

## О Т З Ы В

официального оппонента, доктора технических наук, Салимова Олега Вячеславовича на диссертацию Григорьева Максима Борисовича на тему:

«Технико-технологические решения для повышения эффективности эксплуатации нефтяных скважин с горизонтальным окончанием в условиях пескопроявления», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

### 1. Актуальность темы диссертации

При заканчивании (освоении) и особенно при эксплуатации скважин, продуктивные коллекторы которых представлены слабосцементированными породами, часто наблюдается вынос песка и на забое скважин образуются песчаные пробки. Этот вид осложнений почти повсеместен, поскольку около семидесяти процентов мировых запасов углеводородов находятся в неустойчивых породах-коллекторах и, следовательно, склонных к пескопроявлению. По зарубежным публикациям, вынос песка является важной проблемой, особенно в таких нефтедобывающих регионах, как Калифорния, северная часть Мексиканского залива (США), Канада, Венесуэла, Западная Африка, Индонезия и др. Эта проблема присутствует и в Российской Федерации.

Пескопроявление – явление в процессе добычи нефти и газа, описываемое как разрушение горной породы под воздействием различных факторов, и последующее ее поступление в ствол скважины, вызванное потоком флюида на стенках и внутри пласта-коллектора. Первоначальное равновесное напряженное состояние горных пород нарушается уже в процессе бурения, освоения, а также в процессе дальнейшей эксплуатации скважин при создании депрессии на пласт. В результате, когда возникающие в призабойной зоне напряжения превышают предел прочности пород, происходит их разрушение. Пескопроявление приводит к обширному перечню осложнений при эксплуатации скважин, наиболее важными из которых являются: значительный эрозионный износ подземного и наземного оборудования – насосных труб, насосов, выкидных линий и сепараторов; образование песчаных пробок; смятие эксплуатационных колонн и т.п.

Предотвращение или борьба с пескопроявлениями требует значительных финансовых и человеческих ресурсов. По этой причине изучение природы пескопроявления и особенностей его течения является важной насущной задачей при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений. В связи с

- ОТЗЫВ

этим, актуальность диссертационной работа Григорьева Максима Борисовича не вызывает сомнений.

## **2. Научная новизна диссертации**

В диссертационной работе проведен комплексный анализ имеющихся в научной практике работ и исследований в области изучения механизмов пескопроявления и технологий его ограничения, получен ряд новых и значимых научных результатов.

Экспериментально и аналитически установлен избирательный характер зависимости КВЧ от перепада давления при фильтрации и фазового соотношения фильтрующихся флюидов, заключающийся в прямой зависимости количества механических примесей от содержания воды в потоке и в обратной – от содержания газа.

Разработан алгоритм и модифицирована математическая модель, учитывающие положение частиц породы на стенках добывающей скважины и возможность их транспортировки потоком флюида на горизонтальном участке ее ствола, позволяющие определить условия ее безаварийной эксплуатации.

## **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена теоретическими и экспериментальными исследованиями с использованием лабораторного оборудования, с достаточной сходимостью расчётных величин с экспериментальными данными.

Основные результаты диссертационного исследования докладывались автором на всероссийских и международных научных конференциях, опубликованы в рецензируемых научных журналах, входящих в список ВАК и базу данных Scopus.

## **4. Научные результаты, их ценность**

Результаты диссертационной работы имеют важное научное значение и практическую ценность.

В результате проведения серии фильтрационных экспериментов установлено, что количество взвешенных частиц в фильтрате зависит от объемного распределения фаз в потоке флюида – фильтрация чистой нефти приводит к наибольшему КВЧ, в группе водонефтяных смесей повышение доли воды приводит к росту КВЧ, фильтрация газонефтяных смесей приводит к наименьшему КВЧ при прочих равных условиях; кроме этого, количество взвешенных частиц естественным образом снижается с течением времени за счет образования арочных систем и блокирования поровых каналов.

Опытным путем было установлено, что при четырехкратном увеличении перепада давления (депрессии), в среднем, КВЧ возрастает в 2,67 раз. При этом, в зависимости от объемного распределения фаз в потоке флюида и «стадии» пескопроявления, КВЧ может возрастать в 1,2-8 раз.

В процессе математического моделирования было определено, что эксплуатация скважины при высокой депрессии (порядка 1,3МПа) способствует высокой транспортирующей способности флюидов, особенно в области «пятки» и в центральной части горизонтального участка, что снижает риск образования песчаных пробок. Напротив, снижение депрессии до 0,33МПа приводит к увеличению риска образования песчаных пробок, даже в центральной части горизонтального участка, что было успешно показано и на моделях.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в 3 статьях – в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата или доктора наук; в 3 статьях – в изданиях, входящих в единую библиографическую и реферативную базу данных рецензируемой научной литературы Scopus; получен 1 патент на полезную модель.

## **5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

Представленные в диссертации результаты и выводы получены на основе теоретических и экспериментальных исследований. Исследования выполнялись с использованием комплекса научно обоснованных методик, с применением современных приборов, оборудования, программного обеспечения и их достоверность не вызывает сомнений.

Разработана и успешно апробирована методика проведения физического моделирования процесса пескопроявления для применения в исследовательских целях, получен акт внедрения.

Предложено комплексирование методов математического моделирования для прогнозирования процесса пескопроявления и параметров его течения при освоении и эксплуатации нефтяных скважин в условиях слабосцементированных (неустойчивых) пород-коллекторов.

Предложена модифицированная математическая модель для определения способности флюида «выносить» твердые взвешенные частицы непосредственно со стенок ствола скважины, учитывающая положение частицы на его поверхности.

Разработанный алгоритм математического моделирования позволяет на этапе освоения скважины определить условия ее эксплуатации без образования песчаных пробок на горизонтальном участке.

## **6. Рекомендации по использованию результатов работы**

Разработанные соискателем подходы/модели/алгоритмы и технические решения рекомендуется применять как в производственной деятельности нефтедобывающих предприятий, так и при реализации инженерных и научно-технических услуг исследовательских институтов, работающих в области повышения эффективности эксплуатации нефтяных скважин с горизонтальным окончанием в условиях пескопроявления.

## **7. Замечания и вопросы по работе**

По диссертации имеются следующие замечания.

1. В разделе 2.1 приведена оценка напряженно-деформированного состояния породы призабойной зоны для условий слабосцементированного пласта-коллектора Западной Сибири. Сделан вывод что разрушение призабойной зоны происходит преимущественно в направлении действия максимального горизонтального напряжения. Было бы полезным дополнить выводы к данному разделу конкретными рекомендациями (основанными на проведенных расчетах) по величине оптимального забойного давления для рассматриваемых условий, при котором не происходило бы пескопроявления. Помимо этого, вывод о разрушении призабойной зоны в боковых плоскостях был увязан с тем, что пласт залегает в направлении, отличном от направления распространения максимального горизонтального напряжения. По всей видимости здесь речь идет не о пласте, а о скважине, поскольку расчеты были выполнены для конкретной скважины.

2. Интересная особенность была представлена на рисунке 3.34 при фильтрации нефтегазовой смеси в соотношении фаз 70/30 и депрессии 3,3 атм. Вопреки общей тенденции и обобщенному выводу, количество взвешенных частиц не уменьшилось на 2-ой стадии проботбора. Автору следовало бы более детально осветить данный аспект с приведением, помимо всего прочего, рекомендаций касательно оптимальных технологических параметров вывода скважин на режим (для снижения пескопроявления) для различных соотношений фаз добываемого пластового флюида.

3. В разделе 3.3.2 (стр. 118) говорится о том, что применение технологий ограничения пескопроявления оказывает негативное влияние на фильтрационно-емкостные свойства пласта-коллектора что является не совсем корректным, поскольку механические средства (фильтры) никак не могут повлиять на фильтрационно-емкостные свойства. Здесь уместней

говорить о снижении продуктивности непосредственно скважины из-за закупоривания отверстий фильтра частицами породы и возникновении эффекта штуцирования.

Обозначенные замечания не снижают научной и практической ценности работы, которая является законченным исследованием на актуальную тему, обладает несомненной новизной и заслуживает высокой оценки.

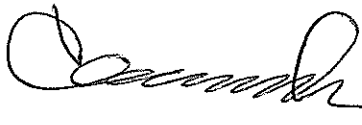
## 8. Заключение по диссертации

Диссертация «Технико-технологические решения для повышения эффективности эксплуатации нефтяных скважин с горизонтальным окончанием в условиях пескопроявления», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II от 20.05.2021 №953адм, а ее автор Григорьев Максим Борисович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Официальный оппонент

Менеджер отдела выполнения и внедрения работ по СНТ/ОПИ

Доктор технических наук



Салимов Олег Вячеславович

Подпись Салимова Олега Вячеславовича заверяю:

М.П.



*Владимир Иванович Салимов*

20.08.2024

## Сведения об официальном оппоненте:

Общество с ограниченной ответственностью «Тюменский нефтяной научный центр»

Почтовый адрес: 625000, Тюменская область, город Тюмень, а/я 747

Юридический адрес: 625048, Тюменская область, город Тюмень, улица Максима Горького, дом 42

Телефон: (3452) 55-00-55, Факс: (3452) 79-27-81, e-mail: [tinn@rosneft.ru](mailto:tinn@rosneft.ru)