СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

Институт геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

GEO214 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН (ПРОДВИНУТЫЙ)

4 – лекция

Интерпретация диаграмм бокового каротажа

Д.т.н., профессор
Ратов Боранбай Товбасарович

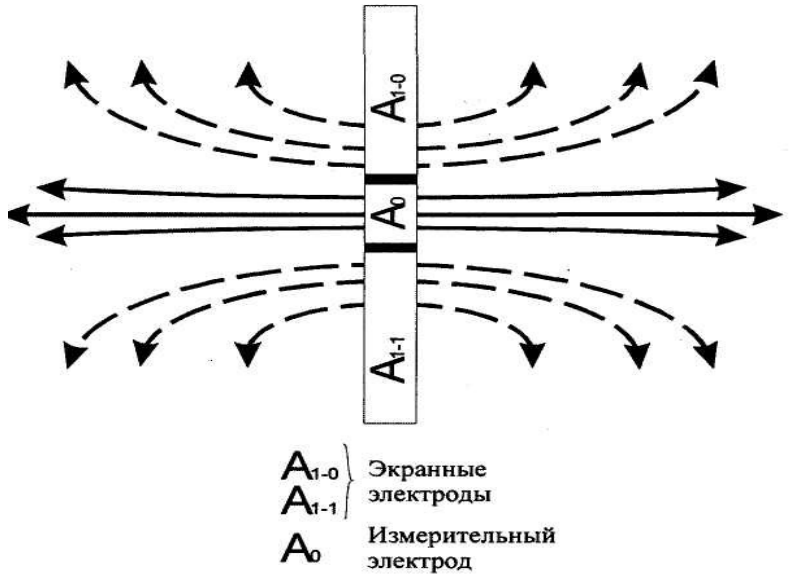
БОКОВОЙ КАРОТАЖ (БК)

БК - электрические исследования фокусированными зондами с фокусировкой тока в радиальном направлении с помощью экранных электродов. Измеряемая величина - кажущееся удельное электрическое сопротивление.

Значения кажущихся сопротивлений рк, измеряемые при боковом каротаже, слабо искажаются влиянием скважины и вмещающих пород. Поэтому БК эффективен при изучении разрезов с частым чередованием пластов, характерным, например, для карбонатных пород, а также в условиях высоких отношений удельных сопротивлений пород $\rho_п$ и промывочной жидкости ρ_c.

Благодаря высокому вертикальному, разрешению БК целесообразно применять также для исследования терригенных разрезов, разбуренных на пресных и минерализованных промывочных жидкостях.

Боковой трехэлектродный зонд состоит из центрального электрода A_0 и двух экранных Ai_{1-0} и A_{1-1}, разделенных изолирующими промежутками. При производстве ГИС на все три электрода подается одинаковое напряжение и измеряется величина падения напряжения между центральным электродом A_o и удаленным электродом расположенным на корпусе прибора.



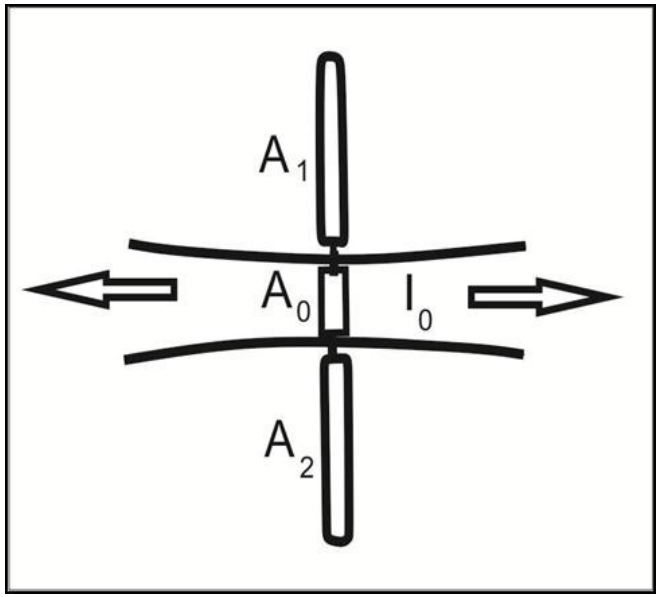
Метод экранированного заземления с фокусировкой тока (боковой каротаж)

Метод **БК** направлен на устранение основного недостатка классического метода **КС**, заключающегося во влиянии бурового раствора на измеренное $\rho_к$.

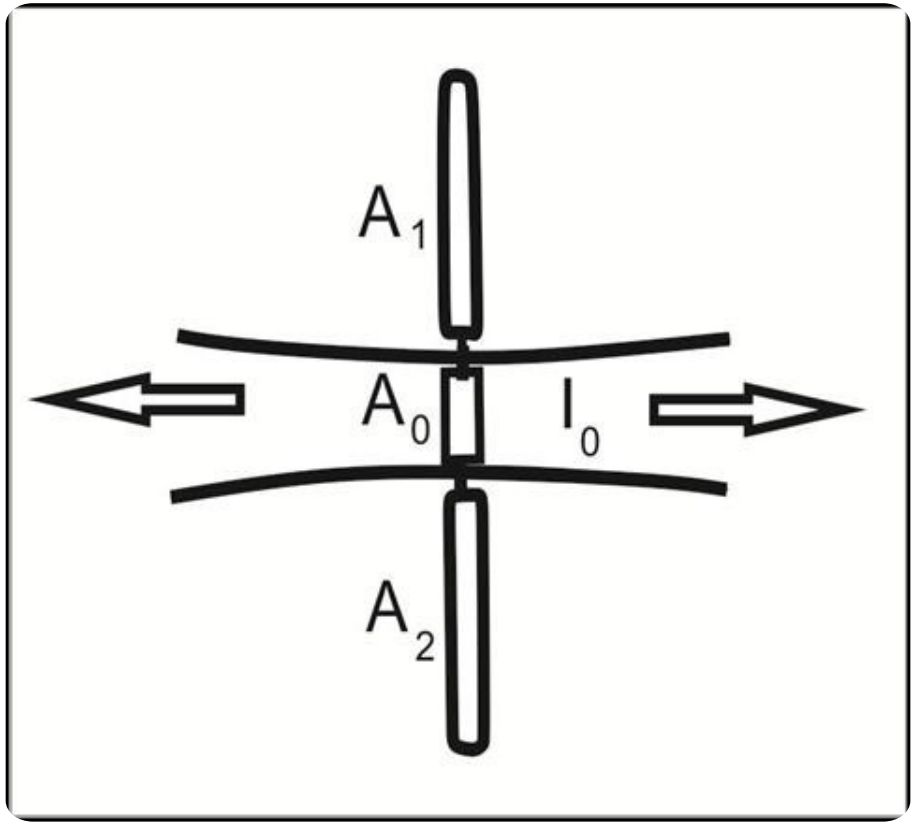
- Регистрация кривой сопротивления фокусированными зондами называется боковым каротажем (БК). Измеряемая величина - кажущееся удельное электрическое сопротивление. Единица измерения - Ом*м.
- Наиболее ценные результаты этот метод дает при каротаже тонких пластов, при большой разнице в сопротивлениях между пластами, вмещающими породами и буровым раствором

  $(\rho_{пл} / \rho_0 > 100$ и $\rho_{ВМ} / P_0 > 10)$.

•***Боковой метод*** **(БК)** - измерение УЭС (Омм) горных пород при помощи зонда, обеспечивающего распространение тока перпендикулярно стенке скважины.







•Трехэлектродный зонд бокового каротажа БК состоит из трех электродов удлиненной формы .

•Центральный электрод A_0 и, расположенныесимметрично относительно него два экранирующие электрода A_1 и A_2, представляют собой металлические цилиндры, разделенные между собой изоляционными прослойками.

•Через основной и экранные электроды пропускают *ток одной полярности* и обеспечивают этим равенство их потенциалов.

•Благодаря влиянию поля тока экранирующих электродов, ток I_0 центрального электрода направляется непосредственно в пласт слоем перпендикулярно оси скважины на значительное расстояние.

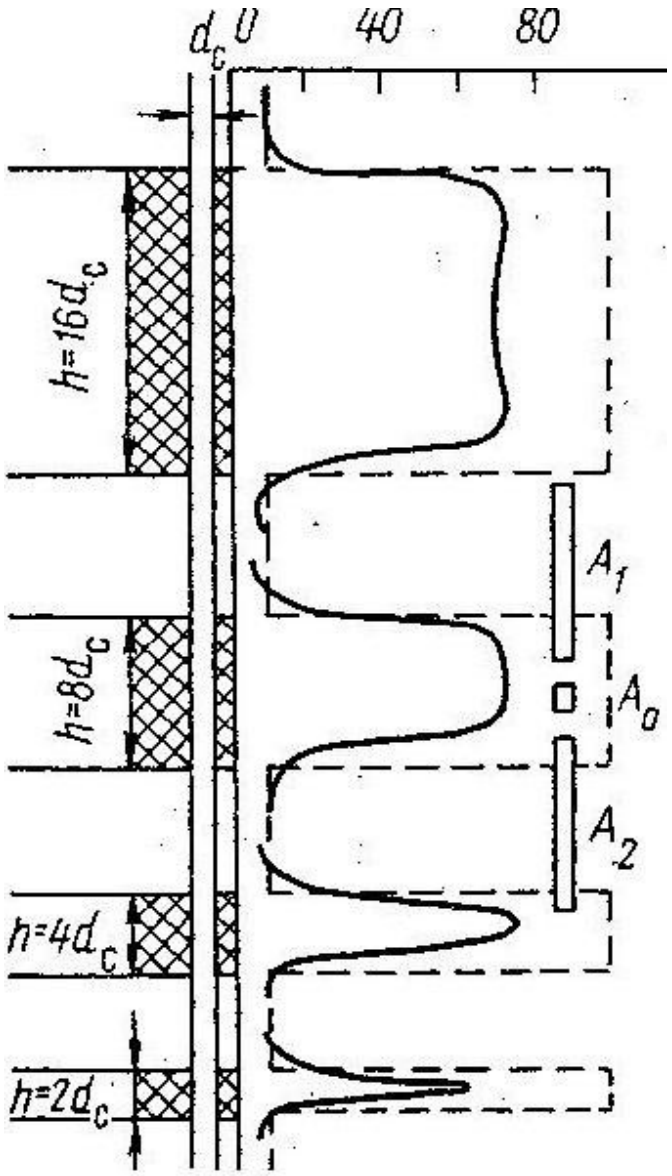
•Тем самым уменьшается влияние скважины и соседних пластов на результаты измерений.

•Сопротивление, регистрируемое при боковом каротаже, носит название эффективного и обозначается $\rho_э$ или $\rho_{эф}$ (иногда называют кажущимся и обозначают $\rho_к$). Величину ρэф рассчитывают по формуле:

•$\rho_{эф}=K(\Delta U/I_0)$,

•где *K*- коэффициент зонда, зависящий от размеров зонда; *ΔU* – разность потенциалов между любым из электродов зонда и удалѐнным от них электродом N, находящимся на кабеле

•. Единицей измерения служит ом-метр (Омм).



•Кривые БК симметричны относительно середины пласта. Границы пластов высокого сопротивления отбиваются по кривым трèхэлектродного зонда БК по еè резкому подъèму.

Интерпретация диаграмм бокового каротажа

Границы пластов на диаграммах БК находятся по точкам, соответствующим началу крутого подъема кривой по отношению к оси глубин. При определении границ пластов по диаграммам семи- и девяти электродных зондов верхняя граница проводится выше, а нижняя - ниже середины нисходящей (восходящей) линии кривой сопротивления на величину равную половине длины зонда. [2]

Мощность пласта определяется как разность между значениями глубин кровли и подошвы выделенного пласта.

Примеры интерпретации диаграмм

	Поведение кривых	Вывод
Водонасыщенный песчаник	Низкие и близкие значения кривых	Коллектор без нефти
Нефтенасыщенный пласт	Рост кривых, особенно БК-9	Пласт проницаемый, насыщен нефтью
Глина	ρк ≈ ρв	Непроницаемый слой
Переход к воде	Падение ρк вниз по разрезу	Контакт нефть–вода

Количественная интерпретация

На этом этапе проводится вычисление **истинного сопротивления пласта (ρп)** из зарегистрированных кривых ρк.

Используются:

•номограммы пересчёта (для конкретных зондов и диаметров скважин);

•графические или программные методы коррекции влияния зоны фильтрата;

•данные других методов ГИС (например, гамма-каротажа и нейтронного каротажа).

После нахождения ρп вычисляют **водонасыщенность (Sw)** по уравнению Арчи:

$$S_w = \sqrt[n]{\frac{a \cdot R_w}{\varphi^m \cdot R_t}}$$

где:

Rw — сопротивление пластовой воды,

Rt — истинное сопротивление пласта,

ф — пористость,

a, m, n — эмпирические коэффициенты, зависящие от пористой среды.

Факторы, влияющие на результаты интерпретации

- Диаметр скважины и толщина фильтрационной корки;
- Сопротивление бурового раствора и фильтрата;
- Радиус зонда и расстояние между электродами;
- Анизотропия и неоднородность пласта;
- Минерализация пластовой воды.

Без учёта этих факторов истинное сопротивление может быть занижено или завышено, что приведёт к неправильной оценке насыщенности.

Заключение

Интерпретация диаграмм бокового каротажа является **важнейшим этапом геофизической интерпретации скважинных данных**.

Метод позволяет:

- надёжно выделить коллекторы и непроницаемые слои;
- определить истинное сопротивление пород;
- оценить степень водо-, нефте- и газонасыщенности пластов;
- уточнить положение контактов и толщину продуктивных интервалов.

Благодаря высокой разрешающей способности и устойчивости к влиянию промывочного раствора, боковой каротаж остаётся **одним из базовых методов интерпретации геофизических исследований** в нефтегазовой геологии.