УДК 550.837.9(571.53)

Е.О.КУДРЯВЦЕВА, *аспирант, keo9@narod.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

E.O.KUDRYAVTSEVA, *post-graduate student, keo9@narod.ru*
Saint Petersburg State Mining University

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-НОРМИРОВАННОГО МЕТОДА ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ НА ДИАГОНАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ ШЕЛЬФА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

По результатам работ дифференциально-нормированным методом электроразведки (ДНМЭ) на Диагональной площади зафиксирована аномалия вызванной поляризации (ВП). После получения отрицательных результатов бурения по скважине 1-Диагональная, в которой отмечалось присутствие пирита, были проведены детальные модельные исследования. Изучалось время релаксации τ. Установлено, что τ вблизи скважины в несколько раз превышает значение, полученное в пределах аномалий над известными залежами углеводородов. Предполагается, что различие вызвано особенностями поляризационных процессов. Время релаксации должно увеличиваться, если на поверхности пирита возникает окисленный слой, т.е. при условии, что восстановительная среда будет изменяться на окислительную. По результатам исследований сделан вывод, что наиболее вероятной причиной образования аномалии ВП в районе скважины является эпигенетическая пиритизация, возникшая под влиянием ранее существовавшей здесь и впоследствии разрушенной залежи углеводородов.

***Ключевые слова*:** пирит, углеводороды, время релаксации, Диагональная площадь.

RESULTS OF APPLICATION OF DIFFERENTIALLY NORMALIZED ELECTRICAL METOD ON DIAGONAL AREA OF CASPIAN SEA SHELF

The IP anomaly is fixed on the Diagonal area by differentially normalized electrical metod (DNME). The detailed modeling research were carried out after reception of negative results of drilling. Pyrite presence was marked in this borehole. The relaxation time (τ) is study. It was determined that τ in the vicinity of the borehole exceeds too much this parameter which was received within the limits of anomalies above known hydrocarbon deposits. It is supposed, that the distinction is caused by features of polarizing processes. The relaxation time should be increased, if a pyrite surface is oxidized, i.e. provided that reducing environment will change on oxidizing. By results of researches it was concluded, that the most probable reason of IP anomaly formation in borehole area is epigene pyrite, arisen under influence of pre-existing here and later destroyed deposit.

***Key words*:** pyrite, hydrocarbon, relaxation time, Diagonal area.

По результатам работ с применением дифференциально-нормированного метода электроразведки (ДНМЭ) в течение ряда лет на Диагональной площади в верхних геоэлектрических слоях фиксировалась аномалия вызванной поляризации (ВП), в пределах которой в 2007 г. была пробурена скважина 1-Диагональная. На основе комплексного анализа геолого-геофизических материалов, включающих данные сейсморазведки и электроразведки, предполагалось, что аномалия может быть связана с залежью углеводородов (УВ) в кароган-чокракском (целевом) комплексе отложений. В зоне расположения целевых отложений скважиной вскрыты водонасыщенные терригенные

коллекторы. В нижней части разреза до забоя скважина вскрыла глинистые отложения майкопа толщиной (до ближайшего пласта песчаников, расположенного выше) около 120 м. По результатам описания шлама, проведенного СК «ПетроАльянс», в многочисленных интервалах разреза встречены включения или отдельные следы пирита. После получения отрицательных результатов бурения по скважине 1-Диагональная были проведены детальные модельные исследования, цель которых заключалась в объяснении аномалии ВП, полученной на Диагональной площади работ.

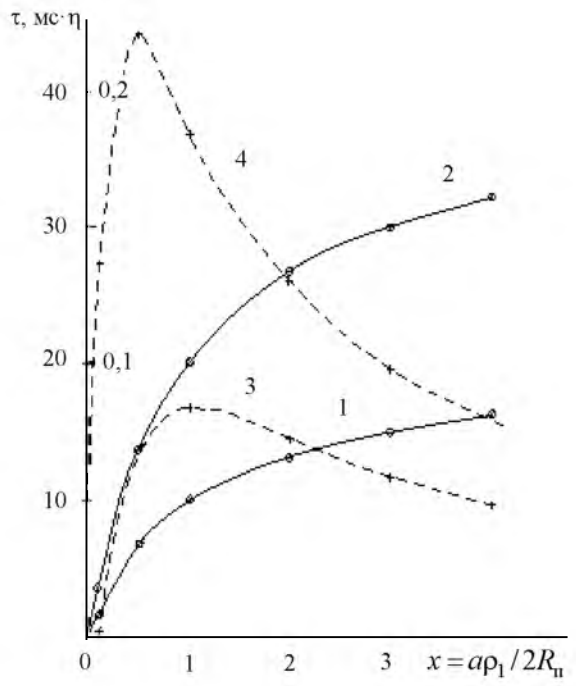
В рамках этих исследований на основе данных по ряду профилей ДНМЭ изучались варианты моделей с разными комбинациями поляризующихся слоев. В результате в качестве основной была выбрана параметризованная модель с поляризующимися 2-м и 4-м слоями. Установлено, что в пределах Хвалынской, Сарматской, Широтной и Ракушечных площадей поляризуются оба слоя, при этом аномалии приурочены к 4-му слою, связанному с майкопскими отложениями, которые наиболее чувствительны к ореольным изменениям над залежами углеводородов (УВ), расположенными в отложениях юрского и мелового возраста. На Диагональной площади аномальные изменения ВП происходят только во 2-м слое, расположенном в толще неоген-четвертичных отложений. Подчеркнем, что это отличие в уровнях залегания поляризующихся слоев всегда наблюдалось на геоэлектрических разрезах и раньше.

Учитывая данные глубокого бурения (наличие пирита в разрезе продуктивных скважин и скважине 1-Диагональная, отсутствие пирита в разрезе непродуктивной скважины 3-Широтная), особое внимание было уделено изучению параметра времени релаксации τ. В результате удалось приблизительно оценить диапазон значений времени релаксации процессов вызванной поляризации на отдельных участках, расположенных над залежами и вне залежей УВ. Ранее способы оценки τ (даже по наземным наблюдениям) в условиях высокопроводящих разрезов отсутствовали в технологическом пакете не только метода ДНМЭ, но и вообще в мире. Это новая оригинальная разработка Сибирской геофизической научно-производственной компании (СГНПК).

Установлено, что время релаксации в пределах аномалии ВП вблизи скважины 1-Диагональная в несколько раз превышает аналогичные показатели, полученные в пределах аномалий над известными месторождениями УВ на Хвалынской, Сарматской, Ракушечной и Широтной площадях. На основе этого можно предположить, что данное различие вызвано особенностями протекающих поляризационных процессов, обусловленных, с одной стороны, вкрапленной пиритизацией, с другой, другими возникающими над залежами УВ процессами, в том числе изменением ξ-потенциала. Для формирования эпигенетической пиритизации наличие восстановительной обстановки, возникающей над залежами УВ, обязательно. Если в дальнейшем восстановительная обстановка сменилась нейтральной или окислительной, внешняя поверхность зерен пирита может частично подвергаться окислению. Анализ полученных данных, в том числе с привлечением крупнейших российских экспертов по геоэлектрохимии (О.Ф.Путиков, Санкт-Петербургский горный университет, С.Г.Алексеев, ФГУНПП «Геологоразведка»), показал, что время релаксации должно увеличиваться, если на поверхности пирита возникает даже небольшой окисленный слой, т.е. при условии, что восстановительная среда будет изменяться на окислительную (в том случае, если залежь расформирована). Согласно выводам О.Ф.Путикова, постоянная времени спада ВП τ возрастает с увеличением приращения относительного удельного сопротивления и относительной толщины окисленной корочки на поверхности зерна пирита (см. рисунок).

Таким образом, значения времени релаксации могут служить своеобразным индикатором для разделения аномалий ВП на аномалии, связанные с существующими залежами УВ, и аномалии, связанные с разрушенными залежами углеводородов.

По результатам проведенных исследований сделан вывод, что наиболее вероят-



Зависимости постоянной времени спада τ (кривые 1и 2) потенциала ВП сферического включения радиуса a и поляризуемости среды η (кривые 3 и 4) с вкрапленностью таких же включений от приведенного удельного электрического сопротивления вмещающей среды $x = a\rho_1 / 2R_п$

ρ_1 – удельное энергетическое сопротивление вмещающей среды; $R_п$ – радиус перехода

ной причиной образования аномалии ВП в районе скважины 1-Диагональная является эпигенетическая пиритизация, возникшая либо под влиянием ранее существовавшей здесь и впоследствии разрушенной залежи УВ, либо некогда существовавшего мощного латерального сноса рассеянных УВ.

На основе данных определения времени релаксации по профилю d0705, расположенному в направлении от скважины 1-Диагональной к скважине 1-Сарматская, выявлено, что северо-западная часть аномалии на Диагональной площади на большинстве точек наблюдения характеризуется пониженными значениями параметра τ, но приурочена также к верхнему поляризующемуся слою. Сделан вывод, что данная часть аномалии может быть связана с продуктивной частью разреза, однако, ее приуроченность ко 2-му геоэлектрическому слою не позволяет в настоящее время дать абсолютно уверенный прогноз. Косвенным признаком, указывающим на возможность существования залежи в более глубоких горизонтах, можно считать наличие пирита в скважине 1-Диагональная в нижнем интервале разреза в толще глинистых отложений майкопа, результаты математического моделирования по программе пирит (разработка СГНПК совместно с О.Ф.Путиковым), данные компьютерной обработки материалов сейсморазведки и электроразведки по технологии GeoVisor (Н.П.Смилевец, С.А.Черньшов, И.А.Мищенко) и специализированной обработки и интерпретации сейсмических данных по технологии ЛИТОСКАН (А.А.Архипов).