

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

по диссертационной работе Сальниковой Ольги Леонидовны на тему «**Комплексный подход к определению гидродинамических характеристик карбонатных коллекторов при их эксплуатации горизонтальными скважинами**», представленной к защите в диссертационный совет Д ПНИПУ.05.15 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

В результате ознакомления с диссертационной работой, статьями автора, опубликованными в печати, а также авторефератом и документами, подтверждающими объективность проведенных исследований, мною установлено следующее:

1. Структура и объем диссертационной работы

Представленная диссертационная работа выполнена на кафедре «Геология нефти и газа» в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Содержание работы изложено на 113 страницах, включая 62 рисунка и 14 таблиц. В списке литературы 117 наименований. Работа четко структурирована, насыщена фактическим материалом, корректно оформлена, характеризуется грамотным стилем изложения.

Во введении и главе 1 обоснована актуальность работы, проведен анализ выполненных ранее исследований по темам, близким к тематике диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, защищаемые положения, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

Установлено, что в настоящее время доля горизонтальных скважин в общем количестве эксплуатационного фонда нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами непрерывно увеличивается, При этом выявлено, что не в полной мере решена задача достоверного прогнозирования притока жидкости к горизонтальным скважинам. В отсутствии возможности отбора керна существует проблема достоверного определения фильтрационно-

емкостных параметров продуктивных пластов. Исходя из проведенного анализа делается вывод о том, что при исследовании горизонтальных скважин для определения фильтрационных свойств коллекторов возрастает роль геофизических и гидродинамических методов.

Во второй главе диссертации обоснован выбор объекта исследования, в качестве которого рассматриваются турнейско-фаменские залежи нефти – рифовые массивы месторождений Соликамской депрессии характеризующиеся сложным строением пустотного пространства, осложненное наличием пор, каверн, трещин. карбонатного коллектора. Кроме того здесь порядка 50 процентов фонда скважин эксплуатируется горизонтальными скважинами, а также накоплен значительный опыт проведения различных технологий их исследования, т.е. имеется большой фактический материал.

В третьей главе представлено обобщение опыта проведения и интерпретации данных геофизических и гидродинамических исследований горизонтальных исследований. Предложен подход, позволяющий уточнять траекторию, основанный на интерпретации результатов барометрии. В итоге, на основе проведенного статистического анализа рекомендовано для оценки траектории ствола, комплексировать LWD и барометрию скважин.

На анализе фактического материала показано, что пересчет пористости по ГИС в проницаемость с использованием петрофизической зависимости не следует рассматривать как достоверный метод оценки фильтрационных свойств карбонатных коллекторов, эксплуатирующихся горизонтальными скважинами. Эффективным инструментом здесь являются ГДИ, однако сложное строение карбонатных коллекторов затрудняет диагностику режимов течения. В результате, в 97 процентов анализируемых материалов КВД горизонтальных скважин выполнены по модели вертикальной скважины, что существенно снижает достоверность интерпретации.

Глава 4 диссертации посвящена совершенствованию способов интерпретации материалов ГДИ горизонтальных скважин для случаев, когда

форма графиков КВД, зарегистрированных в сложнопостроенных карбонатных коллекторах, не соответствует представлениям теории Бурдэ. Оценка достоверности получаемых результатов осуществлялась с применением регрессионного анализа. Суть подхода, предложенного в работе, заключается в дополнительной интерпретации КВД графоаналитическим методом произведения, при этом определяемая величина пластового давления используется в качестве контролирующего параметра. На основе использованного многомерного регрессионного анализа построена статистическая модель дебита применительно к рассматриваемым условиям и определен перечень геолого-технологических факторов, формирующих приток жидкости к горизонтальным скважинам. Также при обработке КВД установлены зависимости между дебитами скважин, анизотропией проницаемости коллектора и работающей длиной горизонтального участка ствола.

В главе 5 проводится сравнительное изучение прогностических способностей полученной многомерной статистической модели и других известных аналитических уравнений притока жидкости к горизонтальной скважине. В ходе обзора научно-технической литературы выделено восемь наиболее распространенных аналитических уравнений. Прогностическая способность каждой формулы оценена при сопоставлении фактических и расчетных дебитов, а также при анализе соответствующих коэффициентов корреляции. Расчеты дебитов осуществлялись для горизонтальных скважин основного объекта настоящего диссертационного исследования – турнейско-фаменской залежи Шершневого месторождения. В результате исследований установлено, что полученная в диссертационной работе многомерная статистическая модель позволяет с существенно более высокой точностью прогнозировать дебиты горизонтальных скважин, чем рассмотренные аналитические уравнения. Полученную модель целесообразно использовать не только как инструмент изучения условий формирования притока, но и для

прогноза дебита жидкости к горизонтальным скважинам (с учетом соблюдения требований к применимости многомерных статистических моделей).

В заключение предсталены основные выводы и результаты полученные в ходе выполнения диссертационной работы.

2. Актуальность избранной темы

Актуальность диссертационной работы Сальниковой Ольги Леонидовны не вызывает сомнений. Она посвящена научному обоснованию и разработке подходов к повышению эффективности исследований при строительстве и эксплуатации скважин с горизонтальным окончанием. На территории рассматриваемого региона скважины с горизонтальным окончанием используются как элементы систем разработки залежей нефти в карбонатных коллекторах. Сложное строение карбонатов, в совокупности с применимыми безкерновыми технологиями строительства скважин с горизонтальным окончанием, усугубляет проблему проведения и интерпретации геофизических и гидродинамических исследований. В этой связи тематика диссертационного исследования несомненно актуальна.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна выполненной работы заключается в следующих положениях:

- Обоснована достоверность использования данных барометрии в скважинах с горизонтальным окончанием, что позволяет контролировать траекторию ствола, выделять восходящие и нисходящие его участки.
- Предложено дополнительное применение устойчивого графоаналитического метода произведения, позволяющее снизить неопределенность при интерпретации кривых восстановления давления, что особо актуально для скважин с горизонтальным окончанием ствола.
- Установлены новые данные о дифференцированном влиянии анизотропии проницаемости карбонатного коллектора на условия притока жидкости к скважинам с горизонтальным окончанием ствола.
- Разработанные многомерные статистические модели прогноза дебита скважин, учитывающие комплекс геолого-технологических показателей, в том числе

анизотропию проницаемости карбонатного коллектора, позволяют оценивать дебит с более высокой точностью по сравнению с известными аналитическими решениями.

На всех этапах диссертационного исследования для оценки достоверности полученных результатов соискатель выполняет сопоставление расчетных параметров с данными фактических промысловых определений, что, несомненно, является положительной стороной оппонируемой работы.

4. Значение выводов и рекомендаций, полученных в диссертации, для науки и практики

Результаты диссертационного исследования Сальниковой О.Л. характеризуются несомненной значимостью для науки и практики нефтегазового инжиниринга.

Практическая значимость диссертационного исследования Сальниковой О.Л. подтверждается Актом внедрения результатов исследований на предприятии ООО «ЛУКОЙЛ - ПЕРМЬ». Результаты используются при геологическом контроле за разработкой скважин с горизонтальным окончанием на нефтяных месторождениях.

Так, включение барометрии в комплекс геофизических исследований скважин с горизонтальным окончанием позволит в значительной мере повысить точность оценки их траектории в интервале продуктивного пласта, что, в свою очередь, необходимо при мониторинге интервалов притока флюидов и их состава.

Разработанный Сальниковой О.Л. способ интерпретации кривых восстановления давления позволяет определять широкий спектр фильтрационных параметров продуктивных пластов в зонах отбора скважин с горизонтальным окончанием ствола, при этом дополнительная обработка кривой восстановления давления графоаналитическим методом позволяет снизить неопределенности при выборе интерпретационных моделей.

Следует отметить научную значимость используемого соискателем подхода к изучению притока жидкости к скважинам с горизонтальным окончанием в условиях анизотропного карбонатного коллектора. В работе продемонстрировано, что многочисленные известные аналитические решения характеризуются значительными ошибками при вычислении дебитов, в отличие от разработанных автором регрессионных многомерных уравнений.

5. Полнота опубликованных результатов работ

Основные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы в полном объеме изложены автором в 6 публикациях, рекомендуемых ВАК РФ, в том числе две научные работы опубликованы в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Scopus и Web of Science.

6. Замечания по диссертационной работе

1. В диссертационной работе соискатель приводит вывод о некорректности дифференциации горной породы на коллектор/неколлектор на основании сравнения пористости по ГИС с граничным значением для сложных карбонатных коллекторов. При этом в работе не представлены рекомендации, каким образом следует выделять коллектор в рассматриваемых условиях.

2. В главе IV диссертации соискателем на основе корреляционного анализа влияния различных параметров на дебит горизонтальных скважин получено многомерное уравнение регрессии (4,1) в котором отсутствует параметр - «забойное давление». Для оценки дебита обычно всегда естественным является наличие в уравнении и пластового и забойного давлений. Может следовало несмотря на слабую корреляционную связь оставить в уравнении забойное давление или рассмотреть как параметр влияния – депрессию на пласт.

3. В главе III и IV при проведении интерпретации гидродинамических исследований горизонтальных скважин нет описания технологии ГДИ для представленных кривых восстановления давления (фонтанные скважины ?, при свабировании ?, при компрессорном освоении ?).

Кроме того, на рисунках, представляющих графики КВД горизонтальных скважин, нет значений по осям координат, между тем это важно при анализе КВД.

4. В главе III диссертационного исследования на основании статистического анализа автором получен вывод о недостоверности определения проницаемости карбонатных коллекторов в зонах отбора горизонтальных скважин, при ее пересчете из пористости через петрофизическую зависимость. При этом отсутствуют аналогичные исследования применительно к вертикальным или наклонно-направленным скважинам. А может быть так, что возможной, причиной

недостоверности определения проницаемости по ГИС является не горизонтальный ствол, а сложное строение коллектора.

Отмеченные недостатки не снижают общей высокой положительной оценки диссертационной работы Сальниковой О.Л.

7. Общая оценка диссертационной работы

Диссертационная работа Сальниковой О. Л. посвящена актуальному направлению и представляет собой законченную научно-квалифицированную работу, в которой излагаются научно-обоснованные рекомендации по определению фильтрационных свойств сложнопостроенных карбонатных коллекторов и дебитов эксплуатирующих их горизонтальных скважин.

Считаю, что диссертация «Комплексный подход к определению гидродинамических характеристик карбонатных коллекторов при их эксплуатации горизонтальными скважинами», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности *1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений*, соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения учёных степеней в ПНИПУ» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», принятого на заседании Учёного совета ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г. и утверждённого ректором ПНИПУ 09.12.2021 г., а её автор – *Сальникова Ольга Леонидовна* – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности *1.6.11 – Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений*.

Официальный оппонент

доктор технических наук,
профессор, заведующий
кафедрой геофизики
Уфимского университета науки
и технологий

Валиуллин Рим Абдуллович

Я, Валиуллин Рим Абдуллович, выражаю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Сведения об официальном оппоненте:

Валиуллин Рим Абдуллович, доктор технических наук (04.00.12 – Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых), профессор, заведующий кафедрой геофизики ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (г. Уфа)

Контактные данные:

Почтовый адрес организации – места работы:

450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32

Телефон: +7 (347) 272-60-56

E-mail: valrageo@yandex.ru

Подпись Валиуллина Рима Абдулловича **заверяю**:



Инициалы	Р.А.
Год	2024 г.
Имя	Т. Ибрагимов
Фамилия	Т. Р.