

УДК 550.832.55

К. В. Коротков

ОАО "Нижневартовскнефтегеофизика"

В. А. Велижанин

ООО "Нефтегазгеофизика"

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОЙ ПОРИСТОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ ПО КОМПЛЕКСУ ИМПУЛЬСНОГО И СТАЦИОНАРНОГО НЕЙТРОННЫХ МЕТОДОВ ГИС

Разработана технология количественной оценки фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) терригенных и карбонатных коллекторов по данным комплекса импульсного (ИННК, ИНГК) и стационарного (2ННК) нейтронных методов. Составление полученных результатов с данными ядерно-магнитного каротажа в сильном поле (ЯМТК) показало эффективность технологии. Приведены практические примеры.

Ключевые слова: коллекторы, эффективная пористость, каротаж, нейтронные методы.

Современные технологии строительства и ввода в эксплуатацию нефтегазовых скважин создают ряд технических и методологических проблем геофизического обеспечения бурения. Наиболее существенными факторами, влияющими в целом на качество геофизического обеспечения, являются:

- применение высокопроводящих промысловых жидкостей;
- усложнение пространственных траекторий стволов скважин и увеличение протяженности пологих участков;
- минимизация времени задалживания скважин на проведение ГИС;
- освоение нефтегазовыми компаниями новых месторождений, по которым отсутствует петрофизическое обеспечение ГИС.

Для сохранения информативности ГИС требуется своевременная модернизация технической и методической основы проведения каротажа. В процессе работы по оптимизации комплексов ГИС для современных условий бурения предприятием "Нижневартовскнефтегеофизика" совместно с ООО "Нефтегазгеофизика" разработана и внедрена в производство технология количественной оценки ФЕС коллекторов в открытом стволе, основанная на комплексировании импульсного (ИННК, ИНГК) и стационарного (2ННК) нейтронных

методов. Оцениваемым параметром предлагаемой методики является важнейшая характеристика коллектора – величина эффективной пористости.

Суть предлагаемой методики рассмотрим на примере песчано-глинистой породы, модель которой может быть описана выражением

$$1 = V_{\text{ск}} + V_{\text{гл}} + k_{\text{п.подв}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{ск}}$, $V_{\text{гл}}$ – объемы скелета породы и глинистых минералов с учетом связанной воды соответственно; $k_{\text{п.подв}}$ – объем подвижной воды (эффективная пористость). В рамках данной модели петрофизические зависимости для сечения захвата нейтронов Σ_a и водородного индекса по компенсированному нейтронному каротажу $k_{\text{п.нк}}$ записываются в виде

$$\Sigma_a = \Sigma_{\text{ск}} V_{\text{ск}} + \Sigma_{\text{гл}} V_{\text{гл}} + \Sigma_{\text{в.подв}} k_{\text{п.подв}}, \quad (2)$$

$$k_{\text{п.нк}} = V_{\text{гл}} k_{\text{п.гл}} + k_{\text{п.подв}} + \Delta k_{\text{п.плот}} + \Delta k_{\text{п.хим}}, \quad (3)$$

где $\Sigma_{\text{ск}}$, $\Sigma_{\text{гл}}$, $\Sigma_{\text{в.подв}}$ – сечения скелета породы, глины и подвижной воды соответственно; $\Delta k_{\text{п.плот}}$, $\Delta k_{\text{п.хим}}$ – поправки за плотность и химический состав породы. Суммарная величина последних двух поправок при условии определения $k_{\text{п.нк}}$ по палетке для соответствующего (кварцевого, кварц-полевошпатового) песчаника в терригенном разрезе много меньше остальной части правой части выражения (3). Учитывая этот факт, выражение (3) запишем в виде

$$k_{\text{п.нк}} \approx V_{\text{гл}} k_{\text{п.гл}} + k_{\text{п.подв}}. \quad (4)$$

При записи петрофизических связей (2)–(4) предполагалось, что в коллекторе соотношение между объемом глин и связанной водой сохраняется постоянным и равно этому соотношению в пласте глин. Тогда можно записать следующие выражения для объема скелета и объема глин:

$$V_{\text{гл}} = (k_{\text{п.нк}} - k_{\text{п.подв}}) / k_{\text{п.гл}}, \quad (5)$$

$$V_{\text{ск}} = 1 - k_{\text{п.подв}} - (k_{\text{п.нк}} - k_{\text{п.подв}}) / k_{\text{п.гл}}, \quad (6)$$

где параметры $k_{\text{п.гл}}$ и $\Sigma_{\text{гл}}$ – это пористость по НК (водородосодержание) и сечение пласта глин соответственно. Подставляя выражения (5) и (6) в (2), получаем формулу для расчета подвижной пористости, которая будет выглядеть следующим образом:

