Forecast the Zones of Development of Crust of Weathering by the Scattered Component of the Wave Field

E.V. Anokhina (Immanuel Kant Baltic Federal University), M.N. Nazarova (Immanuel Kant Baltic Federal University), G.N. Erokhin (Immanuel Kant Baltic Federal University), L.F. Zhegalina* (Immanuel Kant Baltic Federal University)

SUMMARY

A characteristic feature of deposits in the weathering crusts is the presence of cracks. To effectively identify such zones, the scattered component of the wave field is used. Specific examples show the mapping of the productive zones of the weathering crust in the field of scattered waves.

Прогноз зон развития кор выветривания по рассеянной компоненте волнового поля.

Е.В. Анохина*, М.Н. Назарова, Г.Н. Ерохин, Л.Ф. Жегалина (НИИ прикладной информатики и математической геофизики Балтийского федерального университета имени И. Канта)

Введение

На территории России и за ее пределами выявлены залежи углеводородов со значительными запасами. Они приурочены к ловушкам в древних, погребенных корях выветривания и из них получены многочисленные притоки углеводородов. Характерной особенностью таких залежей является наличие трещиноватости, обусловленной тектоническими движениями, влиянием выветривания, денудации и эрозии.

Нефтенасыщение таких залежей, как правило, является вторичным и происходит, по всей вероятности, за счет миграции УВ из сопредельных перекрывающих, примыкающих или подстилающих регионально-нефтегазоносных осадочных образований [1].

Открытие залежей, приуроченных к корам выветривания, как правило имеет случайный характер, т.к. на сегодняшний день стандартная обработка и интерпретация данных сейсморазведки не позволяет выделять залежи с коллекторами трещинного, порово-трещинного, порово-трещинно-кавернозного типа. Для повышения эффективности поисков нефти и газа в корях выветривания необходимо учитывать особенности строения сформированных коллекторов и помимо определения кинематических и динамических характеристик отраженных волн необходимо привлекать рассеянные волны, позволяющие выделять интервалы повышенной трещиноватости и кавернозности продуктивных пластов, зоны деструкции и другие объекты [2].

Теория

Выветривание представляет собой совокупность процессов физического разрушения и химического разложения минералов и горных пород на месте их залегания, вызванных колебанием температуры, химическим воздействием воды, газов – кислорода и углекислоты (находящихся в атмосфере и растворенных в воде), биохимическим воздействием организмов в процессе их жизнедеятельности и продуктов их разложения после отмирания.

В верхней части земной коры, где горные породы находятся в условиях тесного взаимодействия с атмосферой, гидросферой и биосферой, они претерпевают значительные и разнообразные изменения в своем составе и состоянии. Преобладающее большинство горных пород образовалось в специфических термодинамических условиях в глубине Земли, в зонах активности магмы и процессов метаморфизма, или же на дне моря. Попадая на земную поверхность, они оказываются в новой физико-химической обстановке, становятся неустойчивыми и под воздействием различных факторов начинают разрушаться [3].

На огромных площадях развиты древние коры выветривания, достигающие местами значительной мощности. Их изучение представляет собой большое научное и особенно практическое значение, т.к. процесс физического и химического выветривания является одной из причин возникновения и развития зон трещиноватости. В них, при наличии благоприятных условий, формируются залежи УВ.

Пример

На месторождении А, находящемся в Западной Сибири, промышленные запасы нефти установлены в отложениях пластов вогултинской толщи даниловской свиты, тюменской свиты, а также образованиях доюрского комплекса пород. Продуктивные отложения коры

выветривания развиты в сводовых частях структур и приурочены в основном к зонам трещиноватости и участкам выхода на поверхность фундамента эффузивов кислого и основного состава, которые претерпели физикохимическое выветривание.

Характерной особенностью коры выветривания является ее разноориентированная трещиноватость, наличие зон дробления и сланцеватости, пористость и кавернозность и наличие признаков нефти в виде выпотов, пропитки керна нефтью или запаха нефти.

На месторождении А в коре выветривания установлены промышленные залежи УВ, приуроченные к зонам развития трещиновато-кавернозных и пористых разностей отложений. Толщина отложений коры выветривания в пределах исследуемой площади изменяется в широких пределах от 0 до 160 м.

Большинство исследователей, занимающихся изучением пород-коллекторов доюрского комплекса на изучаемой территории, считают, что продуктивность контактной зоны связана с древними корами выветривания доюрского возраста. Коллекторами в коре выветривания являются породы, приуроченные к зонам развития трещиноватых и пористых разностей:

- Имеющиеся коллектора верхней зоны коры выветривания, в основном, гранулярные с разной системой трещин;
- Коллектора нижней эффузивной толщи преимущественно трещинно-кавернозные.

Кровля коры выветривания в сейсмическом волновом поле контролируется отражающим горизонтом А. Визуальный анализ куба и разрезов рассеянных волн показывает, что максимальные их амплитуды приурочены к верхней части коры выветривания – зоне контакта с юрскими отложениями. Повышенными (аномальными) значениями амплитуд на картах и разрезах выделяются зоны, интерпретируемые как области наиболее интенсивной трещиноватости и кавернозности (рис. 1).

Рисунок 1 Зоны трещиноватости в коре выветривания на разрезах отраженных и рассеянных волн.

Повышенными значениями амплитуд выделяются наиболее приподнятые участки рельефа – вершины поднятий, а также их склоны. В целом, зоны трещиноватости и кавернозности расположены достаточно хаотично, выделяются множество мелких, зачастую не связанных между собой резервуаров, что свидетельствует о весьма сложном строении объекта исследований.

Поведенный анализ показал, что максимальные значения амплитуд и площади аномальных участков приурочены к верхней части коры выветривания, и зоне контакта доюрских пород с

юрскими отложениями, где происходило наибольшее разрушение доюрских пород. Вниз по разрезу интенсивность рассеянных волн уменьшается, это свидетельствует об уменьшении трещиноватости пород. Эти породы могут быть потенциальными резервуарами УВ с коллекторами трещинного типа, в тех местах, где они выделяются повышенными амплитудами рассеянных волн.

Анализ волнового поля рассеянных волн показывает, что большинство скважин, в которых получен приток флюида из интервала коры выветривания, расположены в зонах повышенных значений амплитуд рассеянных волн, т.е. в зонах развития трещинно-кавернозных коллекторов. Пример такой скважины, приведен на рисунке 2, в скважине получен приток нефти дебитом 139 м³/сут. Это свидетельствует о том, что скважина вскрыла зону трещиноватости.

Рисунок 2 Разрез отраженных и рассеянных волн через продуктивную скважину 1.

Скважины, в которых из интервала коры выветривания притока не получено, как правило, расположены в зонах пониженных значений амплитуд рассеянных волн, за границами зон трещиноватости. Например, в скважине 2 испытан большой интервал, но притока не получено. При этом по данным прогноза по рассеянным волнам скважина находится за пределами зон трещиноватости (рисунок 3).

Некоторые скважины с притоком нефти из коры выветривания оказались в зонах с пониженными амплитудами рассеянных волн, вероятно, в этих скважинах приток обеспечивает пористость матрицы породы, а присутствующая трещиноватость не настолько интенсивная, чтобы проявиться на картах и разрезах рассеянных волн.

Несколько скважин, расположенных в предполагаемых зонах развития трещинно-кавернозных коллекторов, оказались «сухими». Возможно, это свидетельствует о недоосвоенности пласта при опробовании. Такие скважины требуют детального изучения, с привлечением всей имеющейся информации о бурении и освоении.

Рисунок 3 Разрез отраженных и рассеянных волн через сухую скважину 2.

Выводы

Кора выветривания как объект разработки является весьма сложным, и выявление закономерностей распространения коллекторов связано с большими трудностями. Она характеризуется сложным распределением коллекторов по разрезу, приуроченностью продуктивности к определенным зонам. Важной характеристикой пород, составляющих коры выветривания, для прогноза возможного их насыщения УВ является наличие в них трещинных, порово-трещинных, порово-трещинно-кавернозных коллекторов.

Учитывая важность и перспективность залежей, приуроченных к корам выветривания, применение специализированной обработки данных сейсморазведки на рассеянных волнах, позволяющей эффективно выявлять зоны естественной открытой трещиноватости и кавернозности продуктивных пластов, является весьма актуальным и перспективным направлением.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (коды проектов 16-29-15090 офи_м, 16-07-00684 А).

Библиография

1. Авербух Б.М., Шилов Г.Я., Надиров Р.С. Методика поисков залежей углеводородов в погребенных карах выветривания вулканогенных пород // Геология нефти и газа. 1994. № 7;
2. Анохина Е.В., Киричек А.В., Ерохин Г.Н., Кремлев А.Н. Карбонатные резервуары в поле рассеянных волн // Труды 5-ой международной научно-практической конференции «ГЕОКРЫМ_2015. Проблемы нефтегазовой геологии и геофизики», Крым, г. Алушта. 18 – 22 мая 2015;
3. Горшков Г.П., Якушова А.Ф. Общая геология // Московский Государственный Университет. 1973.

References

1. Averbukh B.M., Shilov G. Ya., Nadirov R.S., The method of searching for hydrocarbon deposits in buried weathering crusts of volcanic rocks // *Geology of oil and gas*. 1994. № 7;
2. Anokhina E.V., Kirichek A.V., Erokhin G.N., Kremlev A.N. The carbonate reservoirs in the field of the scattered waves. // Paper presented at the fifth international scientific-practical conference "GEOKRYM_2015. Problems of Petroleum Geology and Geophysics", Alushta, 18-22 May, 2015;
3. Gorshkov G.P., Yakushova A.F., *General Geology* // Moscow State University. 1973.