

2. Ядерно-магнитный томографический каротаж / Р. Т. Хаматдинов, Е. М. Митюшин, В. Ю. Барляев, В. А. Мурцовкин, А. В. Малинин // НТВ "Каротажник". Тверь: Изд. АИС. 2002. Вып. 100. С. 138–169.
3. Пат. 2181901 РФ. Способ каротажа с использованием ядерно-магнитного резонанса и устройство для его осуществления / Митюшин Е. М., Барляев В. Ю., Хаматдинов Р. Т. 2002.
4. Малинин А. В. О некоторых возможностях ядерно-магнитного каротажа при геолого-техническом моделировании // НТВ "Каротажник". Тверь: Изд. АИС. 2004. Вып. 116–117. С. 23–43.
5. Khamatdinov R., Mityushin E., Murtsovkin V., Tiller D., Jonkers J. 2003, Field Test of a New Nuclear Magnetic Resonance Tool: Paper AAA. SPWLA 44 Annual Logging Symposium.

УДК 550.832.582

В. А. Мурцовкин, А. С. Зеленов
ООО "Нефтегазгеофизика"

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ И ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ДАННЫМ ЯДЕРНО-МАГНИТНОГО КАРОТАЖА

В работе представлены результаты, указывающие, что данные ядерно-магнитного каротажа (ЯМК) могут быть использованы не только для оценки проницаемости горных пород, но также и для расчета их электропроводности. В основе предлагаемого подхода лежит капиллярно-решеточная модель порового пространства. Показано, что совместное использование данных ЯМК с результатами электрического каротажа позволяет выделять пласты, содержащие углеводороды.

Одним из достоинств метода ЯМК при изучении свойств горных пород является возможность получения информации о распределении пористости по размерам пор. Это позволяет не только определять общую пористость пород, но и разложить ее на компоненты: микропористость глин, пористость, заполненную капиллярно-связанной водой, и пористость со свободным флюидом (с выделением каверновой составляющей) [1, 2].

С другой стороны, именно распределение пор по размерам является основным фактором, определяющим такие процессы переноса, как фильтрация и электропроводность. Однако на практике для интерпретации данных ЯМК используются эмпирические подходы, учитывающие лишь интегральные или усредненные параметры спектральных распределений сигнала ЯМК, такие, например, как доли свободной и связанной воды или среднелогарифмическое время поперечной релаксации намагниченности флюидов T_2 . Так, например, за рубежом для оценки проницаемости наиболее широко используются два следующих подхода [3–5].

Модель Тимура-Коатеса

$$k_{пр} = a_{TC} k_{п}^{b_{TC}} \left(\frac{k_{п.своб}}{k_{п.кап.св}} \right)^{c_{TC}} \quad (1)$$

где $k_{п}$ – коэффициент пористости; $k_{п.своб}$ – пористость, занятая свободным флюидом (ИСФ); $k_{п.кап.св}$ – содержание капиллярно-связанной воды; a_{TC} , b_{TC} и c_{TC} – эмпирические константы. Значения констант a_{TC} , b_{TC} и c_{TC} подбираются для каждого типа пород на основе соответствующих лабораторных измерений на образцах этих пород.

Значения $k_{п.кап.св}$ и $k_{п.эф}$ определяются по спектру времен релаксации с помощью специальных отсечек, позволяющих разделить воду на подвижную, капиллярно-связанную и воду глин. Значения этих отсечек также определяются из лабораторных ЯМР-исследований соответствующих типов пород.

Модель среднего логарифмического времени релаксации T_2

$$k_{пр} = a_{LM} k_{п}^{b_{LM}} T_{2LM}^{c_{LM}}, \quad (2)$$

где a_{LM} , b_{LM} и c_{LM} – эмпирические константы, которые, как и в предыдущем случае, определяются в процессе лабораторных ЯМР-исследований соответствующих типов пород. Среднее логарифмическое время T_{2LM} определяют непосредственно из спектра времен поперечной релаксации по формуле

