

УДК 550.832

В. А. Велижанин, В. Г. Черменский  
ООО "Нефтегазгеофизика"

## К ВОПРОСУ О ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ ПО ДАННЫМ С/О-КАРОТАЖА АППАРАТУРОЙ АИМС

Рассмотрены вопросы контроля качества каротажных исследований текущей нефтенасыщенности породы аппаратурой АИМС.

*Ключевые слова:* горные породы, нефтенасыщенность, каротаж, точность определения.

В массовом порядке в России С/О-каротаж начал применяться для решения задачи оценки текущей нефтенасыщенности коллекторов с 1999 г. на базе аппаратуры АИМС. Исследования проведены в нескольких тысячах скважин. В методическом плане был пройден путь от так называемых "нормализованных отношений" [5] до "приращения кривой <С/О>" [6] и разложения спектров. В настоящее время основной для аппаратуры АИМС принята методика "приращения кривой <С/О>", модифицированная с учетом влияния глинистости коллектора на оценку нефтенасыщенности. Такое решение было обусловлено двумя факторами: во-первых, более высокой устойчивостью алгоритма, реализующего данную методику, и более высокой технологичностью указанной методики при тех же либо меньших требованиях к точности определения неконтролируемых и слабо контролируемых условий проведения каротажа, а именно: плотности цемента, диаметра скважины, минерализации пластового флюида и т. д.; во-вторых, крайне ограниченным числом натуральных моделей пластов. Последнее условие связано с выполнением действенного контроля результатов математического моделирования показаний аппаратуры, которые в дальнейшем должны использоваться в схемах с разложением регистрируемых спектров. Поскольку ряд требований к характеристикам аппаратуры С/О-каротажа зависит от используемой методики обработки, то ниже все рассуждения будут относиться к методике "приращения кривой <С/О>". Здесь также не будут рассматриваться погрешности оценки текущей нефтенасыщенности, обусловленные неконтролируемыми изменениями параметров ближней зоны

(диаметра скважины, толщины и диаметра обсадной колонны, плотности цемента и др.). Анализ влияния этих факторов был рассмотрен в ряде статей [1, 2, 4]. Однако с точки зрения текущего (на конкретной скважине) применения аппаратуры и выбранной методики обработки результатов измерений указанные погрешности не являются параметрами, контролирующими собственно качество проведенных каротажных исследований и их интерпретацию. Ниже рассмотрены вопросы контроля качества каротажных исследований при решении задачи оценки текущей нефтенасыщенности породы аппаратурой АИМС с позиции инструментальной погрешности метода и погрешности методики выполнения измерений и обработки их результатов.

Модель оценки текущей нефтенасыщенности коллекторов  $k_H$  в рамках методики “приращения кривой  $\langle C/O \rangle$ ” и неизменности условий измерений в скважине для случая терригенных отложений (без учета глинистости) записывается в следующем виде:

$$k_{H\omega} = (\langle C/O \rangle_{\text{опор}} - \langle C/O \rangle) / DCOR, \\ k_H = k_{H\omega} \times \omega / k_{\text{п.общ}}, \quad (1)$$

$$DCOR = g \times (\sigma_H / 0,80) \times \omega / (1 - \omega) \times (c + d \times V_{\text{кар}}),$$

где  $\omega$  – общее водородосодержание породы;  $k_{\text{п.общ}}$  – общая пористость породы,  $\sigma_H$  – плотность нефти в пластовых условиях;  $g$  – коэффициент чувствительности аппаратуры к насыщению;  $c$  и  $d$  – константы палеточных зависимостей аппаратуры;  $V_{\text{кар}}$  – содержание карбонатных примесей в породе. Опорная кривая  $\langle C/O \rangle_{\text{опор}}$  определяется выражением

$$\langle C/O \rangle_{\text{опор}} = \langle C/O \rangle_{\text{вода}} - (\omega_{\text{вода}} - \omega) \times (A + B \times V_{\text{кар}}), \quad (2)$$

где  $\langle C/O \rangle$  – отношение счетов в каналах неупругого излучения углерода и кислорода;  $\langle C/O \rangle_{\text{вода}}$  – значение  $\langle C/O \rangle$  в опорном, водонасыщенном пласте;  $\omega_{\text{вода}}$  – водородосодержание опорного, водонасыщенного пласта;  $A$  и  $B$  – константы палеточных зависимостей аппаратуры. Кривая “карбонатности” для терригенного разреза определяется выражением

$$V_{\text{кар}} = (\langle Ca/Si \rangle - \langle Ca/Si \rangle_{\text{опор}}) / \Delta \langle Ca/Si \rangle, \\ \Delta \langle Ca/Si \rangle = D + E \times \omega, \quad (3)$$

$$\langle Ca/Si \rangle_{\text{опор}} = \langle Ca/Si \rangle_{\text{песч}} + C \times (\omega_{\text{песч}} - \omega),$$

