

P108

Chargeability of Quaternary Clay and its Interrelation with Presence of Oil and Gas in Mesozoic Sediments-West Siberia

V.V. Olenchenko* (Institute of petroleum geology and geophysics) & D.V. Napreev (JOINT-STOCK COMPANY "Looch")

SUMMARY

Results of measurements of fast decaying induced polarization (IP) on Quaternary clay samples in comparison of the geochemical data executed on a site in Western Siberia are discussed. The higher clay chargeability was observed in zones with abnormal contents of aromatic hydrocarbons. Conclusions are made, that higher concentration of hydrocarbons in Quaternary clay and their abnormal chargeability can be attribute to oil-and-gas deposits at depth. It is supposed to use near-surface IP measurements for contouring the epigenetically changed rocks above deposits of hydrocarbons.

Введение

Метод вызванной поляризации (ВП) в своих разных модификациях все чаще находит применение при поисках нефтегазовых залежей. Известны такие модификации как частотно-временная высокоразрешающая электроразведка с измерением параметра ВП (ВРЭ-ВП) в вариантах скважинно-поверхностных и наземных измерений, дифференциально-нормированный метод электроразведки (ДНЭМ). Глубинность разведки таких методов составляет от первых сотен метров до 1,5-2,5 километров.

В основе применения модификаций метода ВП лежит свойство горных пород, оконтуривающих залежь или залегающих над залежью, поляризоваться во внешнем электрическом поле. Природа явления ВП в этих породах до сих пор остаются дискуссионными. Большинство исследователей полагает, что повышенная поляризуемость пород в контуре и над залежью связана с образованием вторичных сульфидов при миграции углеводородов к поверхности.

Известно, что при миграции углеводородов на всем пути их следования происходят различные физико-химические превращения в горных породах. Изменения состава и свойств горных пород имеют место не только на больших глубинах, приближенных к залежи, но и в приповерхностной части разреза.

На сегодняшний день считается, что любая залежь углеводородов, даже самых небольших размеров, каким-либо образом проявляет себя в близповерхностных условиях. А проявление признаков залежи на поверхности происходит очень быстро, от одной недели до нескольких лет, что в геологическом масштабе времени можно считать практически мгновенным. Скорость проявления первых признаков сильно зависит от геологического строения и разрывных нарушений, которые служат проводящими каналами для углеводородного флюида. Под воздействием флюида происходит изменение кислотности среды, развиваются различные микроорганизмы, изменяются поля стабильности некоторых минералов, соответственно такой геохимический плюм приводит к формированию целого ряда различных аномалий, как геохимических, так и акустических, электрических и магнитных свойств горных пород над залежью (Schumacher and Abrams. 1996; Pirson. 1981).

В последнее время различные исследователи начинают проявлять интерес к этому явлению, поскольку поиск близповерхностных измененных пород существенно дешевле и экспресснее чем поиск непосредственно самой залежи. Эпигенетические изменения в приповерхностных отложениях над залежью дают основание применению электроразведочных методов с установками, глубинность которых не превышает первого десятка метров. В первую очередь это могут быть геоэлектрохимические методы, к которым относятся методы вызванной поляризации и естественного электрического поля (ЕП).

Методы исследования

Для подтверждения последнего тезиса были проведены следующие виды исследований. На территории Томской области, в пределах одной из нефтегазоперспективных площадей по сети профилей был произведен отбор проб на геохимический анализ. В региональном плане исследуемый участок относится к юго-восточной части Западно-Сибирской плиты (мегасинеклизы). К основным тектоническим особенностям относится наличие рифейско-палеозойского фундамента, осложненного процессами триасового рифтогенеза и юрско-палеогенового осадочного чехла, с которым связаны основные объемы разведанных углеводородов. Пробы отбирались методом шнекового бурения с глубины 3,5-4 метра и представлены преимущественно четвертичными глинами и тяжелыми суглинками, в редких случаях - лёгкими суглинками и торфяно-глинистой смесью.

Геохимический анализ включал оценку концентрации углеводов в пробах; электрохимические измерения с определением водородного показателя, окислительно-восстановительного потенциала; каппаметрию; гамма-спектрометрию. Параллельно с геохимическим анализом были проведены измерения быстропротекающих процессов вызванной поляризации (БВП) с определением параметра поляризуемости.

Для определения поляризуемости образцов применялась аппаратура, разработанная в ЗАО НПП ГА «ЛУЧ», в которой реализована двухэлектродная схема измерений (Карасев и др. 2005). Измерительная установка состояла из генераторного устройства, конструктивно совмещенного с измерителем, представляющим собой аналого-цифровой преобразователь. На вход генератора от источника постоянного тока подавалось напряжение амплитудой 30 В. Генератор вырабатывал прямоугольные разнополярные импульсы длительностью 10 мс с паузой 10 мс. Импульсное напряжение подавалось на питающие электроды, выполненные в виде пластин из фольгированного стеклотекстолита размером 5?2.5 см. Питающие электроды были жестко закреплены на ручке, выполненной из диэлектрического материала. Расстояние между электродами составляло 3 см. Электроды заглублялись в исследуемую пробу. Измеряемый сигнал с питающих электродов поступал через делитель напряжения на вход измерительного устройства. С измерительного устройства сигнал в цифровом виде поступал на USB-порт компьютера, в котором с помощью специальных программ записывался и обрабатывался. Программа обработки осуществляла фильтрацию сигнала с целью подавления помех и рассчитывала параметр поляризуемости образца. Поляризуемость по измеренному и обработанному сигналу рассчитывалась следующим образом. В момент пропускания импульса определялось напряжение на питающих электродах - ΔU_{PP} . Затем, через 25 микросекунд после выключения импульса измерялось напряжение вызванной поляризации $\Delta U_{ВП}$. Параметр поляризуемости η рассчитывался по формуле:

$$\eta = \frac{\Delta U_{ВП}}{\Delta U_{PP}} \cdot 100\%$$

Результаты

По результатам геохимического анализа и измерений БВП на образцах четвертичных глин были построены профильные графики и распределения по площади измеряемых параметров. На рисунке 1 показаны осреднённые графики суммарного содержания ароматических углеводов (бензол, толуол, ксилолы), окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) и поляризуемости четвертичных глин по одному из профилей участка. Профиль пересекал местоположение одной из поисковых скважин, вскрывшей маломощный нефтяной пласт в мезозойских отложениях на глубине 2572 м.

Анализ графиков показал, что аномалиям по содержанию ароматических углеводов пространственно соответствуют пониженные значения окислительно-восстановительного потенциала и повышенная поляризуемость четвертичных глин. Наиболее вероятной причиной понижения ОВП глин является следующее. Согласно современным представлениям, над залежами углеводов (УВ) химические реакции в геологической среде несут преимущественно восстановительный характер. Восстановительные реакции отмечаются пониженными вплоть до отрицательных значений потенциалами E_h . Аналогичные закономерности мы и наблюдаем на профиле. Феномен повышенной поляризуемости глин, содержащих ароматические углеводороды и характеризующихся восстановительным характером окислительно-восстановительных реакций, на сегодняшний день практически не изучен. Исходя из природы процессов поляризации ионо- и электропроводящих пород можно высказать два предположения. Первое – что восстановительные реакции приводят к восстановлению окисленных минералов железа до первичной формы, при этом в породе повышается содержание электропроводящих включений, приводящее к росту

поляризуемости. Вторая возможная причина – особое строение двойного электрического слоя в глинах при восстановительных свойствах жидкой фазы. Однако для окончательного ответа на вопрос о природе повышенной поляризуемости глин требуется проведение специальных исследований.

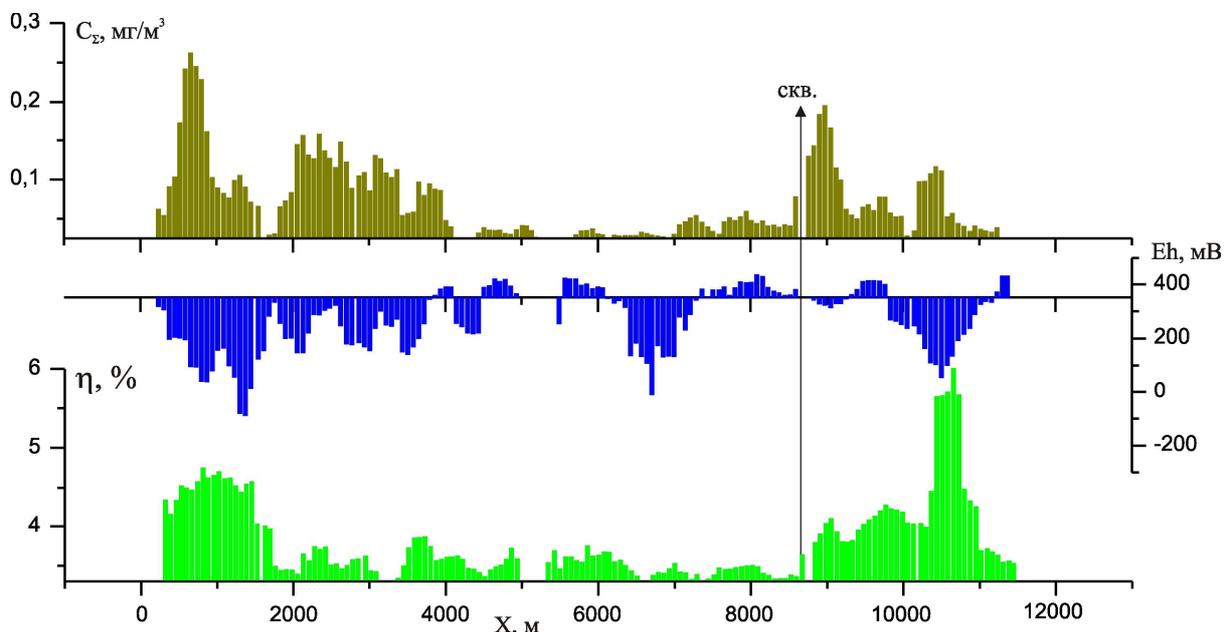


Рисунок 1. Графики суммарного содержания ароматических углеводородов, окислительно-восстановительного потенциала и поляризуемости.

На рисунке 2 показано распределение поляризуемости четвертичных глин по площади исследований. Здесь же вынесены контуры аномалий суммарной концентрации ароматических углеводородов $> 0.04 \text{ мг/м}^3$, что в 20 раз превышает фоновые значения. Как видно из рисунка, большинство аномалий поляризуемости пространственно совпадает с зонами повышенной концентрации УВ в глинах. Условно можно выделить три типа аномалий БВП. Первый тип – кольцевая структура – отмечается в северо-западной части участка. Второй тип – линейная аномалия, протягивается от центра участка на северо-восток. К третьему типу относятся аномалии-пятна, выделяются на отдельных профилях и могут являться частью крупных кольцевых структур, не проявляющихся в данном масштабе съемки. В северной части участка присутствует повышенный фон поляризуемости, при этом не наблюдаются аномалии по бензолу и толуолу. Однако в этой части площади отмечается повышенное содержание октана и бутана.

Выводы

В результате исследований установлена тесная пространственная связь между содержанием углеводородов в четвертичных глинах, их окислительно-восстановительным потенциалом и поляризуемостью.

Поскольку присутствие углеводородов в четвертичных глинах является прямым поисковым признаком наличия залежей углеводородов на глубине, то повышенную поляризуемость глин также можно считать критерием при поисках нефтегазовых месторождений в условиях Западной Сибири.

Пространственная корреляция аномалий поляризуемости глин, их окислительно-восстановительного потенциала и содержания УВ дает основание применению модификаций метода ВП с малоглубинными установками и метода ЕП для оконтуривания эпигенетически измененных пород над залежами УВ.

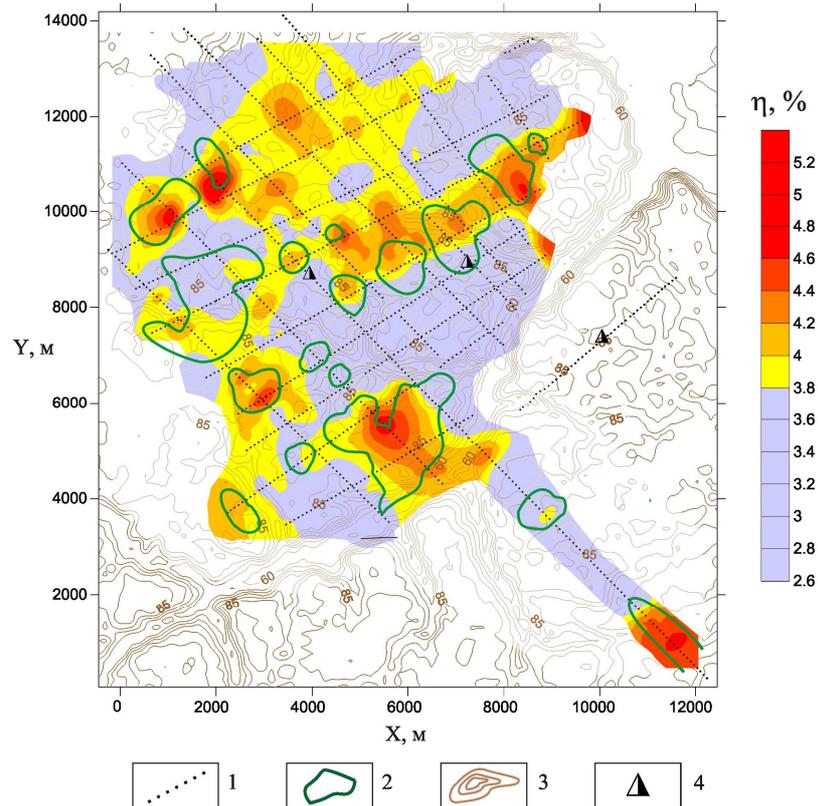


Рисунок 2. Распределение поляризуемости четвертичных глин: 1-точки отбора проб; 2-контуры аномалий суммарного содержания ароматических углеводородов; 3- изогипсы; 4-поисковые скважины

Литература

1. Schumacher, D. and Abrams, M. A. [1996] Hydrocarbon-induced alteration of soils and sediments. In: Hydrocarbon migration and its near surface expression: AAPG Memoir 66, 71–89.
2. Pirson S.J. [1981] Significant advances in magneto-electric exploration. *Unconventional Methods in Exploration for Petroleum and Natural Gas, Symp. II-1979*, B.M. Gottlieb (ed.), Southern Methodist University Press, Dallas, Texas, 169-196.
3. Карасев А.П., Птицын А.Б., Юдицких Е.Ю. [2005] Быстрые переходные процессы вызванной поляризации. Новосибирск: Наука, 291 с.