

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова

**С.Г. Сафин**

**ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ  
ДОБЫЧИ НЕФТИ**

*Учебное пособие*

Архангельск  
САФУ  
2019

УДК 622.276

ББК 33.131

С 21

*Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом  
Северного (Арктического) федерального университета  
имени М.В. Ломоносова*

*Рецензенты:*

**С.Ф. Мулявин**, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Тюменского индустриального университета;

**А.А. Коршак**, профессор, доктор технических наук, почетный работник высшего образования, заведующий лабораторией экологии и разработки ресурсосберегающих технологий НТЦ ООО «НИИ Транснефть»

**Сафин, С.Г.**

С 21 Технологии интенсификации добычи нефти: учеб. пособие / С.Г. Сафин; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. – Архангельск: САФУ, 2018. – 116 с.

ISBN 978-5-261-01359-4

Учебное пособие включает материалы, рассматриваемые при прохождении курсов «Ремонт и обслуживание скважин», «Методы повышения продуктивности скважин», «Капитальный ремонт скважин» и др. Представлены технологии интенсификации добычи нефти на основе физико-химических методов воздействия на призабойную зону пласта.

Предназначено для студентов, обучающихся по профилям «Ремонт и обслуживание скважин», «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти», «Бурение нефтяных и газовых скважин» и специальности «Прикладная геология» дневной и заочной форм обучения.

УДК 622.276

ББК 33.131

ISBN 978-5-261-01359-4

© Сафин С.Г., 2019

© Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 2019

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопросы эксплуатации скважин являются узловыми на любой стадии развития промысловых процессов. Особенное место занимают вопросы интенсификации работы скважин или повышения их продуктивности, которые связаны с воздействием на призабойную зону пласта (ПЗП). Значительное внимание, уделяемое процессам в ПЗП, обосновывается его особой ролью в системе добычи в целом. В ПЗП зарождаются, а иногда в основном и формируются основные свойства многофазной многокомпонентной промысловой продукции; здесь же происходит «срабатывание» значительной доли начальной и привнесенной пластовой энергии. От четко выбранной стратегии воздействия на ПЗП зависят не только интенсивность притока и обводненность продукции, но и энергоемкость подъема пластовой продукции, ее последующего транспорта и подготовки.

Призабойную зону пласта выделяют как особую часть пласта, так как, во-первых, ее свойства могут существенно отличаться от свойств остальной части, и, во-вторых, именно в этой части происходит потеря основной доли энергии, затрачиваемой на движение нефти в пласте. Причины изменения физических свойств ПЗП заключаются в процессах, вызываемых бурением, креплением, освоением и ремонтом скважин, в результате которых происходят загрязнение от проникновения соответствующих рабочих жидкостей, а также физико-химические и механические нарушения. Размер ПЗП изменяется от нескольких дециметров до нескольких метров.

Цель воздействия на призабойную зону пласта – восстановление или улучшение фильтрационной характеристики ПЗП главным образом за счет увеличения ее проницаемости и снижения вязкости флюидов, снижения темпов обводнения добывающих скважин. Иными словами, выделяются два направления воздействия на ПЗП:

- 1) увеличение дебита скважин по нефти;
- 2) ограничение притока воды в добывающие скважины.

В некоторых случаях можно выделить и другие задачи воздействия, например: предотвращение механического разрушения призабойной зоны пласта, ограничение выноса песка и других компонентов и т.д.

От эффективности воздействия на призабойную зону пласта в значительной степени зависят уровень и качество интенсификации добычи нефти.

В настоящем пособии большое внимание уделено составам и технологиям физико-химического воздействия на ПЗП, а также описанию самих химических реагентов. Значительная часть представленных составов и технологий разработаны автором и успешно внедрены на промыслах многих нефтегазодобывающих регионов.

При применении химических реагентов возникают задачи определения их совместимости между собой, с пластовыми и другими технологическими жидкостями, прогнозирования эффективности реагентов и их композиций на конкретных нефтегазовых месторождениях, пластах и скважинах.

Прогнозированию эффективности проводимых работ посвящены следующие научные работы автора, изданные совместно с коллегами: «Электрофизические методы контроля и управления свойствами технологических жидкостей в нефтедобыче» (М., 1995); «Диэлектрическая спектрометрия в нефтедобыче» (Архангельск, 2003); «Разработка составов для интенсификации нефтедобычи» (Архангельск, 2005), «Механизмы формирования и технологии ограничения водоприток» (М., 2005) и др.

Часть представленного материала рассматривалась и рассматривается в дисциплинах специализации «Капитальный ремонт скважин», организованного автором в 2005/2006 учебном году, а с 2015/2016 учебного года входит в курс читаемых автором дисциплин в рамках прикладного бакалавриата «Ремонт и обслуживание скважин».

В приложениях 1–3 приведены справочные материалы по реагентам, а в приложениях 4 и 5 – примеры проектов капитального ремонта скважин, а также формы актов сдачи скважины и капитального ремонта.

Учитывая важность проблемы, а также развитие исследований в этой области нефтегазовой науки в дальнейшем пособие будет перерабатываться и дополняться, поэтому автор будет благодарен за ценные замечания.

## **2. Описание проведенных работ**

Должно быть проведено детальное описание проведенных работ.

Начальник КЦКРС

Ст. геолог КЦКРС

Начальник ЦДНГ-2

Ст. геолог ЦДНГ-2

Мастер ЦДНГ-2

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Кристиан, М. Увеличение продуктивности и приемистости скважин: пер. с румын. / М. Кристиан, С. Сокол, А. Константи-неску. М.: Недра, 1985. 184 с.

Петров, А.Н. Механизмы формирования и технологии ограничения водопритокков / А.Н. Петров, Д.Н. Идиятуллин, С.Г. Сафин, А.В. Валиуллин. М.: Химия, 2005. 172 с.

Пат. РФ № 2071547. Состав для изоляции зон поглощения и способ его получения / С.Г. Сафин и др. // БИ. 1997. № 1.

Пат. № 2204708 РФ, МКИ Е 21 В 43/27. Состав для обработки высокотемпературных нефтяных скважин / Сафин С.Г., Гафиуллин М.Г., Есипенко А.И. // БИ. 2003. № 14.

Пат. № 2177542 РФ, МКИ Е21 В 43/27. Способ обработки призабойной зоны / Сафин С.Г., Сафин С.С. // БИ. 2001. № 36.

Разработка нефтяных месторождений (в 4-х т.) / под ред. Н.И. Хисамутдинова и Г.З. Ибрагимова. М.: ВНИИОЭНГ, 1994.

Саакян, Л.С. Повышение коррозионной стойкости нефтегазопромыслового оборудования / Саакян Л.С., Ефремов А.П., Соболева И.А. М.: Недра, 1988. 211 с.

Сафин, С.Г. Геотехнологические особенности добычи нефти из недонасыщенных нефтью пластов / С.Г. Сафин. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2009. 306 с.

Сафин, С.Г. Исследования по разработке композиций для обработки призабойной зоны нефтяного пласта / С.Г. Сафин // Развитие минерально-сырьевой базы Архангельской области: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2004. С. 213–222.

Сафин, С.Г. Исследования по подбору ингибиторов коррозии для солянокислотных обработок призабойной зоны высокотемпературных пластов / С.Г. Сафин // Проблемы освоения нефтегазовых месторождений Европейского Севера России. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2005. С. 54–57.

Сафин, С.Г. Разработка составов для интенсификации нефтедобычи / С.Г. Сафин, С.С. Сафин. Архангельск: АГТУ, 2004. 120 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПИРТОКИСЛОТНЫХ ОБРАБОТОК ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЕЕ ОЧИСТКОЙ ОТ АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ДЕГИДРАТАЦИЕЙ.....	5
1.1. Общие положения .....	5
1.2. Технические средства и реагенты .....	7
1.3. Подготовка скважин к технологическому процессу....	9
1.4. Технология проведения работ .....	10
1.5. Экспресс-оценка экономической эффективности об- работки призабойной зоны пласта .....	12
1.6. Требования техники безопасности и охраны окружа- ющей среды .....	13
2. ТЕХНОЛОГИЯ СПИРТОГЛИНОКИСЛОТНЫХ ОБРАБОТОК ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКОЙ ЕЕ ОТ АСФАЛЬТОСМОЛО-ПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЕЕ ДЕГИДРАТАЦИЕЙ.....	16
2.1. Общие положения .....	16
2.2. Технические средства и реагенты .....	18
2.3. Исследование возможности применения ШФУ для удаления АСПО и дегидратации призабойной зоны.....	20
2.4. Исследование растворимости кернового материала скважин и глинистого материала в растворах кислот .....	21
2.5. Подготовка скважины к технологическому процессу.	22
2.6. Технология проведения работ .....	23
2.7. Требования техники безопасности и охраны окружа- ющей среды .....	24
3. ТЕХНОЛОГИЯ КИСЛОТНЫХ ОБРАБОТОК ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПЛАСТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕАГЕНТА СНПХ-515Н .....	28
3.1. Общие положения .....	28

3.2. Характеристика реагентов. Результаты лабораторных исследований.....	30
3.3. Подготовка скважины к ремонтным работам .....	33
3.4. Технология кислотных обработок высокотемпературных пластов.....	35
3.5. Транспортирование и хранение реагента СНПХ-ПКД-515Н.....	36
3.6. Требования техники безопасности и охраны окружающей среды .....	37
 4. ОБРАБОТКА ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН КИСЛОТНЫМ СОСТАВОМ С ВОДОПОГЛОТИТЕЛЕМ.....	   39
4.1. Общие положения .....	39
4.2. Технические средства.....	40
4.3. Порядок приготовления ацетонового раствора соляной кислоты.....	42
4.4. Подготовка скважин к обработке призабойной зоны пласта .....	45
4.5. Проведение обработки призабойной зоны пласта ацетоновым раствором соляной кислоты.....	46
4.6. Требования техники безопасности при ведении работ	47
 5. ОБРАБОТКА ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА ДОБЫВАЮЩИХ И НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН КРЕМНЕФТОРИСТОВОДОРОДНОЙ КИСЛОТОЙ.....	   49
5.1. Общие положения .....	49
5.2. Физико-химические свойства кремнефтористоводородной кислоты.....	50
5.3. Взаимодействие кремнефтористоводородной кислоты с терригенными породами.....	51
5.4. Коррозионная активность кремнефтористоводородной кислоты.....	53
5.5. Технология обработки скважин кремнефтористоводородной кислотой .....	55
5.6. Транспортирование и хранение кремнефтористоводородной кислоты.....	58
5.7. Требования техники безопасности при ведении работ	59



6. ТЕХНОЛОГИЯ ВСКРЫТИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНВЕРТНО-ЭМУЛЬСИОННЫХ РАСТВОРОВ .....	60
6.1. Общие положения .....	60
6.2. Состав и физико-химические характеристики инвер- тно-эмульсионных растворов .....	61
6.3. Технология приготовления инвертно-эмульсионных растворов .....	64
6.4. Технология вскрытия продуктивных пластов с ис- пользованием инвертно-эмульсионных растворов .....	64
6.5. Требования техники безопасности при ведении работ .....	69
7. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ВЫРАВНИВАНИЮ ПРОФИЛЯ ПРИЕМИСТОСТИ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН СОСТАВАМИ НА ОСНОВЕ КРЕМНЕФТОРИСТОГО АММОНИЯ И НАТРИЕВОГО ЖИДКОГО СТЕКЛА .....	70
7.1. Общие положения .....	70
7.2. Технические средства и реагенты.....	72
7.3. Исследования по подбору рецептуры составов .....	73
7.4. Подготовка скважины к технологическому процессу .....	74
7.5. Технология закачки композиции в пласт .....	74
7.6. Требования техники безопасности и охраны окружа- ющей среды .....	76
8. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВОДОТАМПОНИРУЮЩИХ СОСТАВОВ НВТС-1 И ВТС-1 И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ .....	79
8.1. Общие положения .....	79
8.2. Технические средства и реагенты .....	80
8.3. Приготовление 1 м <sup>3</sup> раствора НВТС-1.....	81
8.4. Подготовка скважины к технологическому процессу. ....	83
8.5. Технология закачки композиции в пласт .....	83
8.6. Требования техники безопасности и охраны окружа- ющей среды .....	85
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	87
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	111