

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата геолого-минералогических наук Милосердовой Людмилы Вадимовны на диссертацию Рябухина Антона Дмитриевича на тему: «Методики повышения точности определения коллекторских свойств низкопроницаемых пород нефтегазоносных пластов», представленной на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности: 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Актуальность темы

Работа посвящена очень важной проблеме нефтегазовой геологии - исследования пород-коллекторов с плохими фильтрационно-ёмкостными свойствами. Повышение точности измерений коллекторских свойств у горных пород такого типа позитивно скажется на эффективности освоения нефтяных и газовых залежей с трудноизвлекаемыми запасами. В связи с этим актуальность темы не вызывает сомнения.

Цель и задачи исследований ориентированы на проведения работ на повышение точности определения коллекторских свойств низкопроницаемых пород. Основной упор сделан на исследованиях в лабораторных условиях фильтрационно-ёмкостных свойств и водонасыщенности образцов.

Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения.

Во введении описываются цель и задачи исследований, защищаемые положения, характеризуется личный вклад в данную работу, формулируется научная новизна, методология исследований, приводятся список публикаций автора по теме изысканий и другие формальные характеристики диссертации.

В первой главе приводится обзор существующих методик фильтрационно-ёмкостных и неснижаемой остаточной водонасыщенности

исследований. В работе рассматриваются теоретические аспекты изучения пород нефтяных и газовых залежей, в том числе продуктивных пород, имеющих очень плохие коллекторские свойства нефтяных и газовых залежей. Приводится обобщение и анализ информации и теоретических положений, опубликованных другими авторами по данной проблеме. Анализируются особенности исследований структуры пустотного пространства горных пород различными способами.

Во второй главе изложены теоретические положения, которые проявляются в ходе изучения капиллярных процессов при анализе продуктивных пород нефтяных залежей. Приводятся результаты обобщений ранее опубликованных научных работ. Рассматриваются особенности исследований структуры пустотного пространства горных пород. Выявлены особенности действия капиллярных сил при движении флюидов в породах, такие как поверхностное натяжение, угол смачивания, радиус пор и термодинамические условия.

Третья глава посвящена разработанному автором методу построения литолого-петрофизической модели пустотного пространства на основании комплексирования порометрических и математических методов. Он создан в первую очередь для изучения сложнопостроенных коллекторов ачимовской толщи, общая характеристика пород которой приводится в работе. Предлагаемый метод рекомендуется использовать при изучении водонасыщенности.

Полученные автором результаты в ходе проведения им физических экспериментов позволили детализировать характеристики остаточной водонасыщенности. В частности, было установлено, что в ряде случаев при существенном продлении времени исследования образцов с помощью центрифуги отмечается уменьшение водонасыщенности. Таким образом, определённую часть общепринятой остаточной физической водонасыщенности можно выделить в отдельную категорию, способную разделяться при определённых условиях на капиллярно-подвижную,

капиллярно-неподвижную, рыхлосвязанную и прочносвязанную, что может стать основой для выявления пород с плохими фильтрационно-ёмкостными свойствами и определения факторов, при которых возможно извлечение и определённых количеств воды, классифицируемой в ряде случаев в качестве остаточной, и углеводородов. В работе разбираются теоретические аспекты данного явления, которые подтверждаются рядом экспериментов. Наиболее интересными из них представляются опыты комплексования методов центрифугирования и ядерно-магнитного резонанса. Эти результаты, несомненно, ценны для создания новых технологий разработки трудноизвлекаемых залежей углеводородов.

Особый интерес представляет методический подход к построению литолого-петрофизической модели пустотного пространства, включающий охват диапазона пористости пласта; охват диапазона проницаемости пласта. Автором приводится исчерпывающее описание методики моделирования.

Четвертая глава посвящена точности получаемых данных с помощью центрифуги. Рассматриваются результаты исследований карбонатных пород Восточной Сибири. Приводится авторская методика, способствующая повышению точности.

В пятой главе освещены вопросы комплексования лабораторных методов. В частности, в ходе работ осуществлялась комбинирование результатов литолого-петрофизические исследования (ФЕС, исследования шлифов, микротомография, ЯМР, РСА, РФА, FIB-SEM, минеральное картирование, ионообменный комплекс, удельная поверхность, смачиваемость, хромато-масс – спектрометрия, ртутная порометрия, центрифугирование с послойной ЯМР-спектрометрией и УЭС). Приведённые данные позволяют считать, что приведённая методика позитивно повлияет на точность исследований пород со сложнопостроенными коллекторами, в частности, отложений ачимовской толщи. В работе описывается исследуемая коллекция образцов,

рассматриваются результаты и материалы сопоставлений параметров, определённых различными методами.

В шестой главе представлена авторская методика исследований фильтрационно-ёмкостных свойств сланцев и сланцеватых отложений до и после воздействия ряда процессов, выполняемых для увеличения нефтеотдачи (МУН). В ходе проводимых исследований минимизировалось содержание образцов с трещинным типом пустот. Учитывались особенности влияния и газового эффекта, и эффекта скольжения, что способствовало увеличению корректности определений газопроницаемости с учетом особенностей фильтрации газа в сланцах.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций основана на теоретических положениях, обобщённых в ходе анализа зарубежных и отечественных публикаций, а также результатах квалифицированных измерений более двух тысяч образцов. Новизна работы прежде всего состоит в разработке методических решений, позволяющих учитывать факторы, которые в традиционных лабораторных схемах исследования низкопроницаемых пород могут приводить к систематическим погрешностям.

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

Первое защищаемое положение основано на разработке литолого-петрофизической модели сложного коллектора и актуализации типизации вод в поровом пространстве. Представленный комплекс методов позволяет связать результаты определения ФЕС с особенностями минерального состава и геометрии порового пространства.

Второе защищаемое положение имеет методическое значение для исследований пород, содержащих водорастворимые соли. Пересчёт за

растворение солей позволяет учитывать изменение порового объема и исключать искажение результатов определения пористости и водонасыщенности после насыщения образца минерализованной водой.

Третье защищаемое положение касается совершенствования пробоподготовки и предварительной диагностики образцов при исследовании образцов с низкой проницаемостью.

Наиболее значимыми результатами являются:

- Теоретическое обоснование технологии моделирования капиллярных сил в породах, которая учитывает литологический фактор, петрофизические свойства пород, свойства флюидов и термодинамические условия, что крайне важно для разработки методик освоения залежей углеводородов с трудноизвлекаемыми запасами.
- Разработанный метод построения детальной литолого-петрофизической модели порового пространства, который позволяет более точно и достоверно определять остаточную водонасыщенность.
- Установленная автором необходимость учета фактора времени при определении остаточной водонасыщенности. При исследовании водонасыщенности с помощью центрифуги за пределами общепринятого времени отмечается уменьшение уровня остаточной водонасыщенности. Это имеет очень большое значение для разработки новых технологий освоения залежей углеводородов.

Ценность для науки и практики результатов работы

Научная ценность диссертации заключается в развитии методических представлений о поведении флюидов в сложном поровом пространстве низкопроницаемых коллекторов и о взаимосвязи природных и технологических факторов с результатами лабораторных исследований.

Практическая значимость работы особенно выражена в разработке процедур контроля качества экспериментов.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, включая 2 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 2 статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международных библиографических системах.

Основные положения работы апробированы на специализированных российских и международных научных мероприятиях. В автореферате приведены доклады на SPE ADIPEC 2024, BalticPetroModel, «Геомодели», «Геосочи» и других научно-практических конференциях.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и отражает её целевую направленность, методологию, экспериментальную базу, научную новизну и практическую значимость.

В частности, в автореферате представлены три защищаемых положения, соответствующие основным направлениям диссертационного исследования: разработке литолого-петрофизической модели сложных коллекторов, учёту растворения водорастворимых солей, совершенствованию методик исследования пород с проницаемостью $(0,001-1) \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$.

Замечания

- Нарботанный автором обширный экспериментальный материал по соотношению водонасыщенности пород и давления вытеснения на наш взгляд позволяет более детально типизировать выявленные закономерности, что, к сожалению, не было сделано.
- Автор указывает, что в ряде случаев на коллекторские свойства используемых образцов оказывают влияние техногенные трещины,

которые образовались в ходе распиловки керна. При этом в работе не предлагаются мероприятия, которые могли препятствовать их образованию или изначально выявлять образцы, которые попадают в зону риска образования данного типа пустот, или способы учета искажений.

- Отсутствие картографической привязки образцов делает работу менее удобной для восприятия.
- К формальным замечаниям относятся слишком большой объем автореферата, синтаксически несогласованные части предложений («... На стадии пробоподготовки образцы насыщались моделью пластовой воды с плотность 1253,3 кг/м³...» с. 48, 3 абз. и указание на авторство диссертанта на рисунках («сделано автором»)).

Заключение

Диссертационное исследование Рябухина Антона Дмитриевича «Методики повышения точности определения коллекторских свойств низкопроницаемых пород нефтегазоносных пластов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи - повышение точности определения коллекторских свойств низкопроницаемых пород нефтегазоносных пластов, имеющей важное значение для геологии, поисков, разведки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении учёных степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утверждённого учёным советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а её автор, Рябухин Антон Дмитриевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по

специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Официальный оппонент: Милосердова Людмила Вадимовна, кандидат геолого-минералогических наук (04.00.04), доцент, доцент, кафедра поисков и разведки нефти и газа РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина

08.10 2026

Я, Милосердова Л.В, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись Милосердовой Л.В. заверяю



119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 65, корп. 1, ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», кафедра поисков и разведки нефти и газа, +7(499)507-91-64, Miloserdova.l@gubkin.ru