

Скважинный прибор для измерения диэлектрических характеристик пластового флюида. Принцип измерения.

Д.А. Коновалов, н.с. лаб. ФПС КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН

Измерение диэлектрических характеристик, под которыми, в рамках данного прибора, понимаются относительная диэлектрическая проницаемость и удельная проводимость, по виду измерений относится к косвенным измерениям.

По условию технического задания измерение диэлектрических характеристик пластового флюида выполняется на фиксированной частоте в несколько десятков мегагерц. На такой частоте относительная диэлектрическая проницаемость среды представляет собой комплексную величину:

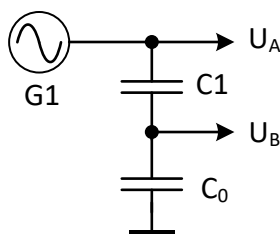
$$\varepsilon_r = \varepsilon_r' - j\varepsilon_r'' = \varepsilon_r' + \frac{\sigma}{j\omega\varepsilon_0},$$

где σ – удельная проводимость;

ω – угловая частота;

ε_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума.

В основу прибора положена измерительная схема, предложенная в работе [\[В. А. Гончаров, В. И. Архипов. Определение концентрационной зависимости диэлектрической проницаемости водного раствора ацетона по коэффициенту передачи четырёхполюсника//Вестник Казанского технологического университета, 2012, №14, т.15, стр. 60-63.\]](#). Измерительная схема представляет собой емкостный делитель, на вход которого подается синусоидальный сигнал:



C1 – конденсатор постоянной емкости с нулевым температурным коэффициентом емкости, C₀ – измерительная ячейка, заполняемая пластовым флюидом.

Измеряемыми величинами являются отношение амплитуд U_A/U_B и сдвиг фаз $\varphi = \Psi_A - \Psi_B$ синусоидальных сигналов.

Математический аппарат для данного прибора разработан В.А. Гончаровым. Вычисления действительной части относительной диэлектрической проницаемости и удельной проводимости выполняются по формулам:

$$\varepsilon' = \frac{1}{C_0} \left(C1 \frac{U_A}{U_B} \cos \varphi - (C1 + C_S + C_{IN}) \right);$$

$$\sigma = \frac{\varepsilon_0}{C_0} \left(\omega C_1 \frac{U_A}{U_B} \sin \varphi - \frac{1}{R_{IN}} \right),$$

где C_0 – емкость измерительной ячейки, заполненной воздухом;

C_S – паразитная монтажная емкость;

C_{IN} – входная емкость измерительной части прибора;

R_{IN} – входное сопротивление измерительной части прибора.