

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по инновационной деятельности
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий»
(ФГБОУ ВО «УфимНТИ-МИТ»)



Г.К. Агеев

« 11 ноября 2023 г. »

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу **СЕ МИНЦЮНЬ** «Моделирование фильтрационно-емкостных свойств нефтяных коллекторов и процесса гамма-гамма цементометрии при геофизических исследованиях в скважинах», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 «Геофизика»

Актуальность исследований

Диссертационная работа Се М. посвящена развитию методов моделирования, оценки фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллекторов и качества цементирования скважин. Выполненный автором анализ проблем данного направления показал, что состояние разработки нефтегазовых месторождений и потребность в углеводородах требуют создания новых и совершенствования существующих геофизических методов для повышения эффективности исследования нефтяных и газовых скважин. Поэтому тематика диссертационной работы Се М. представляется *актуальной* и соответствующей общим тенденциям современного развития методов интерпретации данных геофизических исследований в скважинах.

Цель и задачи исследований

Целью диссертационных исследований является разработка методов интерпретации данных геофизических исследований скважин с использованием математического моделирования ядра и процесса каротажа для повышения точности оценки ФЕС нефтяных коллекторов и качества цементирования колонного пространства скважины. Достижение цели подразумевает создание новых, а также модификацию существующих методик моделирования и интерпретации данных геофизических исследований скважин.

Для реализации научной цели автором сформулированы следующие *задачи*:

- создание цифровой модели ядра для изучения изменения комплексной относительной диэлектрической проницаемости (ОДП) сланцев в зависимости от частоты измерений при разном содержании пирита;
- изучение влияния проникновения бурового раствора и анизотропии пласта на результаты измерения удельного электрического сопротивления (УЭС) по многозондovому боковому каротажу (МнБК) в открытом стволе скважины для

создания методики быстрого решения обратной задачи;

- исследование характеристик коллекторов с различной структурой пор на спектре пористости, полученном с помощью метода электрического сканирования FMI, установление критерия разделения структуры пор на основе данных электрического сканирования стенок скважин;

- разработка программы моделирования гамма-гамма цементометрии (ГГЦ) методом Монте-Карло, изучение распределения поля гамма-квантов и определение влияния толщины колонны и плотности заколонной среды на показания детекторов;

- создание методики расчета плотности цемента с использованием метода Гаусса – Ньютона при центрированной и эксцентричной колонне на основе данных гамма-гамма цементометрии.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Изложена на 145 страницах, включая 62 рисунка, 25 таблиц и 68 формул.

Во *введении* рассмотрены актуальность, цель, задачи исследований, сформулированы защищаемые положения, научная новизна, практическая значимость и приведена информация об апробации.

В *главе 1* соискателем выполнен обзор современного состояния и тенденций в исследовании характера насыщения коллектора электрическими и электромагнитными методами и оценке качества цементометрии. Приведены результаты применения технологии цифрового моделирования керна, рассмотрены известные работы определения электрических свойств и структуры пор пластов, описана история развития технологий контроля технического состояния обсаженных скважин.

В *главе 2* изложены материалы, доказывающие первое защищаемое положение. В рамках разработки новой методики диссертантом показано, что вид распределения и объемное содержание пирита значительно влияет на эффект дисперсии сланцев. Показано, что эффект дисперсии сланцев с агрегированным распределением пирита можно игнорировать, а относительная диэлектрическая проницаемость сланца с рассеянным распределением пирита заметно уменьшается с увеличением частоты. На практическом примере показана эффективность реализации методики определения водонасыщенности с учетом вклада пирита в общую относительную диэлектрическую проницаемость.

Глава 3 содержит материалы, подтверждающие второе защищаемое положение. Автором показано, почему при определении удельного сопротивления неизменной части пласта следует учитывать радиус проникновения, коэффициент анизотропии и угол падения пластов. Приведен пример использования методики 3D инверсии данных многозондового бокового каротажа с использованием алгоритма Левенберга–Марквардта. Вторая часть главы посвящена исследованию характеристик коллекторов с разным типом структуры пор на спектрах пористости. Практический пример показывает, что при определении структуры порового пространства коллекторов оценочный индекс структуры пор, построенный на основе данных электрического сканирования стенок скважин, может дать те же

выводы, что и эксперименты на керне и при ядерно-магнитном каротаже.

В главе 4 выполнено обоснование третьего защищаемого положения. Автором рассмотрена программа и создан новый способ решения прямой задачи гамма-гамма цементометрии с использованием метода Монте-Карло, позволяющий моделировать процессы распространения гамма-излучения в обсаженной скважине. Дано текстовое и математическое описание предлагаемого алгоритма решения обратной задачи. Представлены особенности нового алгоритма при количественной интерпретации данных гамма-гамма цементометрии. В результате применения предложенного алгоритма показано, что он обладает достаточной точностью при центрированной и эксцентричной колонне в скважине.

Заключение содержит основные результаты разработки и применения защищаемой технологии исследований.

Список литературы насчитывает 112 наименований источников.

Автореферат с необходимой полнотой отражает содержание диссертационной работы и содержит основные результаты выполненных исследований.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Соискателем разработана методика коррекции водонасыщенности, основанная на исследовании цифровой модели керна, предназначенная для определения поправки расчетных параметров водонасыщенности пиритсодержащих сланцевых пород. С учетом распределения и содержания пирита в сланцевых коллекторах получены формулы расчета соответствующих параметров.

Выносимые на защиту научные положения обладают достаточной степенью достоверности, о чем свидетельствуют примеры успешного практического применения разработанных методов.

Разработанная автором методика решения обратной задачи многозондового бокового каротажа позволяет решать проблему низкой скорости традиционной 3D-инверсии, определять радиус проникновения фильтрата бурового раствора и удельное электрическое сопротивление неизменной части пласта. Предложенный оценочный индекс структуры пор позволяет количественно классифицировать типы структуры пор на основе данных электрического сканирования стенок скважин. Результаты исследования электрического и фильтрационно-емкостных свойств коллекторов подтверждены данными эксперимента на керне и другими каротажными методами.

Созданная диссертантом программа моделирования гамма-гамма цементометрии методом Монте-Карло может использоваться для уточнения зависимости показания приборов ГГЦ «Карсар-8-ГП» от влияющих факторов. Модульная конструкция программы позволяет применять её для изучения других приборов гамма-гамма цементометрии или исследования гамма-гамма метода в открытых скважинах.

Предложенная соискателем методика решения обратной задачи ГГЦ на основе метода Гаусса – Ньютона может быть использована для определения характерных параметров изучаемого прибора при определении плотности цемента.

Приведенные в работе результаты исследований имеют научную новизну и несомненную практическую значимость.

Замечания по диссертационной работе

1. Многочисленные ссылки на работы ученых в теоретической части исследования, с одной стороны, демонстрируют широкий кругозор автора и изученность рассматриваемых вопросов. Однако, с другой стороны, не позволяют иногда понять собственную позицию диссертанта с четко сформулированными аргументами, особенно в отношении моментов, заявленных в научную новизну исследования.

2. В работе имеются стилистические обороты, затрудняющие понимание основного текста.

3. Следует отметить погрешности оформления работы. Например, некоторые таблицы и заголовки к ним, а также рисунки и подрисуночные подписи, располагаются на разных страницах текста.

4. В разделе 4.1 упомянуто моделирование гамма-гамма цементометрии при наличии эксцентриситета прибора в скважине, но не представлены результаты моделирования и влияние эксцентриситета прибора на энергетические спектры и скорость счета детекторов.

Высказанные замечания не влияют на обоснованность научных положений и не умаляют достижений соискателя.

Выводы

Диссертация Се М. посвящена решению актуальной задачи геофизических исследований в скважинах, содержит новые научные результаты, является законченной научно – квалификационной работой, имеющей важное практическое значение. Диссертация изложена грамотным научным языком, обладает внутренним единством, хорошо оформлена, содержит фактический материал, подкрепленный большим количеством иллюстраций и таблиц.

Основные результаты диссертационных исследований представлены в 12 публикациях, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК (7 статей), в журналах, индексируемых в РИНЦ (5 статей), и докладывались на 6 международных и всероссийских конференциях.

Результаты и выводы диссертационной работы рекомендуются к использованию при проведении геофизических исследований в скважинах для оценки фильтрационно-емкостных свойств коллекторов и качества цементирования заколонного пространства.

Диссертационная работа соответствует пунктам 14, 24 и 25 паспорта специальности 1.6.9 и критериям пунктов 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842, с дополнениями и изменениями) для ученой степени кандидата наук, а ее автор Се Минцзюнь заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности «Геофизика».

Отзыв подготовил:
профессор, доктор технических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика,
геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Айрат Шайхуллинович Рамазанов

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры геофизики Уфимского университета
науки и технологий 9 ноября 2023 г. (протокол № 5) и одобрен в качестве
официального отзыва ведущей организации.

Заведующий кафедрой геофизики,
профессор, академик Академии наук Республики Башкортостан,
доктор технических наук по специальности 25.00.10
«Геофизические методы поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых»

Рим Абдуллович Валиуллин

15 ноября 2023 г.

Я, Валиуллин Рим Абдуллович, даю согласие на включение моих персональных
данных в документы, связанных с работой диссертационного совета, и их
дальнейшую работу.

Я, Рамазанов Айрат Шайхуллинович, даю согласие на включение моих
персональных данных в документы, связанных с работой диссертационного
совета, и их дальнейшую работу.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (ФГБОУ ВО
«УУНиТ»).

Адрес: 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32.

E-mail: rector@uust.ru

Телефон: +7(347) 229-96-16



Договор № Рамазанова А.Ш., Валиуллина Р.
Достоверно « 15 » 11 2023 г.
Заместитель начальника общего отдела УУНиТ Т. Митинбаева Т. Р.