

**Институт геологии и нефтегазового дела им. К.
Турысова**

**GEO214 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН
(ПРОДВИНУТЫЙ)**

**6– лекция
Интерпретация диаграмм потенциала собственной
поляризации**

Д.т.н., профессор
Ратов Боранбай Товбасарович

Методы потенциалов (Упс) самопроизвольной поляризации горных пород основаны на изучении естественных электрохимических процессов, протекающих на границах между скважиной и породами, а также на границах между пластами различной литологии в разрезе скважины. Как известно, электрохимическая активность в растворах создается движением ионов, несущих положительные (катионы) или отрицательные (анионы) электрические заряды. Так, атомы натрия и хлора, стремясь к созданию устойчивых орбит вращения электронов (на внешней орбите должно быть 8 электронов), заряжаются противоположными знаками: ион Na заряжается положительно при потере одного электрона, а ион Cl, наоборот, приобретая один электрон, становится отрицательно заряженным (рис. 1).

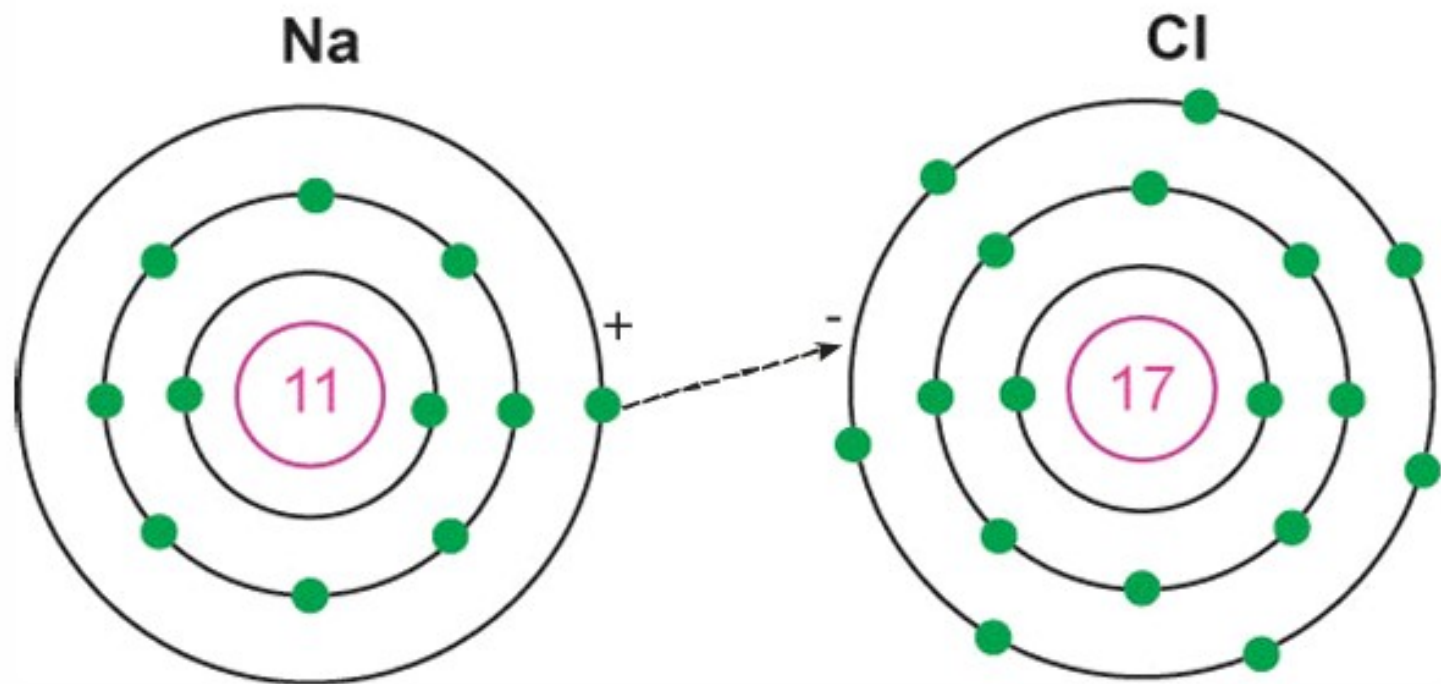


Рис. 1- Образование ионов в электролитах

Кроме ионных связей, существуют асимметричные ковалентные связи. Например, молекула воды является электрическим диполем, образование которого связано с тем, что атом кислорода “оттягивает” себе большую часть электронного облака. Это дает сильно электроотрицательному атому кислорода дополнительный отрицательный заряд за счет частичного присоединения электронов 12 атомов водорода; менее электроотрицательный атом водорода приобретает поэтому положительный заряд (рис. 2).

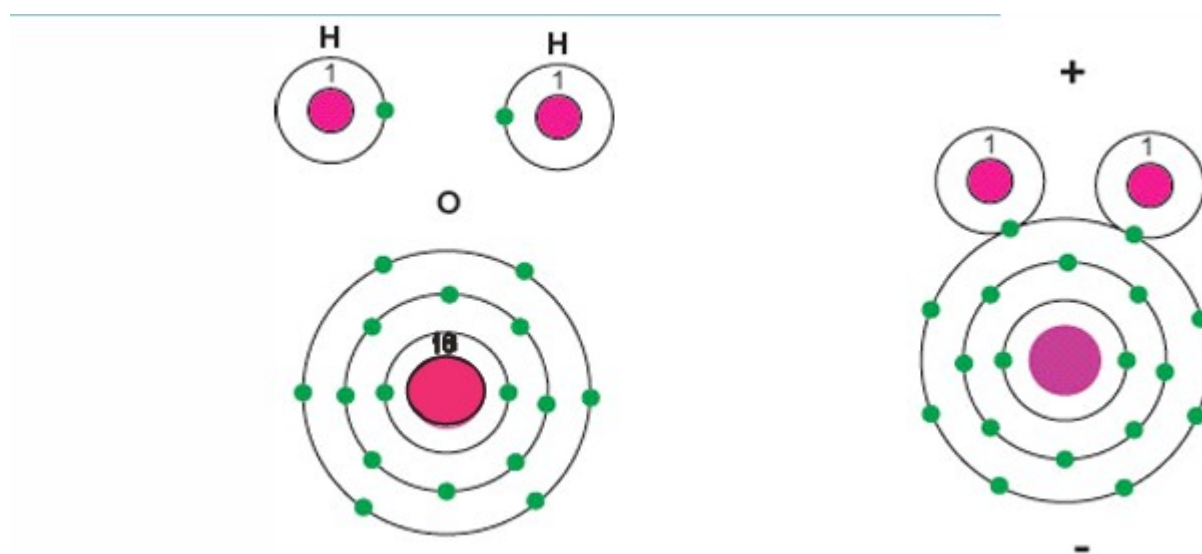
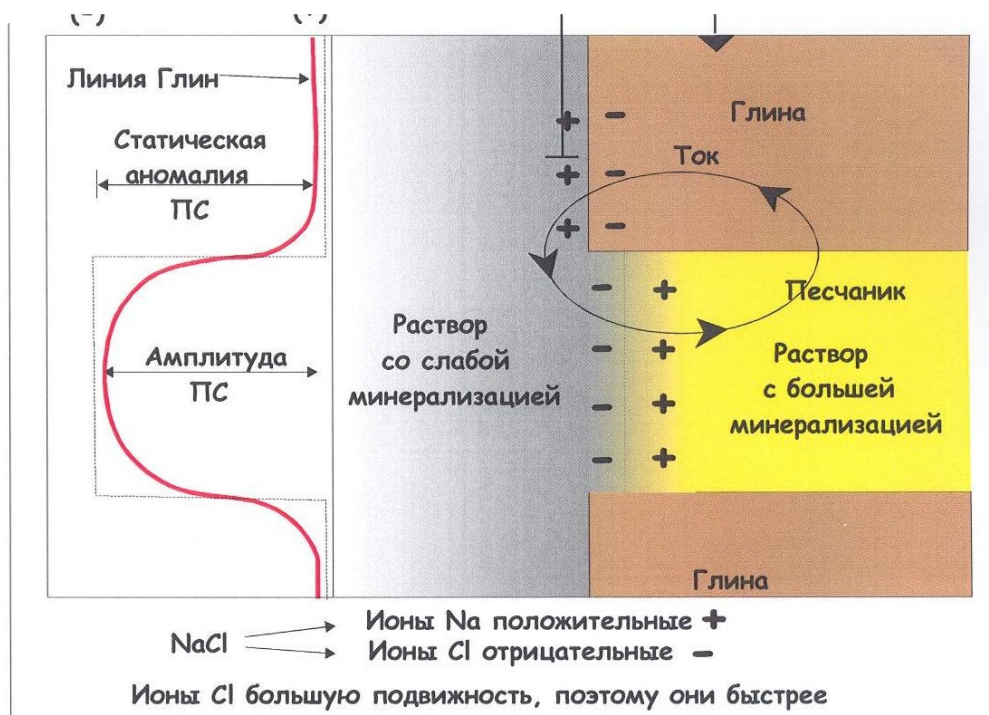


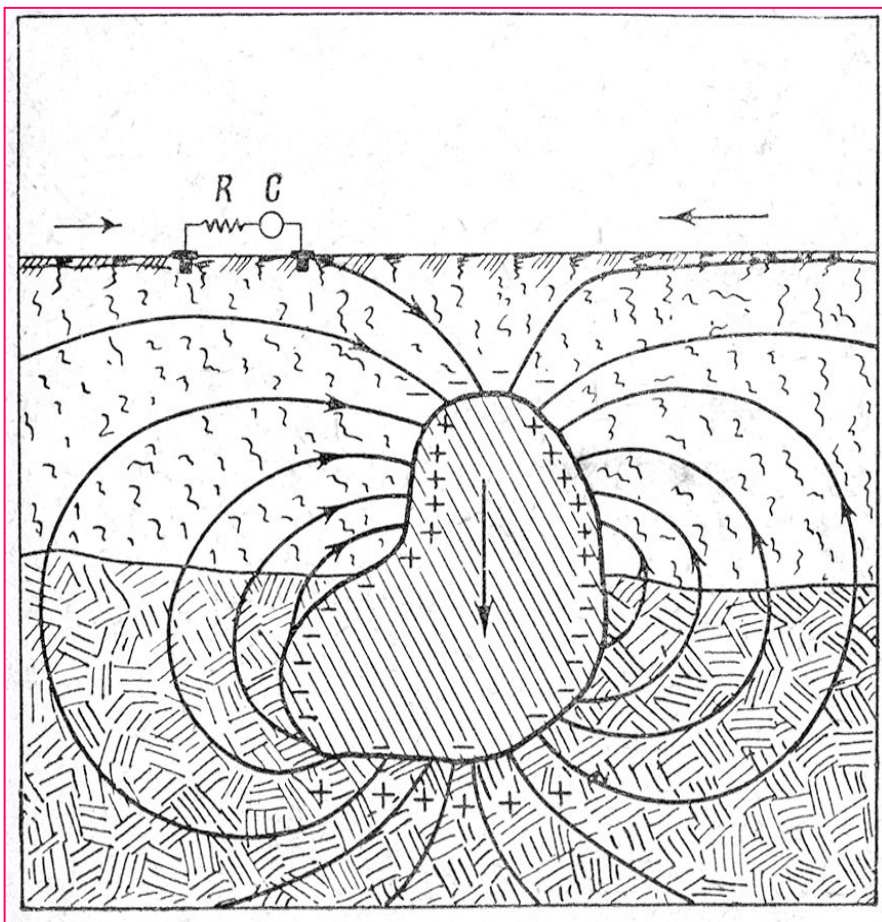
Рис. 2 - Образование полярной молекулы воды посредством ковалентных связей
Электрохимическая активность может иметь диффузионно адсорбционный, окислительно-восстановительный и фильтрационный характер.



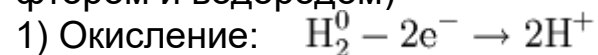
• Диффузионно-адсорбционная ЭДС возникает на границе растворов различной концентрации (пластовые воды и фильтрат промывочной жидкости) и на границе раствора и горной породы. Пластовые воды являются электролитами, поскольку в них присутствуют ионы растворенных солей, в большинстве случаев – ионы Na и Cl. Ионы диффундируют (распространяются) в стороны раствора меньшей концентрации, каким является пресная вода промывочной жидкости. Анионы (ионы Cl) двигаются быстрее, чем катионы (ионы Na). Поэтому в скважине напротив проницаемых пород (коллекторов) возникает объемный отрицательный заряд. Катионы адсорбируются (концентрируются) на поверхности твердых минеральных высокодисперсных частиц, эта поверхность заряжается положительно. Таким образом, диффузионно-адсорбционная активность возрастает с повышением содержания глинистого материала, и в скважинах против однородных высокодисперсных глинистых пород создается наибольшая положительная величина разности потенциалов. Наименьшими значениями диффузионно-адсорбционной активности характеризуются чисто песчаные и карбонатные

Окислительно-восстановительные потенциалы возникают в горных породах, содержащих минералы с электронной проводимостью. При контакте последних с раствором происходит реакция окисления потеря электронов. Например, Fe^{+2} окисление $\text{Fe}^{+3} + \text{e}^-$. Поверхность пород при этом заряжается положительно, а раствор отрицательно.

Фильтрационные потенциалы возникают при течении жидкости через горные породы под давлением. Жидкость увлекает часть ионов диффузного слоя. В результате капилляр заряжается положительно, а на его конце с высоким давлением возникает отрицательный потенциал. Таким образом, между концами капилляра возникает разность потенциалов течения - фильтрационная ЭДС. Диаграммы методов ПС характеризуют соответствующих потенциалов окислительно-восстановительных, изменения диффузионно-адсорбционных, окис фильтрационных. Наибольшее распространение получили методы, основанные на диффузионно адсорбционной активности. Таким образом, «естественные электрические поля в скважинах возникают благодаря протеканию на границе между породой и буровым раствором, а также между пластами различных электрохимических процессов, обусловленных диффузией солей, фильтрацией жидкости и окислительно-восстановительными реакциями» [



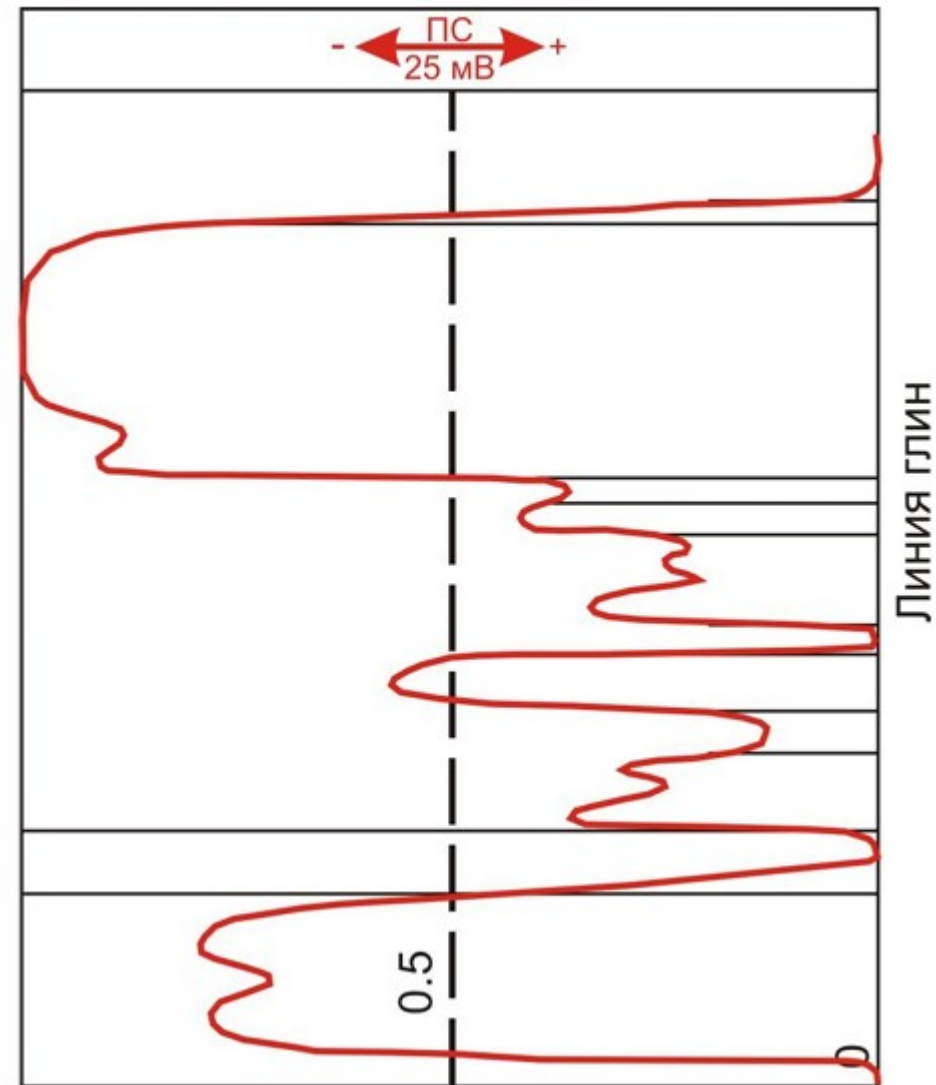
Представим тело, характеризующееся **электронной проводимостью** (залежь руды или пласт антрацита). В части залежи, **лежащей выше уровня грунтовых вод**, руда окисляется под действием кислорода и углекислоты, растворенных в поступающих с поверхности водах (окисляюще-растворяющие св-ва). По мере движения в более глубокие зоны количество растворенного кислорода и углекислоты уменьшается, и **ниже уровня грунтовых вод (в застойных водах)** растворы становятся щелочными и происходят реакции восстановления. (В процессе окислительно-восстановительной реакции **восстановитель отдаёт электроны, то есть окисляется**; **окислитель присоединяет электроны, то есть восстанавливается**.) (Пример реакции между фтором и водородом)



Т.е. верхняя часть залежи заряжается положительно, а нижняя – отрицательно.

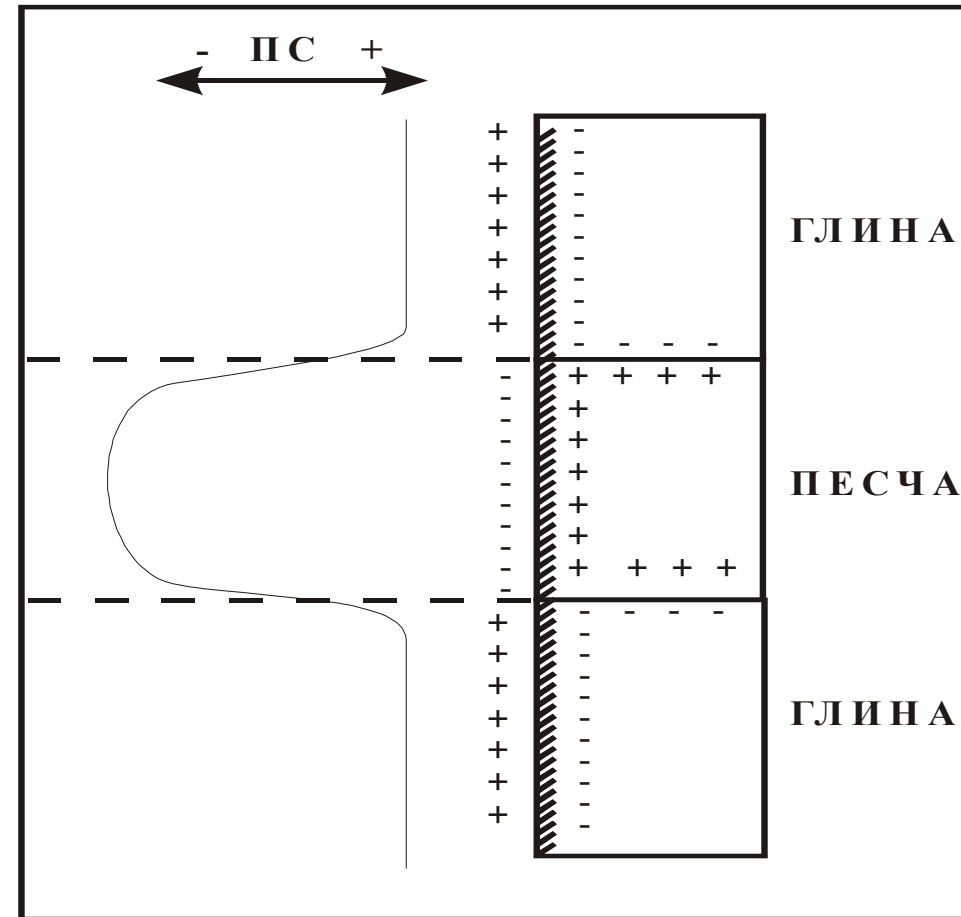
Вмещающие же породы (обладают ионной проводимостью и происходит обратное распределение зарядов) у верхнего конца залежи приобретают отрицательный заряд, а у нижнего – положительный. При исследовании с поверхности Земли рудное тело будет создавать отрицательную аномалию.

Диаграмма ПС не имеет нулевой линии. Горизонтальный масштаб зарегистрированной кривой ПС указывается числом миллиВольт, приходящимся на отрезок 2 см. Знаками «+» и «-», помещаемыми по краям этого отрезка указывается полярность кривой ПС. Отсчет берут справа налево. Обычно знаки «+» и «-» расположены так, что отклонение кривой ПС влево означает уменьшение потенциала, вправо - его увеличение. Ввиду отсутствия на диаграмме ПС нулевой линии в качестве условной нулевой линии, от которой отсчитывают отклонение кривой ПС в милливольт, используют линию глин, проводя ее по участкам кривой с наиболее положительными показаниями ПС, соответствующим интервалам разреза, которые представлены глинами. Вторая линия проводится по участкам кривой ПС с максимальным отрицательным отклонением, соответствующим интервалам разреза, представленным глинистыми неглинистыми песчаниками (рис. 5). Линия, соответствующая половине этого расстояния принимается, за условную границу между песчаными и алевроито-глинистыми



.Пример выделения пластов в терригенном разрезе по диаграмме ПС

Границы пластов на кривой ПС соответствуют точкам перегиба. При мощности пласта, превышающей 3 диаметра скважины (> 20 м), границы пластов составляют половину максимального отклонения амплитуды ПС. Чем меньше мощность пласта, тем больше смещаются границы пласта к максимуму кривой. Таким образом, метод потенциалов ПС является одним из основных методов электрометрии для исследования разрезов нефтяных и газовых скважин. Он позволяет решать круг геологических задач, связанных с изучением литологии разреза, установлением границ пластов, проведением корреляции разрезов, выделением в разрезах пород коллекторов, определением минерализации пластовых вод и фильтрата промывочной жидкости, определением коэффициента глинистости, пористости, проницаемости и нефтегазонасыщения.



Резюме: ПС

- Регистрирует изменение потенциалов, вызванное электрохимической и электрокинетической активностью
- Разделяет непроницаемые глины от проницаемых песчаников и карбонатов
- Показания в песчаниках отклоняются влево, в глинах - вправо
- Разрешение хорошее в высокопористых пластах и плохое - в низкопористых.
- Величина амплитуды зависит от соотношения между сопротивлениями пластовой воды и бурового раствора.
- По диаграмме можно вычислить сопротивление пластовой воды
- По диаграмме можно определить содержание глин