

Результаты исследований и работ ученых и конструкторов

УДК 550.832.44

Н. А. Смирнов
ООО "Нефтегазгеофизика"

ИЗМЕРЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПОПЕРЕЧНОЙ ВОЛНЫ ПРИБОРАМИ ДИПОЛЬНОГО АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

Доказывается наличие ограничений в величине интервального времени поперечной волны (ΔT_S) в нефтяных скважинах. Максимально возможное значение ΔT_S оценивается в 1100 мкс/м. Приводится сравнительный анализ результатов измерений приборами ведущих зарубежных фирм и отечественным прибором АВАК. Показано, что понижение частоты дипольного излучения и применение приемной антенны не дают положительного эффекта в расширении диапазона измеряемых значений ΔT_S .

Ключевые слова: дипольный акустический каротаж, упругие волны в скважине, измерение параметров поперечной волны, аппаратура волнового акустического каротажа.

Краткая история метода

Решение многих задач в нефтяных скважинах связано с определением динамических модулей упругости горных пород (сдвига, Юнга,

объемного сжатия, коэффициента Пуассона). Для определения этих важных механических параметров горных пород необходимо знать всего три геофизических параметра: объемную плотность и интервальные времена продольной и поперечной волн. Объемная плотность и интервальное время продольной волны давно и успешно измеряются радиоактивным (ГГК-П) и акустическим (АК) методами. Гораздо более сложной задачей оказалось измерение интервального времени поперечной волны. Дело в том, что на начальном этапе развития акустического метода применялись только монополярные измерительные зонды. При монополярном способе возбуждения упругих колебаний в скважине поперечная волна вступает после продольной волны и находится в зоне интерференции с продольной и поверхностными волнами, называемыми псевдорэлеевскими или отраженными коническими. Для выделения пакета поперечной волны в общей волновой картине монополярного зонда разрабатывались различные способы. Наибольший успех пришелся на способ накопления когерентных колебаний с помощью многоканальной антенной решетки [15]. В акустическом каротаже один из вариантов этого способа получил название STC (Slowness-Time Coherence) [10]. Этот способ был применен к обработке данных цифрового монополярного прибора Array Sonic фирмы Schlumberger, измерительный зонд которого содержал приемную антенну из восьми равномерно расположенных вдоль оси зонда приемников. Однако даже применение сложных систем наблюдения (зондов) и способов обработки данных не позволяло производить прямое измерение интервального времени поперечной волны (ΔT_S) в низкоскоростных геологических разрезах, когда $\Delta T_S \geq \Delta T_O$, где ΔT_O – интервальное время продольных колебаний в промысловой жидкости. Для этого использовали косвенный способ на основе соотношения между интервальными временами поперечной и поверхностной волны Стоунли в ее низкочастотном пределе [4]. Обычно низкочастотную волну Стоунли называли трубной волной. Такое определение было весьма неточным и не получило широкого применения в промысловой геофизике, поэтому поиски способа прямого измерения параметров поперечной волны продолжались. Уайт (J. White) предложил использовать противоположно расширяющиеся (дипольные) электроакустические преобразователи, положив тем самым начало новому методу, известному как дипольный акустический каротаж [20]. Первое сообщение о практическом применении

