ПВ. Сква. №3 Медынская-море-1

существенных аномалий $a_{p(n)}$ эф не встречается. Отсутствие аномалий $a_{p(n)}$ эф в этих отложениях из непродольных ПВ 2,3,4, за исключением ПВ-1, свидетельствует о сложности развития зон разуплотнения пород, которые сравнительно четко проявляются на графиках разности смещений в соседних точках $d\varphi(n)$.

По всем графикам $\varphi(n)$ из различных ПВ отмечаются аномальные значения углов φ , связанные с изменением литостратиграфических свойств геологического разреза. При повышении анализируемой частоты увеличивается детальность расчленения разреза. Практически на всех графиках отмечаются границы смен литологии пород.

Наиболее наглядно нефтегазонасыщение находит свое подтверждение в независимых упруго-деформационных модулях среды в $\gamma = V_s/V_p$, σ — коэффициент Пуассона, в аномалиях энтропии и энтальпии, определенных по наблюдениям ПМ ВСП.

На представленном рис. 9 аномалии САЭЭ подтверждаются на нескольких уровнях и связаны с песчаниками нижнего триаса, серпуховского и визейских ярусов нижнего карбона. Они нашли свое подтверждение в результате выполненных испытаний. В нижней части аномалии САЭЭ приурочены к глубинам 4100–4200 м к овинпармскому горизонту нижнего девона. В более глубоких отложениях они находят свое отражение в толще, предположительно силура на глубинах 4400–4600 м. Эти результаты коррелируются с материалами по САЭЭ-анализу на непродольных наблюдениях ПМ ВСП.

Таким образом, по совокупности всех данных, можно заключить, что месторождение Медынь-море является многопластовым,

нарушенным блоками, которые возможно являются нефтенасыщенными.

Итоги

Полученные временные разрезы РР и PS волн подтвердили целесообразность выполнения непродольных наблюдений ПМ ВСП с целью изучения околоскважинного пространства.

Выводы

В результате выполненных исследований ПМ ВСП в скважине №№ 3, 4 Медынь-море изучены состав волнового поля, скорости и упруго-деформационные модули среды, коэффициент поглощения, параметры поляризации сейсмических волн, аномалии САЭЭ и особенности строения околоскважинного пространства. Наблюдениями ПМ ВСП на месторождении Медынь-море подтверждено, что волновое поле представлено волнами различного типа и природы (РР, PS, и др.).

Из совместной обработки и интерпретации РР и PS волн установлено:

- 1) В исследуемой скважине зарегистрированы отражённые РР и PS волны от всех основных границ и осуществлена их стратиграфическая привязка;
- 2) Прогноз акустической жесткости ниже забоя скважины позволил продлить кривую скоростей продольных волн ниже забоя скважины на 500 м, т.е. примерно до глубины 4600–4800 м;
- 3) Наблюдениями ПМ ВСП получены временные разрезы РР и PS волн, отличающиеся более высокой разрешенностью записи, чем на профилях МОВ ОГТ, и прогнозные разрезы параметров γ_t и σ_t , указывающие на возможное нефтенасыщение

перспективных объектов;

- 4) Применение САЭЭ-анализа подтвердило ранее выявленные аномалии нефтенасыщения во вскрытом разрезе в отложениях овинпармского горизонта и глубже;
- 5) Проведенными работами показана целесообразность выполнения непродольных наблюдений ПМ ВСП. Построенные по ним временные и глубинные разрезы РР и PS волн, отличаются от разрезов МОВ ОГТ своей разрешенностью и информативностью, наличием объектов, характеризующихся высокой перспективностью;
- 6) Результаты исследования упруго-деформационных модулей среды (V_p , V_s , γ , σ и др.) согласуются между собой, что характеризует надежную достоверность их получения.

Важным геологическим результатом является обнаружение присутствия в нарушенных зонах нефтенасыщенных объектов, что позволяет рекомендовать продолжение работ в морских скважинах с извлечением данных, которые в морской сейсморазведке не могут быть получены.

Список используемой литературы

1. Гальперин Е.И. Поляризационный метод сейсмических наблюдений. М.: 1977. 279 с.
2. Мирзоян Ю.Д. Источники упругой энергии и возбуждение сейсмических волн при наблюдениях ВСП на море // Геология, геофизика и обработка нефтяных месторождений. 2000. № 9. С. 22–28.
3. Патент № 2117317. Способ скважинной сейсморазведки для прямого прогноза нефтегазовых залежей от 20.03.1998.

ENGLISH

GEOPHYSICS

UDC 550.3

The study of geological sections in the offshore wells using GIS, PM, VSP, reflection CDP (for example, the well number 3 Medynskoe–sea — 1)

Authors:

Yuriy D. Mirzoyan — ph.d., deputy director general¹;

Viktor Y. Oyfa — ph.d., head of gas gathering stations²;

¹Neftegeofizpribor, Krasnodar, Russian Federation

Abstract

The paper describes a system of observations, methods and techniques of VSP fieldwork polarization, the results of processing of materials, the possibility of studying the geological section in the vicinity of the well using isolated longitudinal and transverse waves exchange and the resulting characteristics of the medium — gamma γ , Poisson σ , as well as a seismic anomaly entapy and entropy associated with the oil and gas saturation in the sediments Ovinparn

horizon of the Devonian and deeper.

Materials and methods

VSP seismic records, longitudinal wave

Results

The resulting time sections of PP and PS waves have confirmed the feasibility of performing broadside PM VSP observations to study the borehole environment.

Conclusions

An important result is the discovery of geological presence in the disturbed areas of oil-saturated objects, which allows us to recommend the continuation of work in the offshore wells with extraction of data that a marine seismic survey can not be obtained.

Keywords

polarization, speed, three-component recording time sections of PP and PS waves, the elastic characteristics

References

1. Gal'perin E.I. *Polyarizatsionnyy metod seysmicheskikh nablyudeniy* [Polarization method of seismic observations]. Moscow: 1977, 279 p.
2. Mirzoyan Yu.D. *Istochniki uprugoy energii i*

vozvuzhdenie seysmicheskikh voln pri nablyudeniyaх VSP na more [Sources of the elastic energy and the excitation of seismic waves in the observations of the WWW at sea]. *Geology*,

- geophysics and processing of oil fields*, 2000, issue 9, p. 22–28.
3. Patent № 2117317. Borehole seismic method for the direct prediction of oil and gas deposits on 20.03.1998.