

Результаты исследований и работ ученых и конструкторов

УДК 553.98:554.72.02

В. А. Мурцовкин
ООО "Нефтегазгеофизика"

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЯДЕРНО-МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМАЧИВАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Предложена новая методика определения смачиваемости поверхности пор горных пород. В ее основе лежит капиллярно-решеточная модель пористой среды. Для реализации методики в качестве исходных данных используются спектры ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) и кривые капиллярного давления, полученные на исследуемых образцах горных пород. Приведены примеры практического использования предлагаемой методики для определения смачиваемости поверхности пор на образцах керна.

Ключевые слова: горные породы, пористая среда, смачиваемость, кривые капиллярного давления, спектры ЯМР.

Смачиваемость поверхности пор горных пород является важным физическим свойством коллектора, которое в значительной степени определяет процесс извлечения нефти из пласта. От нее зависят капиллярное давление, относительные фазовые проницаемости, а также коэффициент извлечения углеводородов. По этой причине тип

смачиваемости коллектора наряду с его фильтрационно-емкостными свойствами необходимо учитывать в проекте разработки месторождения.

В настоящее время в практике лабораторных исследований используют несколько методов определения смачиваемости твердых поверхностей. Применительно к пористым горным породам наиболее широкое распространение получили метод Амотта и метод Горного бюро США (USBM) [1, 8]. Тем не менее каждый из существующих методов не лишен определенных недостатков, что делает целесообразным продолжение поиска новых решений проблемы определения смачиваемости поверхности пор. Одним из направлений подобного поиска, в частности, являются работы, использующие для оценки смачиваемости эффект ЯМР-релаксации флюидов, заполняющих поры [10].

В данной работе рассмотрена еще одна новая возможность использования метода ЯМР для определения смачиваемости поверхности пор горных пород в лабораторных условиях. Чтобы понять суть предлагаемой методики, рассмотрим воображаемую ситуацию, когда на образце водонасыщенной горной породы проведены два измерения кривых капиллярного давления, то есть получены две зависимости капиллярного давления (P_k) от коэффициента водонасыщенности (k_b): первое – при идеальной смачиваемости поверхности пор, а второе – при ухудшенной смачиваемости.

Результаты подобных измерений схематически показаны на рис. 1, где кривая 1 соответствует идеальной смачиваемости, а кривая 2 – ухудшенной. В обоих случаях для того чтобы начался процесс вытеснения смачивающей жидкости из пор породы, к этой жидкости необходимо приложить внешнее давление, превышающее капиллярное в наиболее крупных порах. Поэтому для кривых 1 и 2 даже при $k_b \approx 1$ выполняется условие $P_k > 0$. Наибольшее значение P_k при любом k_b будет наблюдаться в случае идеальной смачиваемости (кривая 1).

При некотором произвольном значении коэффициента водонасыщенности k_{b_s} кривым 1 и 2 (рис. 1) будут соответствовать разные давления вытеснения. Для рассматриваемых случаев идеальной и ухудшенной смачиваемостей эти давления, согласно формуле Лапласа, будут, соответственно, равны

$$P_{k.1s} = \frac{4\sigma}{\delta_s}, \quad (1)$$

