

УТВЕРЖДАЮ
Директор Татарского научно-
Исследовательского и проектного
института нефти (**ТатНИПИнефть**)
публичного акционерного общества
"Татнефть" имени В.Д. Шашина,
доктор технических наук, профессор



Пименов
Андрей
Александрович

05 сентября 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Алхашмана Валида Халеда «Методика измерений коэффициента пористости пластов-коллекторов аппаратурой нейтронного каротажа с учетом влияния хлора», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 Геофизика.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью повышения показателей точности ядерно-геофизических методов и средств измерений коэффициента пористости (K_p) на нефтегазовых месторождениях с традиционными и трудно-извлекаемыми запасами нефти на основе совершенствования системы метрологического обеспечения аппаратуры нейтронного каротажа и экспериментальных исследований. Объект исследований - нейтронный каротаж (НК). Предмет исследований - методика выполнения измерений коэффициента пористости пласта аппаратурой НК с использованием эталонов пористости.

Достоверность оценки геологических запасов нефти и газа зависит от погрешности выполненных измерений параметров нефтегазовых залежей, включая коэффициент пористости пластов-коллекторов. Нейтронный каротаж является прямым методом скважинных измерений коэффициента общей пористости нефтегазовых пластов. Однако эффективность НК остается низкой из-за множества влияющих факторов.

Целью исследования является повышение точности методик скважинных измерений коэффициента пористости пластов аппаратурой НК. Анализ основных влияющих величин на показания аппаратуры НК при измерениях коэффициента пористости позволил выявить наиболее существенных из них. Потребовалось разработать и изготовить эталоны пористости песчаного пласта с переменной концентрацией хлористого натрия в поровом пространстве и в промывочной жидкости. Для повышения показателей точности измерений K_p нефтегазовых пластов возникла необходимость обосновать возможность нормирования и

использования индивидуальной калибровочно-поправочной функции (КПФ) трёх переменных для аппаратуры НК вместо одной калибровочной функции одной переменной (выходного сигнала) и нескольких поправочных функций. Потребовались экспериментальные исследования аппаратуры НК с зондами НГК и ННК-Т в построенных эталонах пористости чистого песчаного пласта, пересеченном скважиной диаметром 216 мм и оценить реальные погрешности аппаратуры НК с построенной КПФ.

Диссертационная работа Алхашмана В.Х. посвящена развитию методов и средств скважинных измерений коэффициента пористости пластов-коллекторов аппаратурой нейтронного каротажа. В рамках работы автором были созданы специальные эталоны и выполнены метрологические исследования скважинной аппаратуры с зондами ННК-Т и НГК, калибруемой в единицах коэффициента общей пористости пластов различного минералогического состава.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Диссертационная работа построена на трех защищаемых положениях, которые в полной мере обоснованы и подтверждены результатами экспериментальных исследований.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, полученных в диссертации, обеспечивается использованием большого объема экспериментальных данных, эталонов, аттестованных с использованием поверенных средств измерений, функционального анализа и матричной алгебры.

Новизна, теоретическая и научная значимость полученных автором результатов заключается в следующем:

Впервые разработаны и изготовлены эталоны пористости песчаного пласта насыпного типа, воспроизводящие любые значения концентрации хлористого натрия в пласте и в скважине. Один эталон воспроизводит $K_n = 35,5 \%$, два других воспроизводят фиксированные значения концентрации хлористого натрия 50 г/л для значения $K_n = 16,7 \%$ и 150 г/л для $K_n = 17,2 \%$. Разработана новая методика оценки одновременного влияния концентрации хлористого натрия в пласте и в скважине на показания аппаратуры НК. Получена возможность построения калибровочно-поправочных функций трёх переменных для этой аппаратуры. Впервые для аппаратуры НК с зондами НГК и ННК-Т экспериментально построены калибровочно-поправочные функции, что позволило измерять коэффициент общей пористости песчаных пластов, пересеченных скважиной диаметром 216 мм, и гарантировать заданные показатели точности при любом сочетании концентрации хлористого натрия в пласте и в скважине.

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании возможности перехода от использования КФ к нормированию и использованию индивидуальных КПФ, получении вида КПФ (с тремя переменными и с 10-ю коэффициентами,

найденными путем решения системы уравнений) и получении возможности построения и применения КПФ аппаратуры НК для разных геолого-технических условий исследований нефтегазовых пластов. Это открывает новые возможности повышения точности скважинных измерений K_n нефтегазовых пластов.

По теме диссертации автором опубликовано 10 печатных работ, в том числе 4 в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Помимо этого основные положения и результаты диссертационной работы докладывались: на научно-технических на 28-й научной конференции им. В.В. Лаптева «Новая техника и технологии для трудноизвлекаемых углеводородов» (г. Уфа, 2022 г.), IV международной геолого-геофизической конференции и выставки «Геоевразия-2021. Геологоразведка в современных реалиях» (г. Тверь), научной конференции «Информационные технологии в нефтегазовом сервисе» (г. Уфа), научной конференции «Новая техника и технологии для геофизических исследований».

Опубликованные работы полностью отражают содержание диссертационной работы, все основные положения и результаты, выносимые на защиту, отражены в публикациях автора.

Практическая значимость исследований работы заключается в создании и внедрении в ООО Центр Метрологических Исследований (ЦМИ) «Урал-Гео» трех новых эталонов пористости песчаного пласта. Получена возможность экспериментальной оценки влияния концентрации хлористого натрия в пласте и в скважине на показания аппаратуры НК с любыми зондами. Также получена возможность построения КПФ аппаратуры НК с любыми зондами.

Замечания по диссертационной работе

1. Автор подвергает критике методику нейтронного каротажа на основе единой калибровочной функции, единой шкалы «нейтронной пористости» и множества расчетных поправок, полученных в результате математического моделирования по Монте-Карло. Однако в диссертации отсутствуют результаты сравнения оценки коэффициента пористости пласта в какой-либо скважине по шкале «нейтронной пористости» и по шкале, полученной через калибровочно-поправочную функцию, построенную по предлагаемой методике.

2. На практике для измерений коэффициента пористости пластов аппаратурой НК широко применяется шкала, построенная по «методике двух опорных пластов» с использованием непосредственно только относительного выходного сигнала аппаратуры НК. В диссертации отсутствует анализ достоинств и недостатков такой методики измерений.

3. В своей диссертации автор ограничился только учетом влияния хлора в поровом пространстве пласта и в промывочной жидкости. Известно, что на показания аппаратуры НК сильное влияние оказывают такие элементы с аномальным сечением захвата нейтронов, как гадолиний и бор. В предложенной

автором методике следовало бы установить ограничения ее применимости по допустимой концентрации этих элементов в составе горных пород.

4. Автор ограничился только созданием эталонов пористости песчаных пород и построением калибровочно-поправочной функции для ограниченных условий. Следовало бы опробовать созданную методику на реальном геофизическом материале в условиях конкретного нефтегазового месторождения и результаты показать в главе 4 диссертации.

Общая оценка диссертационной работы

Основная теоретическая часть диссертационной работы Алхашмана В.Х. выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» на кафедре «Геофизические методы исследований» в период обучения в очной аспирантуре с 2017 по 2020 г. Было доказано, что шкала «нейтронной пористости» по всему стволу скважины не позволяет выполнить измерения аппаратурой НК с заданной точностью. Была разработана методика построения калибровочно-поправочных функций для аппаратуры нейтронного каротажа. Создание новых эталонов и метрологические исследования аппаратуры НК с зондами ННК-Т и НГК были завешены в 2023 г. в Центре метрологических исследований «Урал-Гео». Показана возможность снижения абсолютной погрешности аппаратуры НК до уровня менее $\pm 1\%$.

Рассмотренные в диссертации задачи: анализ основных влияющих величин на показания аппаратуры НК при измерениях коэффициента $K_{оп}$ в нефтегазовых скважинах, обоснование конструкции и технология изготовления модели пласта, метрологические исследования эталонов пористости песчаного пласта с переменной концентрацией хлористого натрия в поровом пространстве и в скважине, методики построения калибровочно-поправочных функций, проведение экспериментальных исследований в построенных эталонах с использованием аппаратуры НК с зондами НГК и ННК-Т и построение КПФ применительно к ГТУ скважинных измерений в песчаном пласте, пересеченном скважиной заданного диаметра.

Заключение

Диссертационная работа «Методика измерений коэффициента пористости пластов-коллекторов аппаратурой нейтронного каротажа с учетом влияния хлора» является законченной квалификационной работой, в которой решена важная проблема повышения точности методики выполнения скважинных измерений коэффициента общей пористости пластов аппаратурой НК.

Основные научные положения, содержащиеся в работе и научных журналах, отражают положения, выносимые на защиту. Автореферат отражает содержание диссертации, а выводы автора являются обоснованными.

Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности 1.6.9. «Геофизика»:

- п.22. «Метрологическое обеспечение геофизических и петрофизических измерений»;

- п. 25. «Теория, технические средства, технологии, методы сбора и интерпретации каротажной информации, межскважинного просвечивания, геолого-технологических исследований скважин, геофизических методов исследования технического состояния скважин и вскрытия пластов в скважинах».

Диссертационная работа «Методика измерений коэффициента пористости пластов аппаратурой нейтронного каротажа с учетом влияния хлора», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9. — «Геофизика» соответствует п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней» (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 и действующей редакции), а ее автор Алхашман Валид Халед заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Отзыв подготовил – Асадуллин Эльдар Рифович
заместитель директора по инновациям и научно-производственной работе в
области геофизических исследований скважин

Заключение принято на НТС Отдела методического сопровождения и интерпретации данных геофизических исследований скважин Института «ТатНИПИнефть».

Присутствовало на заседании – 10 чел. Результаты голосования: «за» — 10 чел., «против» — нет., «воздержалось» — нет., протокол № 10 от 05.09.2024 г.

Заместитель начальника отдела методического сопровождения и интерпретации данных геофизических исследований скважин Института «ТатНИПИнефть» – Белоусова Наталья Николаевна



Сведения о ведущей организации:

Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти (ТатНИПИнефть) публичного акционерного общества "Татнефть" имени В.Д.Шашина

Почтовый адрес: Адрес: 423462 Россия, Республика Татарстан,
г. Альметьевск, ул. Советская, 186 А, телефон:(855-3) 310800 доб. 53210
e-mail: info@tatnipi.ru Сайт: www.tatnipi.ru

05 сентября 2024 г.