

УТВЕРЖДАЮ


Проректор по науке и инновациям

Пермского национального

исследовательского политехнического

университета,

технических наук, профессор


Коротаев Владимир Николаевич

 2020 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Моделирование процесса кислотных обработок карбонатных коллекторов с учетом комплексного строения околоскважинных зон» выполнена на кафедре «Нефтегазовые технологии» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

В период подготовки диссертации соискатель Хузин Ринат Альвертович работал в должности начальника управления разработки компании Газпромнефть Бизнес Сервис Б.В. (Ирак).

В 2000 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный технический университет» по специальности «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений». В 2003 году окончил аспирантуру очной формы обучения в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пермский государственный технический университет» по направлению 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (период обучения в аспирантуре с 20.10.2000 по 20.10.2003).

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Хижняк Григорий Петрович, работает заведующим кафедрой «Нефтегазовые технологии» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем:

- автором выполнен анализ причин ухудшения свойств околоскважинных зон пластов (ОЗП), методов их выявления и оценки свойств; видов воздействий на ОЗП; физических и химических аспектов взаимодействия кислот с

карбонатными коллекторами; факторов влияющих на эффективность кислотной обработки; изменения физических свойств используемых при солянокислотных обработках флюидов и продуктов химических реакций в диапазоне возможных давлений и температур; методов моделирования развития червоточин при кислотных обработках ОЗП;

- соискателем на основе расчетов показана необходимость учета комплексного строения ОЗП при проектировании кислотных обработок карбонатных коллекторов;

- автором предложен способ учета комплексного строения ОЗП и ее изменения в процессе КО на основе формулы комбинированного скин-фактора; выполнена модификация полуэмпирической модели расчета скин-фактора скважины несовершенной по характеру вскрытия с учетом комплексного строения ОЗП; предложен метод учета пустотного объема и радиуса фронта развития червоточин, образовавшихся в результате предыдущих обработок;

- соискателем создана математическая модель процесса первичных и повторных кислотных обработок карбонатных коллекторов, учитывающая комплексное строение околоскважинной зоны и ее изменение в процессе обработки;

- автором выполнена реализация созданной модели кислотных обработок в виде программы для электронно-вычислительной машины «Симулятор кислотного воздействия «WellStim»;

- под руководством соискателя, для одного из месторождений Ирака, проведены необходимые для моделирования кислотных обработок лабораторные эксперименты по оценке влияния концентрации кислоты, скорости закачки и потокоотклоняющей композиции на эффективность кислотного воздействия;

- с применением разработанного программного обеспечения соискателем выполнены дизайны и анализ результатов 37 кислотных обработок.

2. Степень достоверности результатов проведенных исследований подтверждена хорошим согласованием полученных результатов исследований с результатами, опубликованными в научной литературе и с фактическими промысловыми данными.

3. Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- показана необходимость учета комплексного (многозонального) строения ОЗП при моделировании первичных и повторных КО карбонатных коллекторов;

- предложен способ учета комплексного строения ОЗП и ее изменения в процессе КО на основе формулы комбинированного скин-фактора, учитывающей радиусы подзон, их абсолютную и фазовую проницаемости, вязкости флюидов;

- выполнена модификация полуаналитической модели Karacas & Tariq, для учета комплексного строения ОЗП при определении скин-фактора несовершенной по характеру вскрытия скважины;

- с целью повышения достоверности проектирования повторных кислотных обработок предложен метод учета параметров червоточин, образовавшихся в ОЗП при предыдущих обработках;

- построена математическая модель первичных и повторных кислотных обработок, учитывающая многозональное строение ОЗП и ее изменение в процессе обработки.

4. Практическая значимость исследования заключается в том, что:

Построенная математическая модель процесса кислотной обработки реализована в виде ПЭВМ «WellStim», являющееся практическим инструментом при проектировании первичных и повторных кислотных обработок скважин месторождений, представленных карбонатными коллекторами. ПЭВМ «WellStim» зарегистрирована в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020612979) и применяется при планировании геолого-технических мероприятий в компании Газпром Нефть Бадра Б.В. (Акт внедрения от 05 августа 2020 г.).

Для разрабатываемого компанией Газпром Нефть Бадра Б.В. нефтяного месторождения:

- a. определены причины изменения свойств ОЗП и оценены их параметры;
- b. проведены лабораторные исследования по оценке влияния концентрации кислоты и потокоотклоняющего агента на эффективность кислотного воздействия, определена оптимальная скорость закачки 15%-ного раствора соляной кислоты;
- c. применение ПЭВМ «WellStim при дизайне КО позволило достичь низких значений скин-фактора и высокого охвата воздействием при первичных обработках, и дополнительного прироста дебита нефти при повторных.

5. Ценность научных работ, полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 9 печатных работах по теме диссертации, из них 4 в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Автором получено свидетельство об официальной государственной регистрации программы для ЭВМ, приравняемой к публикациям, в которых излагаются основные научные результаты диссертации. Три работы опубликованы в периодических изданиях, индексируемых в международных базах данных научного цитирования Scopus и Web of Science.

Список опубликованных работ по теме диссертации:

- 1) Морозов В.В. Концептуальное геологическое моделирование как основа разработки карбонатных коллекторов на примере месторождения

Ближнего Востока / Морозов В.В., Мельников С.И., Позднякова В.А., Идрисова С.А., Растегаев Р.А., Загребельный Е.В., Шевко Н.А., Хузин Р.А. // Нефтяное хозяйство. – 2018. – № 10. – С. 57-59. (**Scopus, Перечень ВАК**)

В статье автором описан подход по прогнозированию распределения фильтрационно-емкостных свойств в сложнопостроенных карбонатных коллекторах на основе комплексирования результатов сейсморазведки, геофизических и гидродинамических исследований, промысловых данных.

2) Петров А. Н. Использование расширенного комплекса ГИС для оптимизации дизайна кислотной обработки карбонатных коллекторов // Петров А.Н, Хузин Р.А., Шевко Н.А. // Российская нефтегазовая техническая конференция SPE: Технический доклад. – М.: Общество инженеров нефтегазовой промышленности. – 2018. (**Scopus, Web of Science**)

В статье предложена методика по оценке свойств околоскважинной зоны пласта, с применением которой автором оценены параметры околоскважинных зон одного из карбонатных месторождений Ирака, использованные в дальнейшем при проектировании кислотных обработок.

3) Хузин Р.А. Изменение свойств флюидов и продуктов химических реакции при соляно-кислотных обработках карбонатных коллекторов / Хузин Р.А., Ющенко Т.С., Хижняк Г.П. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело – 2019. – № 3. – С. 275-289. (**Перечень ВАК**)

В статье автором на основе обобщения литературных данных выполнен анализ изменения фазового состояния, вязкости, плотности и растворимости флюидов и продуктов химических реакций при соляно-кислотных обработках в возможном диапазоне изменения давлений и температур.

4) Хузин Р.А. Лабораторные исследования влияния концентрации и скорости закачки кислоты на развитие «червоточин» в пластовых условиях / Хузин Р.А., Хижняк Г.П. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2019. – № 4. – С. 356-372. (**Перечень ВАК**)

В статье автором определены факторы, учет которых необходим при проведении исследований по закачке кислотных составов в карбонатные коллекторы. Приведены результаты выполненных при участии автора лабораторных экспериментов по оценке влияния концентрации и скорости закачки растворов соляной кислоты на эффективность кислотного воздействия.

5) Хузин Р.А. Совершенствование технологии стимуляции скважин на основе моделирования СКО и комплексирования лабораторных и промысловых данных / Хузин Р.А., Шевко Н.А., Мельников С.И. // Российская нефтегазовая техническая конференция SPE: Технический доклад. – М.: Общество инженеров нефтегазовой промышленности. – 2019. (**Scopus, Web of Science**)

В статье описана созданная автором математическая модель первичной кислотной обработки карбонатного коллектора с учетом комплексного строения околоскважинной зоны. Приведены выполненные соискателем расчеты, показывающие необходимость учета комплексного строения околоскважинной зоны при моделировании кислотных обработок. Представлены результаты выполненных при участии автора лабораторных исследований по влиянию потокоотклоняющего агента на эффективность кислотного воздействия. Даны примеры выполненных соискателем дизайнов первичных кислотных обработок.

б) Свидетельство № 2020612979 РФ об официальной государственной регистрации программы для ЭВМ. Симулятор кислотного воздействия «WellStim» / Р.А. Хузин (Россия). Заявка № 2020611986 от 26.02.2020 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 06.03.2020 г.

Соискателем разработан симулятор кислотного воздействия «WellStim» и получено свидетельство об его официальной государственной регистрации.

7) Хузин Р.А. Моделирование многократных кислотных обработок карбонатных коллекторов с учетом комплексного строения околоскважинной зоны пласта / Хузин Р.А., Хижняк Г.П. // Сборник научных работ 61-й Международной научной конференции Евразийского Научного Объединения. – 2020. – № 3. – С. 421-426.

В статье автором представлена созданная математическая модель первичных и повторных кислотных обработок карбонатных коллекторов с учетом комплексного строения околоскважинной зоны.

8) Хузин Р.А. Оптимизация повторных кислотных обработок на основе совершенствования подходов к моделированию // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. – 2020. – № 1. – С. 47-53. **(Перечень ВАК)**

В статье автором предложен метод учета параметров червоточин, образовавшихся в ОЗП после предыдущих обработок, при моделировании повторных кислотных обработок. Представлены результаты внедрения предложенного метода на практике.

9) Хузин Р.А. Оптимизация проектирования кислотных обработок скважин на основе математического моделирования / Хузин Р.А., Хижняк Г.П. // Сборник тезисов докладов II Международной научно-практической конференции «Наука и технологии в нефтегазовом деле». – 2020. – С. 121-123.

В работе автором дано описание подходов по оптимизации параметров кислотных обработок с применением созданной и реализованной в виде программного обеспечения математической модели кислотных обработок.

6. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите

Представленная Хузиным Ринатом Альвертовичем диссертационная работа является самостоятельным научным исследованием и имеет важное

научное и прикладное значение для развития науки. Содержание представленного диссертационного исследования соответствует паспорту научной специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений по пунктам 2 и 5:

- Геолого-физические и физико-химические процессы, протекающие в пластовых резервуарах и окружающей геологической среде при извлечении из недр нефти и газа известными и вновь создаваемыми технологиями и техническими средствами для создания научных основ эффективных систем разработки месторождений углеводородов и функционирования подземных хранилищ газа.
- Научные основы компьютерных технологий проектирования, исследования, эксплуатации, контроля и управления природно-техногенными системами, формируемыми для извлечения углеводородов из недр или их хранения в недрах с целью эффективного использования методов и средств информационных технологий, включая имитационное моделирование геологических объектов, систем выработки запасов углеводородов и геолого-технологических процессов.

7. Диссертационная работа Хузина Рината Альвертовича отвечает требованиям, установленным п. 14 Положения о присуждении ученых степеней.

В диссертационной работе аспирант приводит ссылки на авторов и источники заимствованных материалов и отдельных результатов. Результаты диссертационной работы опубликованы в ведущих рецензируемых изданиях, материалах конференций, соответствующие ссылки присутствуют в тексте диссертации.

Диссертационная работа «Моделирование процесса кислотных обработок карбонатных коллекторов с учетом комплексного строения околоскважинных зон» Хузина Рината Альвертовича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Заключение принято на заседании кафедры «Нефтегазовые технологии» ПНИПУ.

Присутствовало на заседании 19 чел. Результаты голосования: «за» – 19 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 3 от 06.10. 2020 г.

Заключение подготовил доцент кафедры «Нефтегазовые технологии», кандидат технических наук Куницких Артем Александрович.

Заместитель заведующего кафедрой
«Нефтегазовые технологии»
кандидат технических наук

 Александр Александрович
Мелехин

Секретарь кафедры
«Нефтегазовые технологии»

Наталья Ивановна
Корякова