

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук Некрасовой Ирины Леонидовны на диссертацию Будовской Маргариты Евгеньевны на тему: «Обоснование и разработка углеводородной системы заканчивания скважин в условиях низких забойных температур (на примере Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время одной из приоритетных задач РФ является бурение и освоение скважин на месторождениях Восточной Сибири. Исследуемое в работе Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение является сложнопостроенным геологическим объектом, характеризующимся неоднородностью фильтрационно-емкостных свойств пластов и поровой жидкостью, имеющей минерализацию от 320 до 360 г/дм³. На сегодняшний день бурение скважин в интервале вскрытия продуктивных пластов осуществляется с использованием инвертно-эмульсионного бурового раствора на основе растительного масла, в состав которого входят смеси жирных кислот и их природные эфиры в сочетании с утяжелителем и эмульгатором. Такой раствор превосходит по многим пунктам существующие аналоги, особенно с экологической точки зрения.

Однако, на основе промысловых данных геофизических исследований скважин определено, что часть фильтрационной корки данного бурового раствора на стенках скважины после обработки продуктивных пластов существующими системами заканчивания – не подвержена полному разрушению. Некачественная очистка приводит к сложности механического и химического удаления кольматирующих образований из порового пространства пласта на этапе освоения скважины, и, как следствие, к снижению проницаемости продуктивного пласта и уменьшению дебита скважины.

В связи с этим, разработка углеводородной системы заканчивания скважин для повышения эффективности освоения скважин с низкими забойными температурами в сложных условиях Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения, несомненно, является актуальной.

2. Научная новизна работы

Полученные результаты диссертационной работы обоснованы, их научная новизна заключается в следующем:

ОТЗЫВ

ВХ. № 9- *М* от *09.06.22*
АУ УС

Глубина проникновения фильтрата в пласт в условиях низких забойных температур Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения определяется пластической вязкостью бурового раствора на основе производных жирных кислот и не зависит от дисперсности кольматанта в условиях неоднородности фильтрационно-емкостных свойств продуктивных интервалов.

Обоснован механизм растворения фильтрационной корки бурового раствора углеводородной системой заканчивания скважин за счет реакции сольватации жирных кислот неполярными растворителями (уайт-спирит и сульфатный скипидар), представленными легкими алканами и терпенами, что приводит к снижению температуры кристаллизации всей смеси и препятствует их повторному затвердеванию в диапазоне температур от 8 до 12°C.

3. Теоретическая и практическая значимость работы

Изложенные в диссертации Будовской М.Е. результаты исследований направлены на повышение эффективности освоения скважин в условиях низких забойных температур за счет использования разработанной углеводородной системы заканчивания скважин, обеспечивающей восстановление фильтрационно-емкостных свойств продуктивного пласта после бурения на углеводородных растворах, представленных жирными кислотами и их природными эфирами на Чаяндинском нефтегазоконденсатном месторождении.

Практическая значимость диссертационной работы соискателя состоит в разработке углеводородной системы заканчивания скважин «WC-1», которая позволит очистить скважину от частиц органической составляющей бурового раствора, представленной затвердевшими эфирами жирных кислот, более, чем на 80-85 % в диапазоне температур 8-12 °С.

Результаты этих исследований могут быть применены на скважинах с аномально низкими термобарическими условиями, а также включены в состав учебно-методического комплекса для обучения студентов нефтегазовых направлений.

4. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность разработанных автором научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируется на современных представлениях математической статистики, физики, химии. Научные положения и выводы апробированы экспериментальными и расчетными методами, подтверждаются большим объемом лабораторных исследований, проведенных на

современном сертифицированном оборудовании, с достаточной сходимостью и воспроизводимостью полученных результатов.

При анализе обоснованности защищаемых положений можно сделать следующие выводы:

Приведенные в 1 и 3 главах результаты теоретических и экспериментальных исследований являются подтверждением заявленного к защите первого научного положения. Разделение продуктивных горизонтов Чаяндинского месторождения на два объекта вскрытия, исходя из их петрофизических свойств, позволяет оценить влияние фракционного состава утяжелителя и физико-механических свойств РУО на формирование кольматационного экрана в призабойной зоне низкотемпературного газового пласта. Установлено, что понижение температуры менее 12 °С приводит к повышению пластической вязкости дисперсионной среды РУО и снижению влияния фракционного состава твердой фазы на глубину проникновения фильтрата в поры коллектора.

Второе защищаемое положение подтверждено в третьей и четвертой главе на основе экспериментальных исследований. Проведены опытно-промысловые испытания разработанной системы заканчивания «WC-1» на скважинах Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения.

Первый вывод является обобщающим по первой главе и подтверждает эффективность применения РУО для бурения и освоения скважин в условиях низких забойных температур.

Второй вывод касается анализа лабораторных исследований по изучению влияния дисперсности твердой фазы в составе РУО на восстановление фильтрационно-емкостных свойств продуктивных интервалов и подтверждает первое защищаемое положение. В результате экспериментов доказано, что проницаемость коллектора не влияет на выбор фракционного состава кольматанта в составе РУО, так как глубина проникновения фильтрата в пласт зависит от забойной температуры и от водной и химической составляющей РУО и пластовой воды.

Выводы 3 и 4 обобщают весь массив экспериментальных исследований по разработке углеводородной системы заканчивания скважин «WC-1» и подтверждают второе защищаемое положение. В результате экспериментальных и опытно-промысловых испытаний соискателем установлен и научно обоснован механизм химического растворения фильтрационной корки бурового раствора, представленной, в большей степени, затвердевшими эфирами жирных кислот, углеводородной системой заканчивания скважин, состоящей из смеси неполярных растворителей: уайт-спирита и сульфатного скипидара, в концентрациях по массе 75 и 25 %. Проведение работ с использованием

технологии ГНКТ позволяет в течение 6 часов произвести качественную очистку продуктивного пласта от органической составляющей.

Пятый вывод иллюстрирует перспективы развития темы диссертации.

Выводы диссертационной работы Будовской М.Е. опираются на современный научный аппарат и методологию, являются аргументированными, отвечают поставленным задачам, не противоречат известным положениям науки, а также согласуются с данными других исследователей.

5. Оценка содержания диссертации, степень ее завершенности в целом и качество оформления

Диссертационная работа состоит из оглавления, введения, 4 глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, включающего 116 наименований. Работа изложена на 120 страницах машинописного текста, содержит 37 рисунков, 25 таблиц, список сокращений и условных обозначений, 3 приложения.

Во введении автором обоснована актуальность проблемы диссертационного исследования, сформулированы цель, идея и задачи работы, представлены ее основные научные положения, выносимые автором на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Также приведены сведения о публикациях автора и апробация работы.

В первой главе соискателем рассмотрена геологическая характеристика района ведения работ и применяемых технологических решений для бурения и освоения скважин в условиях аномально низких забойных температур. Приведен анализ компонентных составов существующих буровых растворов на углеводородной основе (РУО) для первичного вскрытия в осложненных условиях. Рассмотрены существующие методики подбора кольматантов для использования в компонентном составе РУО. Приведены сведения о существующих жидкостях заканчивания, их компонентном составе и области использования. По результатам теоретических исследований, приведенных в главе, выбраны и научно-обоснованы тип промывочной жидкости, применяемой на данном месторождении, а именно инвертно-эмульсионный буровой раствор на основе производных жирных кислот, и компонентный состав системы заканчивания скважин, подобранный исходя из химического состава бурового раствора, включающий в себя смесь неполярных растворителей.

Во второй главе описаны методы и методологии исследований свойств инвертно-эмульсионного бурового раствора и углеводородной системы заканчивания скважин «WC-1». Приведены материалы, химические реагенты и оборудование, используемые для оценки эффективности применения

разработанной углеводородной системы заканчивания скважин «WC-1», состоящей из смеси природного и нефтяного растворителей, в условиях низких забойных температур. Дано описание проведения полного факторного эксперимента (ПФЭ) по исследованию влияния дисперсности твердой фазы в составе РУО на восстановление фильтрационно-емкостных свойств пластов с учетом проницаемости ботоубинского, хамакинского и талахского продуктивных горизонтов.

Третья глава посвящена результатам экспериментальных исследований физико-механических свойств рассматриваемого бурового раствора на основе производных жирных кислот и его совместимости с минерализованной водой. Выявлено, что под воздействием низких забойных температур (8-12 °С) происходит увеличение пластической вязкости дисперсионной среды, изменяется структура бурового раствора, образуется плотный кольматационный экран в поровом пространстве породы-коллектора, что в дальнейшем приводит к снижению проницаемости продуктивных пластов. Показаны результаты исследования разработанной углеводородной системы заканчивания скважин и механизм химического разрушения фильтрационной корки бурового раствора, представленной затвердевшей эмульсией жирных кислот, в условиях низких забойных температур. Приведены результаты фильтрационных экспериментов по оценке влияния бурового раствора и «WC-1» на фильтрационно-емкостные свойства образцов керна, взятых с ботоубинского, хамакинского, талахского продуктивных горизонтов, по результатам которых коэффициент восстановления проницаемости по эксперименту составил -32,0% (после бурового раствора -71,4 %). Приведены результаты ПФЭ по исследованию влияния фракционного состава кольматантов в составе бурового раствора на основе производных жирных кислот на изменение глубины проникновения фильтрата с обработкой данных в ПК «Statistica». Получены зависимости, иллюстрирующие, что в условиях низких забойных температур данного месторождения дисперсность кольматирующего материала в буровом растворе с указанной дисперсионной средой не оказывает существенного влияния на глубину загрязнения продуктивного пласта. По результатам исследований сделаны выводы, что изменение зоны фильтрации бурового раствора на основе производных жирных кислот в пласт обуславливается низкой температурой, под воздействием которой, происходит повышение пластической вязкости дисперсионной среды бурового раствора, приводя тем самым к снижению проницаемости породы-коллектора газового пласта.

В четвертой главе приведены результаты опытно-промысловых испытаний разработанной углеводородной системы заканчивания скважин на скважинах Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения. Описана

технология очистки продуктивного пласта от органической составляющей исследуемого бурового раствора на основе производных жирных кислот с использованием разработанной системы «WC-1», по результатам которой наблюдается снижение скин-фактора с +4,9 до +2,55 и увеличение работающих интервалов на 20 м.

В заключении диссертационной работы приведены основные выводы и рекомендации.

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой в рамках поставленной цели и решенных задач. Текст работы оформлен качественно, написан грамотно, отличается логичностью изложения и наглядно отражает содержание диссертации.

6. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации и отвечает требованиям, предъявляемым к данному виду работ. Текст автореферата изложен лаконично с грамотным использованием профессиональных терминов, представленные рисунки и таблицы хорошо читаются.

7. Апробация работы

Основные материалы диссертации нашли отражение в публикациях и докладах на 3 научно-технических мероприятиях всероссийского и международного уровня. Тематика публикаций достаточно полно отражает задачи исследований.

Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science; получено 1 свидетельство на программу для ЭВМ.

8. Основные замечания по диссертационной работе

1. Автор диссертационной работы в качестве углеводородной системы заканчивания скважин «WC-1» предлагает использовать смесь легких углеводородов: уайт-спирита и сульфатного скипидара в концентрациях по массе 75 и 25 %. При этом каких-либо результатов исследований по обоснованию указанного соотношения в смеси компонентов в работе не представлено, что не

позволяет сделать однозначный вывод о необходимости использования именно такого соотношения составляющих веществ.

2. Указано, что в условиях низких забойных температур происходит затвердевание органической составляющей (эфиров жирных кислот) применяемого бурового раствора. При этом, в работе не показаны зависимости вязкостных свойств эфиров жирных кислот от температурных условий в скважине и значения их температуры кристаллизации (потери текучести). Если процесс затвердевания компонентов раствора происходит при циркуляционной температуре бурового раствора, то это может вызвать осложнения не только с кольматацией околоскважинной зоны, но и прихватами колонн и сальникообразованием, что требует замены рецептуры раствора. Информация по забойным температурам на различных стадиях бурения и заканчивания скважин не представлена.

3. Входящие в состав углеводородной системы заканчивания скважин «WC-1» уайт-спирит и сульфатный скипидар относятся к легковоспламеняющимся жидкостям с температурой вспышки не более 45 °С. В тексте диссертации не представлен порядок работ с указанной системой, в том числе при ее транспортировке, хранении, закачивании в скважину с точки зрения обеспечения безопасности работающего персонала. Также не указано, на какой стадии ведения буровых работ производится закачка системы и какую жидкость при этом замещают в скважине (проводились ли исследования на совместимость с указанной жидкостью?).

4. В таблице 3.4.2 диссертационной работы указана глубина проникновения фильтра раствора в образцы керна с точностью до десятых и даже сотых долей миллиметра. Прошу прояснить, какой метод позволяет производить замер данного показателя с указанной точностью? Если выводы сделаны по изменению количества и размера пор по результатам микротомографического исследования, то корректно говорить о глубине проникновения не фильтра, а самого бурового раствора с кольматирующей твердой фазой.

Вышеприведенные замечания не снижают общей положительной оценки и ценности диссертационной работы, а также значимости выполненных автором исследований.

9. Заключение по диссертации

Диссертация «Обоснование и разработка углеводородной системы заканчивания скважин в условиях низких забойных температур (на примере Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения)», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15

– Технология бурения и освоения скважин, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Будовская Маргарита Евгеньевна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин.

Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник отдела
буровых и технологических жидкостей
ООО«ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»
«ПермНИПИнефть»,
доктор технических наук по
специальности 25.00.15 – Технология
бурения и освоения скважин
Контактный телефон: 8-902-833-28-83;
E-mail: Irina.Nekrasova@pnn.lukoil.com

Некрасова Ирина Леонидовна

«18» мая 2022 г.

Подпись Некрасовой Ирины Леонидовны заверяю:

Специалист 1 кат.
ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»
«ПермНИПИнефть» в г. Перми



Косолапова Олеся Анатольевна

614066, г. Пермь, ул. Советской Армии, д. 29, ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»
«ПермНИПИнефть»