

УДК 550.832.46

Т. С. Попкова, Р. У. Исянгулов, И. А. Борискина
ОАО «Когалымнефтегеофизика»
Н. В. Козяр, А. С. Варыхалов
ООО «Нефтегазгеофизика»
Р. Р. Хафизов
ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»
А. А. Матковский
ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть»

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КАРОТАЖА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ ОБСАДНЫХ КОЛОНН

Описаны теория метода ультразвуковой цементометрии на отраженных волнах; технологии, применяемые для улучшения качества первичного материала при исследовании скважин; преимущества данного метода над стандартными методами интегральной акустики (АКЦ); используемая аппаратура. Рассмотрены практические примеры применения метода и сравнение со стандартными методами оценки качества цементирования.

Ключевые слова: ультразвуковая цементометрия, отраженный сигнал, акустический импеданс.

Введение

Цементное кольцо, создаваемое между обсадной колонной и стенкой скважины, должно обеспечивать гидроизоляцию пластов на протяжении всего периода эксплуатации скважины, так как от этого зависят ее экологические, технологические и экономические составляющие.

Акустический каротаж уже много лет используется для оценки качества сцепления цемента за колонной. Первые приборы и методы основывались на измерении амплитуды и времени первых вступлений продольной волны по колонне, распространяющейся от источника к приемнику. Излучатель и приемники были всенаправленными с частотой излучения примерно 20 кГц. Качество цементирования оценивалось по степени соответствия упругой волны, распространяющейся по обсадной колонне, нормальной волне, формирующейся

в волноводе (металлическая труба, окруженная жидкостью). Позже была установлена связь между прочностью цемента на сжатие и затуханием продольной волны по колонне.

Недостатком данного метода является невозможность разделения между собой таких дефектов цементного камня, как свободная колонна или микрозазор между колонной и цементом, канал в цементном камне или кавернозный цемент [1]. Ввиду большого количества неопределенностей АКЦ [3] для оценки герметичности затрубного пространства необходимо использовать дополнительные критерии, определенные с помощью математической статистики, что не всегда однозначно для близко расположенных коллекторов. Поэтому в последние годы возросло понимание важности применения ультразвукового акустического каротажа для качественной оценки сцепления цементного камня с колонной с целью исключения гидравлической связи между пластами разного насыщения.

Таким образом, задачей ультразвуковой цементометрии обсаженных скважин является уточнение результатов стандартной акустической цементометрии, а именно выявление типа дефектов цементного камня (продольных каналов и кольцевых зазоров) по всему периметру скважины, которые могут нарушать герметичность цементного кольца.

Методика и аппаратура

Принцип работы ультразвуковой цементометрии на отраженных волнах сочетает в себе два акустических метода: эхометод и реверберационный, которые в комплексе образуют эхореверберационный метод. Эхометод основан на регистрации эхосигналов от дефектов. Реверберационный (метод многократных отражений) основан на анализе времени объемной реверберации, то есть процесса постепенного затухания звука в некотором объеме объекта контроля [2].

Акустический сигнал излучается преобразователем, который совмещает в себе функции источника и приемника. Часть сигнала отражается от внутренней стенки колонны, а другая часть попадает в колонну и начинает многократно отражаться от ее стенок. Далее отраженный от внутренней стенки колонны и резонирующий внутри колонны сигналы попадают обратно в излучатель (рис. 1).

