

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Д.М. Евменовой «Определение петрофизических свойств глинистой корки по данным лабораторного эксперимента (на примере юрского нефтяного коллектора)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – геофизика

Актуальность исследования

Современные методы исследования геофизических свойств скважин основаны на сочетании каротажа скважин и компьютерного моделирования фильтрации в прискважинной зоне. Вычисления показывают, что параметрами глинистой корки, возникающей при бурении, нельзя пренебрегать. Поэтому возникает необходимость измерять параметры указанной корки напрямую или косвенно. Именно таким измерениям и посвящена диссертация.

Краткий обзор содержания работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 105 наименований. Общий объем диссертации 112 страниц.

Во введении указана цель работы, обоснована ее актуальность, сформулированы результаты, обозначена научная новизна и практическая значимость исследований.

В главе 1 дан обзор известных методов изучения зоны проникновения фильтрата бурового раствора в пласт с учетом образования и развития глинистой корки на стенке скважины во время бурения. Проанализированы сильные и слабые стороны описанных методик.

В главе 2 на примере скважин юрского нефтяного коллектора описан алгоритм совместного использования электромагнитного каротажа и вычислительной фильтрации для определения фильтрационно-емкостных параметров прискважинной зоны. Сначала определялась картина удельного электрического сопротивления на различных расстояниях от ствола скважины. Затем идет этап численного решения уравнений двухфазной фильтрации. Входные параметры (в том числе и фильтрационно-емкостные) этих уравнений варьировались с целью наилучшего согласования с профилями УЭС.

Третья глава посвящена описанию лабораторной установки и методике измерений. Несомненно, эта глава является главной. Важно отметить, что соискателем был создан аппаратно-программный комплекс для запуска измерений, передачи и визуализации экспериментальных данных. На основе анализа экспериментов предложены алгоритмы

измерений таких параметров глинистой корки (возникающей при бурении скважин), как ее толщина, пористость и проницаемость. В предыдущих главах убедительно показано, что ролью этих величин нельзя пренебрегать для достоверного определения фильтрационно-емкостных параметров призабойной зоны скважины.

Научная новизна

В соавторстве с Н.А. Голиковым создана оригинальная экспериментальная установка, имитирующая на керне процесс проникновения фильтрата бурового раствора в пласт с учетом образования глинистой корки во время бурения скважины в условиях циркуляции бурового раствора. Разработано новое программное обеспечение для автоматизации эксперимента. Для юрского коллектора ЮС2 создана база данных глинистой корки, позволяющая повысить достоверность определения фильтрационно-емкостных свойств коллектора при использовании различных буровых растворов. Известная методика совместного использования электромагнитного каротажа и гидромеханических методов определения нефтенасыщенности обновлена, так как подразумевает применение экспериментальной установки на некоторых этапах получения достоверных данных о призабойной зоне скважины.

Обоснованность научных положений и выводов

Достоверность результатов работы обеспечена физически обоснованной постановкой задач, использованием общепринятых представлений о фильтрационных процессах, каротаже скважин, качественным согласием результатов с экспериментальными данными, использованием хорошо проверенных численных методов и компьютерных программ.

Полнота опубликования результатов: основные результаты работы опубликованы в 3 рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, в 12 тезисах научных конференций и симпозиумов. Кроме того, имеется 4 свидетельства регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

По содержанию работы имеются замечания.

1. Проницаемость корки определяется в лабораторном эксперименте косвенно по измерениям расхода фильтрата бурового раствора, по толщине корки и ее пористости. За основу взята формула аддитивности фильтрационного сопротивления (3.2.4) на стр. 71. Эта формула есть простое следствие закона сохранения массы при фильтрации однофазной жидкости. Однако проницаемость

корки используется применительно к реальному месторождению, где фильтруется двухфазная жидкость. Но в таком случае в формулу аддитивности требуется внести поправку, учитывающую относительную фазовую проницаемость фильтрата бурового раствора.

2. В таблице 3.3.2 на стр. 75 показано, что пористость корки во много раз больше пористости породы, а ее проницаемость, наоборот, во много раз меньше проницаемости породы. С другой стороны, в учебной литературе часто подчеркивается, что, чем меньше пористость, тем меньше проницаемость. (См., например, формулу Козени). Возможно, это связано с тем, что пористость корки измеряется не во время эксперимента с циркуляцией бурового раствора, а после завершения эксперимента путем высушивания корки и ее сдирания. Требуется учесть, что давление и другие параметры различны в процессе высушивания и в процессе циркуляции. Кроме того, после высушивания сухая корка уже не является глинистой. Следовало бы прокомментировать указанные вопросы о свойствах сухой корки в диссертации.
3. На стр. 91 в Выводах отмечается, что без учета глинистой корки нефтенасыщенность коллектора на 3-5% меньше. С другой стороны, на стр. 52 отмечается, что измерения нефтенасыщенности производятся с точностью до 4 %. Поэтому требуются более точные измерения и вычисления.
4. В главе 2 на стр. 43 указано, что методика интерпретации данных ГИС включает варьирование проницаемости коллектора для согласования вычисленной нефтенасыщенности с радиальным профилем УЭС. Однако вычислительный алгоритм опирается на двухфазную модель фильтрации, в которую заложена не только абсолютная проницаемость пласта, но и относительные фазовые проницаемости. А их нет в таблицах второй главы. Следовало бы учесть соответствующие поправки.

Сделанные замечания не оказывают существенного влияния на положительную в целом оценку представленной диссертации.

Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Выводы и рекомендации в целом достаточно обоснованы. Работа отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. С учетом изложенного следует рекомендовать выполненную работу к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук в специализированном совете по специальности 1.6.9 – геофизика.

Официальный оппонент – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева» СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 15. Тел.: +7(383) 333-16-12, адрес электронной почты: shelukhin@hydro.nsc.ru.

Шелухин Владимир Валентинович ВМШ / (подпись с расшифровкой)

Я, Шелухин Владимир Валентинович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Евменовой Д.М. и их дальнейшую обработку ВМШ / (подпись с расшифровкой)

Подпись Шелухина Владимира Валентиновича заверяю:



Заместитель секретарь ИГиЛ СО РАН
А.К.Хе
04.03.2025.