

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Первушина Владимира Владимировича** «Методические и технические средства повышения эффективности метрологического обеспечения аппаратуры гамма-гамма каротажа для нефтяных и газовых скважин», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Метрологическое обеспечение (МО) является одной из основных составляющих технологии геофизических исследований скважин (ГИС). От уровня метрологического обеспечения зависит ценность получаемых результатов, возможность их использования для количественной оценки параметров исследуемого разреза скважины. Для ядерных методов ГИС технические средства МО традиционно выполняются в виде моделей пластов, воспроизводящих те или иные свойства породы

Для гамма-гамма методов до последнего времени использовались стандартные образцы, разработанные в конце прошлого века. С тех пор значительно изменилась номенклатура аппаратуры, ее габаритные и точностные характеристики. Одновременно возросли требования заказчиков геофизических работ к полноте и точности результатов ГИС. Все это делает актуальной задачу усовершенствования технических средств и методик метрологического обеспечения измерений гамма-гамма методом.

Диссертация В.В. Первушина состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы (69 наименований). Общий объем работы 120 страниц, включая 24 таблицы и 40 рисунков. По теме диссертационной работы опубликовано десять научных работ, в том числе две печатных работы в рецензируемом научном издании, двух патентах РФ на изобретение и четырех патентах РФ на полезную модель.

В первой главе дается обзор современного состояния аппаратуры, с которой реализуются гамма-гамма методы исследования скважин - плотностного, литоплотностного каротажа, а также аппаратуры для контроля технического состояния обсаженных скважин. Описывается история создания стандартных образцов для калибровки соответствующей скважинной аппаратуры и дается оценка состояния технической базы метрологического обеспечения на момент начала работы автора. Формулируются цели и задачи диссертационной работы.

Во второй главе описываются результаты разработки комплекта стандартных образцов для аппаратуры плотностного и литоплотностного каротажа нефтяных и газовых скважин. Формулируются требования к комплекту, а именно:

- образцы должны воспроизводить значения плотности ρ и эффективного атомного номера $Z_{\text{эфф}}$ во всем диапазоне изменения этих параметров в осадочных породах;
- значения ρ и $Z_{\text{эфф}}$ в образцах должны меняться независимо;

- относительная погрешность значения плотности в образцах не должна превышать 0.5%, а абсолютная погрешность значения $Z_{эфф}$ – не более 0.2 ед;
- конструкция образцов должна максимально близко воспроизводить реальные условия измерений в скважине с открытым стволом.

Стандартные образцы представляют собой модели пластов, пересеченных скважиной. Для их изготовления использовались природные материалы – гранулы кальцита и кварцита разных фракций. Два образца выполнены в виде монолитных блоков. Комплект включает в себя 9 образцов, характеристики которых удовлетворяют сформулированным требованиям.

Изготовление таких моделей – весьма сложная техническая задача. Необходимо подобрать материалы без заметного содержания тяжелых элементов, так как даже небольшое их присутствие приводит к искажению значения $Z_{эфф}$ образца. Конструктивные элементы скважины также не должны содержать металла и одновременно обеспечивать надежную гидроизоляцию скважины и основного объема модели. Важным моментом является технология заполнения большого объема модели сыпучим материалом с разными фракциями. Технология должна обеспечивать однородность распределения всех компонент в объеме образца и исключать возможность их перераспределения во времени. Автором проделан большой объем предварительных экспериментов для выработки соответствующей технологии укладки.

Значения параметров (плотности ρ и эффективного атомного номера $Z_{эфф}$), воспроизводимых стандартными образцами, определялись расчетным путем по данным о составе образцов. При расчете погрешности этих значений учитывались погрешности измерения массовой доли отдельных компонент, погрешности значений содержания примесей использованных материалах и погрешность неоднородности укладки материалов. Последняя составляющая погрешности определялась экспериментально.

На созданном комплекте стандартных образцов проведен большой объем измерений с аппаратурой разных типов. Анализ полученных данных показал, что значения аттестованных параметров стандартных образцов (плотности ρ и эффективного атомного номера $Z_{эфф}$) и их погрешности определены корректно и удовлетворяют сформулированным требованиям. Об этом свидетельствует тот факт, что материалы по аттестации стандартных образцов прошли экспертизу и им присвоен ранг Государственных стандартных образцов.

Результаты исследования групповых метрологических характеристик партии аппаратуры плотностного гамма-гамма каротажа показали, что чувствительность к плотности для отдельных экземпляров заметно отличается от стандартной. Это приводит к завышению погрешности при определении нормировочного коэффициента градуировочной зависимости по измерению на одном образце. Автором предложено определять этот коэффициент по совокупности измерений во всех образцах. В работе показано, что это позволяет значительно подавить погрешность от нестандартности чувствительности аппаратуры.

Номенклатура параметров стандартных образцов позволяет оценить влияние плотности породы на результаты измерения эффективного атомного номера $Z_{эфф}$. Автором показано, что это влияние значимо и зависит от конструкции зондовой части аппаратуры. По результатам измерений на образцах получены достоверные зависимости для определения $Z_{эфф}$ с учетом изменения плотности породы.

Полный комплект образцов необходим для первичной градуировки аппаратуры, оптимизации зондов разрабатываемых приборов. Для периодической калибровки аппаратуры в условиях геофизического предприятия автором предложена компактная трехсекционная установка, собранная в одном корпусе и воспроизводящая три значения плотности породы и эффективного атомного номера в диапазоне измерения этих параметров. Такая установка была собрана и испытана. Установлено отсутствие влияния параметров соседних секций и перегородок на результаты измерений в рабочих точках установки. Параметры установки, определенные расчетным путем, хорошо согласуются с результатами измерений на стандартных образцах.

По результатам второй главы можно сказать, что автором сделан значительный шаг в области метрологического обеспечения плотностного и литоплотностного каротажа нефтяных и газовых скважин. Создан комплект стандартных образцов с достоверно установленными значениями плотности ρ и эффективного атомного номера $Z_{эфф}$ во всем диапазоне изменения этих параметров и погрешностей этих параметров. Образцы адекватно воспроизводит условия измерения в реальных скважинах, что позволяет калибровать приборы любой конструкции. О ценности образцов свидетельствует тот факт, что практически все изготовители аппаратуры ГГК обращаются в Центр Метрологии и Сертификации для ее калибровки.

В качестве замечания по этой главе следует сказать, что автор не исследовал влияние состава и плотности промывочной жидкости на точность измерения параметров породы.

В третьей главе описываются результаты разработки технических средств и методики метрологического обеспечения измерений с аппаратурой для контроля технического состояния обсаженных скважин гамма-гамма методом. Здесь количество факторов, характеризующих условия измерения очень велико (диаметр скважины и колонны, плотность цементного камня и породы, эксцентриситет и толщина стенки колонны). Воспроизвести все это многообразие в виде образцов – задача не реальная.

Автор решил (на мой взгляд, вполне оправдано) ограничиться наиболее важным случаем – эксплуатационными скважинами диаметром 216 мм с колоннами 168 и 146 мм. Для дальнейшего сокращения количества образцов в диссертации предложено сделать отдельно блоки, моделирующие породу с разной плотностью и отдельно сменные колонны с цементным кольцом. Всего было изготовлено 13 колонн и 4 блока. Комбинируя эти элементы, можно воспроизвести все возможные условия измерений.

На созданных образцах проведены измерения серийным прибором СГДТ, по результатам которых получены количественные оценки чувствительности показаний на зондах к изменению толщины стенки колонны, плотности цементного камня и плотности породы. Показано, что чувствительность показаний большого зонда к изменению плотности породы в общем случае соизмерима с чувствительностью к изменению плотности цементного камня, что приводит к большим погрешностям определения, плотности цементного камня. Получены поправочные зависимости для учета изменения плотности породы, использование которых снижают эту погрешность до приемлемого уровня.

Для обеспечения технологичности учета влияния плотности породы автором предложено в аппаратуру типа СГДТ ввести третий (дополнительный) зонд с повышенной чувствительностью к плотности породы. Для оценки возможности реализации этой идеи проведены расчеты показаний трехзондового прибора при разной длине дополнительного зонда. По результатам расчетов построена система из трех уравнений относительно трех параметров - толщины стенки колонны, плотности цементного камня и плотности породы. Установлено, что оптимальной является длина дополнительного зонда 600-650 мм, при которой получается минимальная погрешность искомых параметров. С использованием результатов расчетов был изготовлен макет трехзондового прибора и проведены измерения в стандартных образцах и в скважине. Результаты этих исследований показали, что измерение параметров обсадки трехзондовым прибором позволяет исключить влияние изменения плотности породы.

По этой главе нужно сделать следующие замечания. Автор излишне подробно описывает мелкие детали работы, приводит многочисленные таблицы, иллюстрирующие определение параметров образцов обсадки. Подпись под рис 3.9 «Сопоставление чувствительности...», а приводится зависимость скорости счета от плотности цемента. На рисунке 3.10 на оси ординат написано «Нормированная скорость счета, имп/мин». Не указано, на что нормировано и почему имп/мин.

Основные результаты диссертационной работы получены путем экспериментальных исследований, при этом измерения дублировались, и результаты взаимно контролировались. Результаты расчетов заверялись данными экспериментов. Поэтому обоснованность и достоверность результатов работы не вызывает сомнений.

Разработанные и созданные стандартные образцы являются современным фундаментом метрологического обеспечения измерений методами гамма-гамма каротажа. На их основе будет совершенствоваться аппаратура и методика измерений этими методами.

Основные результаты диссертации опубликованы, докладывались на отраслевых научно-практических конференциях. Некоторые технические решения имеют оригинальный характер и защищены патентами РФ. Автореферат достаточно полно и адекватно отражает результаты, изложенные в диссертации.

В целом работа В.В.Первушина является научно-квалификационной работой и отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. № 842 предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук. Ее автор, Первушин Владимир Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Официальный оппонент
Генеральный директор ООО «НПП Энергия»,
доктор технических наук



Черменский В.Г.

31.05.2017 г.

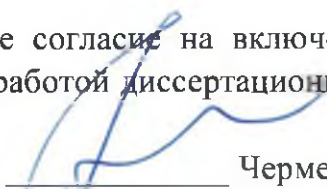
Черменский Владимир Германович
доктор технических наук, специальность ВАК 25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых», генеральный директор Общества с ограниченной ответственностью научно производственное предприятие «Энергия», (ООО «НПП Энергия»).

Адрес: 170000, Тверь, ул. Индустриальная, д. 2 к.1

Тел.: +7 963 635 8578

E-mail: cherm62@mail.ru

Я, Черменский Владимир Германович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.



Черменский В.Г.

Подпись генерального директора ООО «НПП Энергия», доктора технических наук Черменского Владимира Германовича заверяю

Должность

*главный бухгалтер
Моздета Ю.*



ФИО