

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки 05.04.01 «Геология»

Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы				
Оценка влияния жидкостей глушения на фильтрационные свойства нефтегазонасыщенных пластов на месторождениях «Х»				

УДК – 622.24.06:622.276(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ02	Федотова Людмила Егоровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор ИШПР	Боев Артем Сергеевич	к.х.н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	к.т.н. доцент		

По разделу «Иностранный язык»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОИЯ ШБИП	Асадуллина Лилия Ильгизовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Гершелис Елена Владимировна	к.г.-м.н. доцент		

Томск – 2022 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки 05.04.01 «Геология»

Отделение геологии

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ООП ОГ ИШПР

_____ Гершелис Е.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ02	Федотовой Людмиле Егоровне

Тема работы:

Оценка влияния жидкостей глушения на фильтрационные свойства нефтегазонасыщенных пластов на месторождениях «Х»
Утверждена приказом директора

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Образцы источников водоснабжения, применяемых для приготовления растворов глушения; натуральный керн и пробы жидкости (нефть и вода от каждого объекта или месторождения) приоритетных месторождений Компании «Х»; пакет геолого–физической информации по каждому объекту; методические указания Компании в проведении ЛИ; научная литература, технологические регламенты и нормативные документы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Исследование геолого-физических данных приоритетных месторождений компаний; проведение тестирования жидкостей глушения; оценка влияния жидкостей глушения на фильтрационные свойства продуктивных пластов; формирование рекомендаций по применению жидкостей глушения; экономический расчет НТИ; социальная ответственность при работе с химическими веществами.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, к.т.н. ОСГН ШБИП Кашук Ирина Владимовна

Социальная ответственность	Доцент к.т.н. ООД ШБИП Сечин Андрей Александрович
Иностранный язык	Ст. преподаватель ОИЯ ШБИП Асадуллина Лилия Ильгизовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
ВВЕДЕНИЕ 1. Обзор геолого-физических данных 2. Методики проведения исследования 3. Экспериментальная часть 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность ЗАКЛЮЧЕНИЕ A newly developed criteria matrix determining applicability of kill fluids	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Гершелис Елена Владимировна	к.т.н.—м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ02	Федотова Людмила Егоровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ02	Федотовой Людмиле Егоровне

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление	05.04.01 «Геология»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НТИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НТИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НТИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НТИ)	Расчет бюджетной стоимости НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НТИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала:

1. Оценка конкурентоспособности НТИ;
2. Матрица SWOT;
3. Диаграмма Ганта;
4. Бюджет НТИ;
5. Основные показатели эффективности НТИ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ02	Федотова Людмила Егоровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ02	Федотовой Людмиле Егоровне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление	05.04.01 «Геология»

Тема ВКР:

Оценка влияния жидкостей глушения на фильтрационные свойства нефтегазонасыщенных пластов на месторождениях «Х»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования: в работе является технологические жидкости глушения, применяемые на месторождениях «Х»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 22.11.2021); – ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места; – ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация; – СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания; – ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<u>Вредные факторы:</u> – повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – повышенная или пониженная подвижность воздуха; – отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения; – отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения. – токсичные и раздражающие химические вещества. <u>Опасные факторы:</u> – повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материала;
3. Экологическая безопасность:	<u>Атмосфера:</u> <u>Гидросфера:</u> и <u>литосфера:</u> загрязнение почвы химическими веществами

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<u>Возможные ЧС:</u> Химическая авария, пожар.
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	к.т.н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ02	Федотова Людмила Егоровна		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 05.04.01 «Геология»
Уровень образования магистратура
Отделение геологии
Период выполнения осенний / весенний семестр 2021 / 2022 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ–ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.2022	Подбор и изучение материалов по теме	10
06.02.2022	Календарное планирование работ по теме	5
20.02.2022	Изучение методики проведения эксперимент	10
01.03.2022	Проведение теоретических расчетов	20
30.04.2022	Проведение эксперимента	25
11.05.2022	Оценка полученных результатов	10
01.06.2022	Составление пояснительной записки	20
ИТОГО		100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор ИШПР	Боев Артем Сергеевич	к.х.н доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПП ОГ ИШПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Гершелис Елена Владимировна	к.г.–м.н. доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)–1	способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)–2	способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)–3	способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)–4	способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (–ых) языке (–ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)–5	способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)–6	способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)–1	способность самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности
ОПК(У)–2	способность самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач
ОПК(У)–3	способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ОПК(У)–4	способность профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач
ОПК(У)–5	способность критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности
ОПК(У)–6	владение навыками составления и оформления научно–технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
Профессиональные компетенции	
ПК(У)–4	способность самостоятельной подготовки и проведения производственных и научно–производственных полевых, лабораторных и интерпретационных исследований при решении практических задач (в соответствии с направленностью программы магистратуры)
ПК(У)–5	способность самостоятельно выбирать, подготавливать и профессионально эксплуатировать современное полевое и лабораторное оборудование и приборы (в соответствии с направленностью программы магистратуры)
ПК(У)–6	способность к комплексной обработке и интерпретации полевой и лабораторной информации с целью решения научно–производственных задач
ДПК(У)–1	способностью самостоятельно планировать и проводить научные исследования в области нефтепромысловой геологии, обобщать и анализировать полученную информацию, формулировать заключения и рекомендации

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 124 страниц, 10 рисунков, 51 таблиц, 35 источников.

Ключевые слова: глушение скважин, жидкость глушения, фильтрационно-ёмкостные свойства пласта, восстановление проницаемости.

Объектом исследования в работе являются технологические жидкости глушения, применяемые на месторождениях «Х».

Цель работы - оценка влияния жидкостей глушения на фильтрационные свойства продуктивных пластов приоритетных месторождений «Х».

В процессе исследования были изучены геолого-физические данные приоритетных месторождений «Х», проведены лабораторные тестирования жидкостей глушения и произведена оценка их влияния на фильтрационные свойства продуктивных пластов данных месторождений.

В результате исследования сформулированы рекомендации по применению жидкостей глушения на месторождениях «Х».

Область применения: приоритетные месторождения «Х».

Экономическая эффективность/значимость работы: повышение производительности и качества.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	9
ВВЕДЕНИЕ	13
1 ОБЗОР ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	15
1.1 Геолого-физические данные приоритетных месторождений «Х» для проведения анализа	15
1.1.1 Тектоническая характеристика района.....	15
1.1.2 Литолого-стратиграфическая характеристика.....	19
1.1.3 Сводные геолого-физические характеристики продуктивных пластов месторождений.....	22
1.2 Жидкости глушения, применяемые для тестирования	23
1.2.1 Основные требования к жидкостям глушения	24
2 МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	27
2.1 Проведение лабораторных исследований на соответствие ТУ	27
2.2 Определение технологических свойств жидкостей глушения.....	27
2.2.1. Методика совместимости жидкостей глушения с образцами нефти.....	27
2.2.2 Методика проведения совместимости жидкостей глушения с образцами пластовой воды приоритетных месторождений	27
2.2.3. Методика проведения испытания на определение коррозионной агрессивности жидкостей глушения	28
2.2.4 Методика определения совместимости (по набухаемости)	30
2.2.4.1 Методика изготовления образцов (таблеток).....	30
2.2.4.2 Методика приготовления растворов	32
2.2.4.3 Методика измерения набухания таблеток из дезинтегрированного керна	33

2.2.4.4	Методика проведения фильтрационных исследований, моделирующих процесс обработки призабойной зоны пласта жидкостями глушения	35
2.2.4.5	Методика оценки коэффициента восстановления фазовой проницаемости по нефти	37
3	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	40
3.1	Физико–химические исследования	40
3.1.1	Исследование совместимости жидкостей глушения с образцами воды и нефти.....	40
3.1.2	Исследование совместимости жидкостей глушения с образцами пластовой воды приоритетных месторождений	69
3.1.3	Испытания на определение коррозионной агрессивности жидкостей глушения.....	73
3.1.4	Результаты теста на совместимость (по набухаемости)	74
3.1.5	Состав и свойства приготовленных жидкостей глушения	76
3.2	Петрофизические исследования	78
3.2.1	Определение коэффициента восстановления фазовой проницаемости по нефти после закачки растворов глушения на нефтенасыщенном керне (насыпные модели).....	78
3.3	Анализ полученных результатов.....	81
4	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	87
4.1.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	87
4.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	88
4.1.1	Структура работ в рамках научного исследования	88
4.1.2	SWOT-анализ.....	89
4.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	90

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	90
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	91
4.3 Бюджет научно-технического исследования	95
4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	95
4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования	96
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	97
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ..	99
4.3.5 Накладные расходы	99
4.3.6 Бюджет НТИ	100
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ...	101
4.5 Выводы по разделу	103
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	105
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..	106
5.2. Производственная безопасность	107
5.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований	107
5.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	108
5.2.3 Расчет потребного воздухообмена	111
5.3. Экологическая безопасность	116
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	120
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	121

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время максимальному извлечению углеводородного сырья, повышению коэффициента нефтеотдачи уделяется большое внимание. В результате выработки большого количества эксплуатируемых месторождений в долгосрочном периоде разработка таких месторождений характеризуется низким темпом отбора флюидов, высокой обводненностью. Многие месторождения также характеризуются слабопроницаемыми коллекторами с низкой продуктивностью. Увеличению добычи углеводородов будет способствовать комплекс технологических мероприятий для совершенствования технологий ремонтных работ, среди которых следует выделить глушение скважин.

Глушение скважин — это комплекс мероприятий, направленный на закачивание в скважину специальных жидкостей с целью прекращения или предотвращения поступления флюида в скважину.

В зависимости от назначения жидкости глушения можно разделить на: блокирующие и водоизолирующие жидкости. Для временного блокирования продуктивного пласта жидкости должны обеспечивать надежную изоляцию, легко удаляться из пласта после проведения ремонтных работ. Что касается водоизолирующих жидкостей, то они должны обладать способностью создания барьера в глубине пласта, чтобы предотвратить подтягивание конуса пластовых вод к продуктивному интервалу.

Выбор оптимальной жидкости глушения осуществляется на основании горно–геологических условий месторождений, в результате чего предупреждаются различного рода осложнения (нефтегазопроявления, коррозионное разрушение подземного оборудования, поглощение жидкостей глушения продуктивным пластом); климатических и технологических особенностей месторождения, а также функциональностью жидкости глушения. При выборе особое внимание стоит уделить минимальному загрязнению пласта жидкостью глушения.

Литературный анализ отечественных и зарубежных источников в области применения, совершенствования и разработки технологических жидкостей для изоляции продуктивного пласта выявил, что данные жидкости в зависимости от своего назначения (временная изоляция продуктивного пласта или изоляция водопритоков) возможно разделить на группы:

- жидкости на водной основе (эту группу составляют пены [1–3], гелеобразующие жидкости на различной основе [4–6], полимерные системы [7], эмульсии [8], растворы минеральных солей [9]);

- жидкости на углеводородной основе (состоящие из загущенной или товарной нефти, обратные эмульсии с содержанием водной фазы до 70% [8]). Эти типы жидкостей имеют недостаток – неблагоприятное воздействие на окружающую среду, пожароопасность, а также сложности использования таких систем при низких температурах, тем не менее, для максимального сохранения коллекторских свойств продуктивного пласта данные составы рекомендуют к использованию.

При разработке рецептуры технологических жидкостей внимание также уделяют добавкам, снижающим негативное воздействие технологических жидкостей на фильтрационно–емкостные свойства пласта.

2 МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Проведение лабораторных исследований на соответствие ТУ

Предоставленные образцы реагентов соответствуют определяемым физико–химическим показателям.

2.2 Определение технологических свойств жидкостей глушения

2.2.1. Методика совместимости жидкостей глушения с образцами нефти

Было проведено 20 тестов на совместимость, в соответствии [20], метод измерения – проведение теста на совместимость жидкостей глушения с нефтью.

Перед началом эксперимента нефть и жидкость глушения выдерживали в термостате в течение 30 минут при пластовой температуре.

В трех стеклянных емкостях смешивали жидкость глушения и нефть в трех объемных отношениях (см³): 25:75, 50:50, 75:25 и перемешали в течение 2 минут. Приоткрывали крышки для выхода паров и выдерживали в течение 2 часов в термостате при пластовой температуре (для высокотемпературных объектов (темп. выше 85 °С) температуру эксперимента снижали до 85 °С. После чего смесь доводили до комнатной температуры и выдерживали 2 часа. В емкостях фиксировали наличие осадка или взвеси в водной фазе и наличие эмульсии.

Затем содержимое емкостей профильтровывали отдельно через сита 100 меш и визуально проверяли наличие сгустков или осадка на сите.

В случае обнаружения эмульсии, которая плохо проходит через сито, образец проливали водой, нагретой до пластовой температуры.

2.2.2 Методика проведения совместимости жидкостей глушения с образцами пластовой воды приоритетных месторождений

Испытания проведены согласно разделу 34 Приложения 1 к [21].

Смешивали в конической колбе 50 см³ испытуемого раствора жидкости глушения и 50 см³ раствора пластовой воды, отмеренных мерным цилиндром.

Колбу неплотно закрывали крышкой и выдерживали в течение 2 часов на водяной бане при 80 °С. После чего раствор доводили до комнатной температуры и выдерживали 2 часа.

2.2.3. Методика проведения испытания на определение коррозионной агрессивности жидкостей глушения

Испытания на определение коррозионной агрессивности жидкостей глушения проводили согласно разделу 3 [21].

Испытания коррозионной агрессивности реагентов (товарной формы или водных растворов) проводили в соответствии с [22]. Коррозионная агрессивность оценивалась гравиметрическим методом, по изменению массы образцов из углеродистой стали. Условия измерения – измерение проводили при пластовой температуре объекта применения.

Испытуемые образцы свидетели коррозии – пластины были изготовлены из углеродистой стали Ст3 в соответствии с требованиями, предъявляемыми [22]. (Рисунок 4) Для подвески образцов в них сверлят отверстие диаметром 5 мм. Образцы около отверстия маркируют цифровым клеймом. Соотношение площади поверхности образцов к объему реагента должно составлять не менее 1:10 (на 1 см² площади образцов 10 см³ реагента).



Рисунок 4 – Образцы - свидетели коррозии из углеродистой стали Ст3

Перед проведением испытаний поверхность образцов шлифовали до шероховатости R_a не более 1,6 мкм по [23], протирали ватой или фильтровальной бумагой, обезжиривали ацетоном, выдерживали в течение 1 ч в эксикаторе и определяли массу образца на аналитических весах с погрешностью взвешивания не более 0,0002 г. Подготовленные образцы–свидетели закрепляли в держателях установок в вертикальном положении и помещали в испытательные ячейки, заполненные жидкостями глушения.

Статические испытания проводили в течение 6 часов в ячейках, установленных в суховоздушные термостаты. Сразу после испытаний образцы подвергали визуальному осмотру: определяли наличие и характер продуктов коррозии, после снятия продуктов коррозии – характер коррозии.

Для определения потери массы образцов их поверхность должна быть очищена в следующей последовательности:

рыхлые продукты коррозии удаляют шпателем или резинкой карандашной;

при наличии плотной пленки из продуктов коррозии допускается их удаление химическим методом по [24];

образцы промывают водопроводной и дистиллированной водой, высушивают фильтровальной бумагой, обезжиривают ацетоном, упаковывают в фильтровальную бумагу и выдерживают в эксикаторе с влагопоглотителем в течение 1 часа, после чего взвешивают на аналитических весах с погрешностью не более 0,0002 г.

Обработка результатов

Скорость общей коррозии K в (г/(м²·час)) вычисляли по формуле:

$$K = \frac{m_0 - m_1}{S \cdot \tau}, \quad (1)$$

где:

m_0, m_1 – масса образца до и после испытания соответственно, г;

S – площадь поверхности образца, м²;

τ – время экспозиции, час.

Скорость коррозионного проникновения K_r в мм/год вычисляли по формуле:

$$K_r = 1,12 \cdot K,$$

2)

где 1,12 – коэффициент для перевода единиц измерения $г/(м^2 \cdot час)$ в мм/год.

За результат измерения принимают среднее арифметическое значение скоростей коррозии трех пластинок, абсолютное расхождение между которыми не превышает 0,040.

2.2.4 Методика определения совместимости (по набухаемости)

Испытания на совместимость (по набухаемости) проводили в соответствии [20]. Метод измерения – увеличения линейных размеров навески дезинтегрированного керна, сформированных в виде спрессованных таблеток, при температуре 60°C в контакте с жидкостями глушения (глинистыми растворами, подтоварной водой, растворами галита и растворами кальция хлористого) и моделью пластовой воды. Испытания были проведены с образцами керна при контакте с подтоварной водой в количестве 11 шт., с глинистыми жидкостями глушения 8 шт., с МПВ 8 шт., с растворами солей 2 шт., итого проведено 29 тестов.

Ниже представлены методики изготовления образцов (таблеток) из дезинтегрированного керна, приготовление и испытание растворов глушения/

2.2.4.1 Методика изготовления образцов (таблеток)

Образцы (таблетки) формовались из дезинтегрированного керна, предоставленного заказчиком, на компакторе OFITE (рисунок 5).



Рисунок 5 – Компактор OFITE

Прибор состоит из двух стальных пресс-ячеек для формования одновременно 2-х таблеток. Одна пресс-ячейка (рисунок 3) состоит из корпуса камеры (1), поршня (2), приемника (3), 2-х распорных втулок 14 и 20 мм (4).



Рисунок 6 – Пресс-ячейки компактора OFITE

После помещения навески (массой 12,5 г) дезинтегрированного керна во внутрь собранной пресс-ячейки, конструкция помещается под пресс компактора и выдерживается под давлением 6000 psi в течение 30 минут. После чего пресс-ячейка разбирается, готовая таблетка помещается на хранение в эксикатор с силикагелевым осушителем. Всего было изготовлено 29 таблеток массой 12.5 г.

2.2.4.2 Методика приготовления растворов

Растворы глушения были приготовлены согласно техническому заданию заказчика, руководствуясь действующими в «Х» нормами расхода реагентов для приготовления 1 м³ глинистого раствора для глушения скважины, по методике [20] приготовление и применение жидкостей глушения и пластовыми условиями залегания отобранного керна. Было приготовлено 7 глинистых растворов, 2 раствора солей и подготовлено 8 МПВ. Рецептуры растворов были взяты из действующих в «Х» норм расхода реагентов для приготовления 1 м³ глинистого раствора для глушения скважины и по методике [20] приготовление и применение жидкостей глушения. Глинистые растворы для глушения скважин были приготовлены согласно методике:

в цилиндрический стакан объёмом 2000 см³, наливают необходимое количество воды предоставленной заказчиком согласно техническому заданию для каждого тестируемого объекта, добавляют кальцинированную соду и перемешивают со скоростью 1000 об/мин. на верхнеприводной мешалке в течение 1 мин;

добавляют в перемешиваемый раствор глинопорошок и перемешивают в течение $15 \pm 0,1$ мин. на верхнеприводной мешалке со скоростью 1000 об/мин., останавливают мешалку, очищают лопасти, помещая обратно в стакан нераспустившийся глинопорошок, и перемешивают в течение $15 \pm 0,1$ мин. на верхнеприводной мешалке со скоростью 1000 об/мин;

добавляют необходимое количество КМЦ и перемешивают в течение $30 \pm 0,1$ мин. со скоростью 1000 об/мин;

добавляют необходимое количество регулятора вязкости ОКЗИЛ и перемешивают в течение $10 \pm 0,1$ мин. со скоростью 1000 об/мин;

добавляют необходимое количество комплексного реагента КР-03 и перемешивают в течение $10 \pm 0,1$ мин. со скоростью 1000 об/мин;

добавляют необходимое количество утяжелителя барит и перемешивают в течение $10 \pm 0,1$ мин. со скоростью 1000 об/мин;

выдерживают раствор в течение $16 \text{ ч} \pm 0,5 \text{ ч.}$ в запечатанной или закрытой емкости при температуре $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$. По истечению $16 \text{ ч} \pm 0,5 \text{ ч.}$ суспензию перемешивают в течение $5 \pm 0,1 \text{ мин.}$ со скоростью 1000 об/мин. и проводят исследования.

Концентрации реагентов были взяты из действующих в ООО «РН–Краснодарнефтегаз» норм расхода реагентов для приготовления 1 м³ глинистого раствора для глушения скважины. Растворы солей были приготовлены согласно методике:

в цилиндрический стакан объёмом 2000 см³, наливают 600 см³ воды предоставленной заказчиком добавляют 58 г. хлорида натрия и перемешивают со скоростью 1000 об/мин. на верхнеприводной мешалке в течение $10 \pm 0,1 \text{ мин.}$

в цилиндрический стакан объёмом 2000 см³, наливают 600 см³ воды предоставленной заказчиком согласно техническому заданию, добавляют 70 г. хлорида кальция и перемешивают со скоростью 1000 об/мин. на верхнеприводной мешалке в течение $10 \pm 0,1 \text{ мин.}$

После приготовления испытывают растворы.

В таблице 26 представлены жидкости глушения, приготовленные согласно техническому заданию, подтоварная вода и МПВ.

2.2.4.3 Методика измерения набухания таблеток из дезинтегрированного керна

Исследования набухания таблеток из дезинтегрированного керна проводились на тестере линейного набухания OFITE (рис. 7).

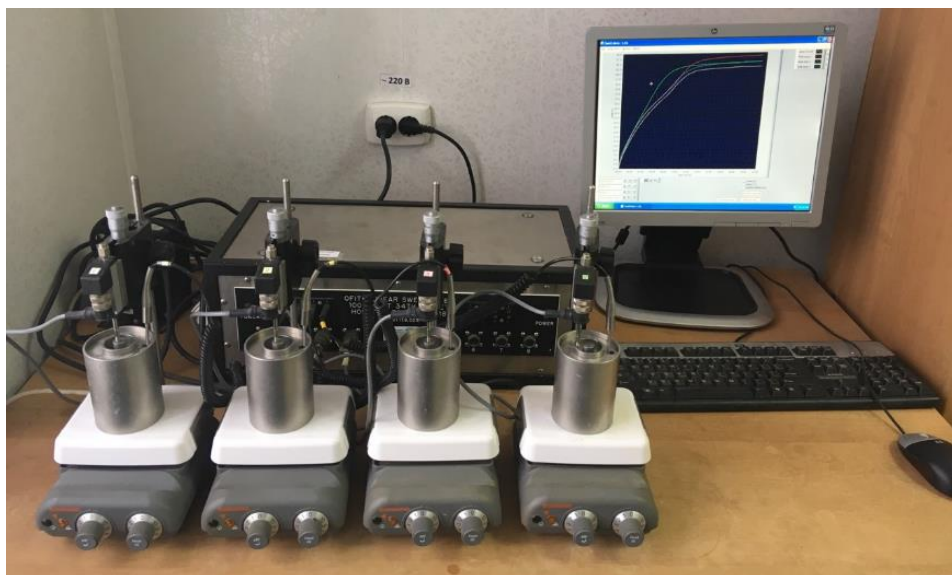


Рисунок 7 – Тестер линейного набухания OFITE

Прибор имеет в комплекте 4 плитки с функцией перемешивания, 4 стальных ячейки, каждая из которых оснащается чувствительным термодатчиком, электронным микрометром и магнитным якорем для постоянного перемешивания исследуемого ингибитора. Ячейка состоит из стакана (1), гильзы (2), крышки (3), штатива (4), и двух стальных сеток (5) (рис. 8).

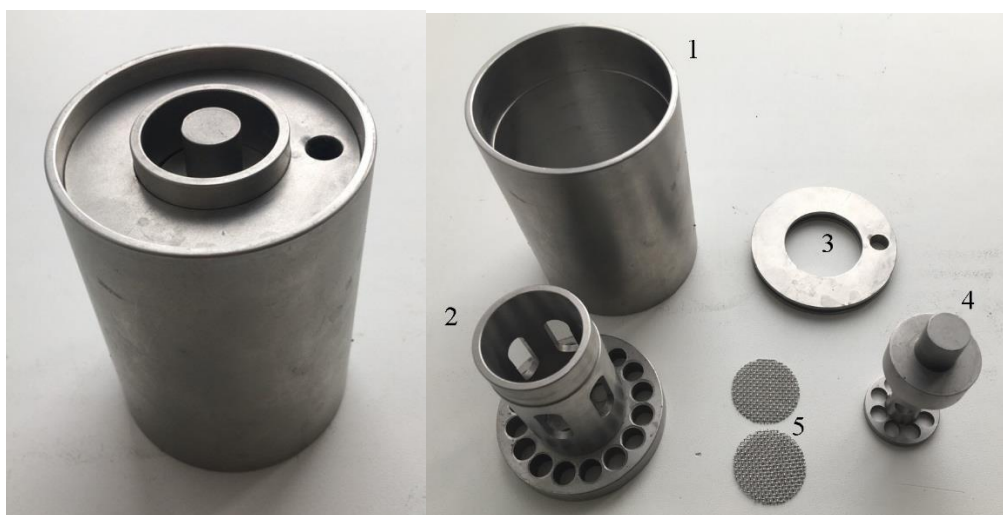


Рисунок 8 – Ячейка тестера продольного набухания OFITE

После сборки устанавливаем ячейку на плитку, сверху на штатив помещаем микрометр и обнуляем его показания. После чего во внутрь ячейки помещаем образец–таблетку, таким образом, чтобы стальные сетки находились по обе стороны торцов образца. Сверху на образец устанавливаем штатив с

крышкой и микрометр, чьи показания уже будут отличаться на величину толщины таблетки. Заливаем 175 см^3 испытуемую жидкость в каждую ячейку, включаем перемешивание, устанавливаем термодатчик, начинаем тестирование. После начала испытания программное обеспечение прибора выдает данные в графическом исполнении.

2.2.4.4 Методика проведения фильтрационных исследований, моделирующих процесс обработки призабойной зоны пласта жидкостями глушения

Фильтрационные эксперименты по моделированию процесса обработки призабойной зоны пласта скважины жидкостями глушения и последующего ее освоения были проведены на установке для исследования фильтрационно-емкостных и электрических свойств керна ПИК-ОФП/ЭП (рисунок 9), позволяющей создавать пластовые термобарические условия.



Рисунок 9 – Фильтрационная установка ПИК–ОФП/ЭП

При стандартной компоновке установка ПИК-ОФП/ЭП имеет следующие узлы (рисунок 10):

Одноплунжерные насосы, обеспечивающие подачу рабочих жидкостей в модель пласта в режиме поддержания постоянного расхода (точность $\pm 0,5 \%$) или режиме поддержания постоянного давления на входе (точность $\pm 0,25 \%$). Диапазон изменения расхода насосов от $0,001 \text{ мл/мин}$ до 40 мл/мин .

Кернодержатель, предназначенный для компоновки модели пласта в резиновой манжете позволяет проводить лабораторные фильтрационные исследования с использованием образцов керна диаметром 3 см и длиной до 15 см, имеет три линии входа и три линии выхода для флюидов в торцевых частях керна для осуществления смены направления фильтрационных потоков.

Емкости с разделительными поршнями (объемом 1 литр), рассчитанные на давление и температуру испытания и позволяющие проводить опыты с использованием нескольких различных жидкостей. Емкости управляются насосами с использованием ручных клапанов, установленных в нижней части блока их монтажных кронштейнов. Масло, вытесняемое из насоса в емкость, выдавливает поршень, который, в свою очередь, вытесняет рабочую жидкость в образец керна.

Дифференциальные манометры, позволяющие определять перепад давления на составной колонке образцов керна.

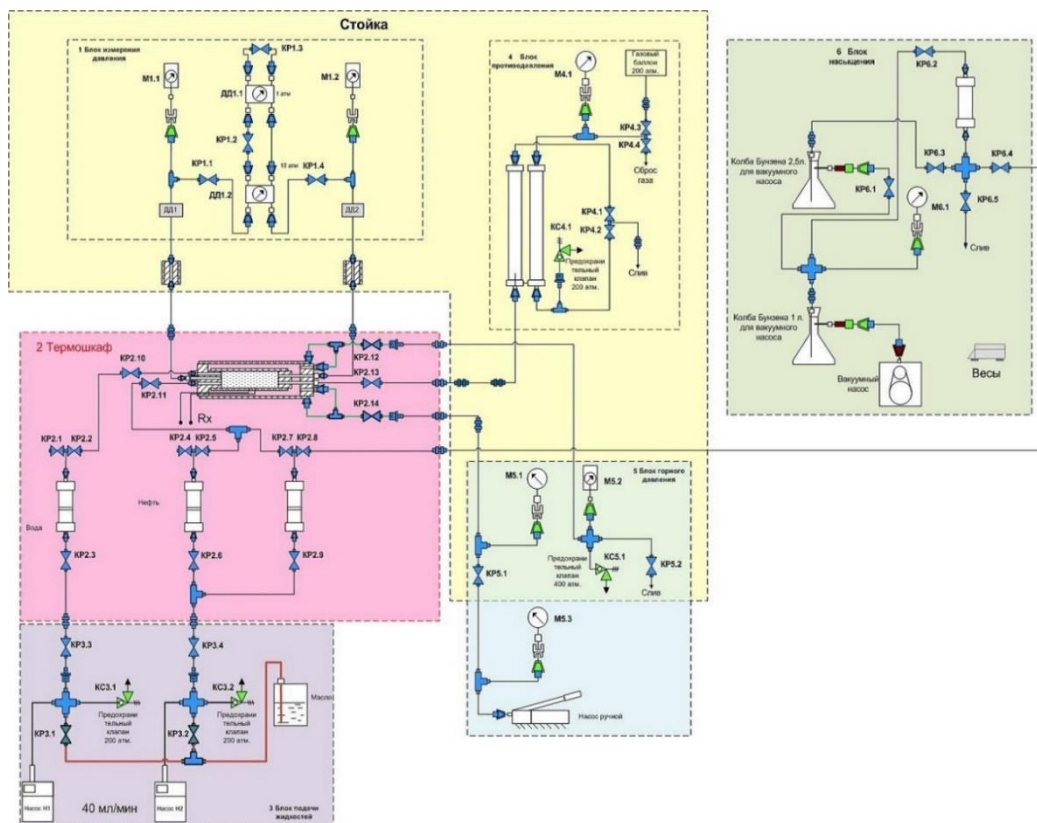


Рисунок 10 – Гидравлическая схема фильтрационной установки

ПИК-ОФП/ЭП

Для создания заданного противодействия на выходном конце составной колонки образцов керна, а также сбора профильтровавшейся жидкости используется специальная емкость высокого давления (объем 1 литр), подключенная к газовому баллону. Опционально для создания противодействия подключается запорно–регулирующий клапан (ЗРК) механического типа.

Кернодержатель и поршневая емкость с пластовой нефтью находится в термошкафу установки, позволяющему создавать пластовую температуру за счет циркуляции и нагрева воздуха. Для нагрева системы используется вентилятор принудительной подачи воздуха и обогреватель. Погрешность поддержания температуры в термошкафу составляет $\pm 0,5$ °С.

Поршневая емкость с жидкостью глушения находится вне термошкафа и соединяется с кернодержателем с помощью подводящей трубки.

В установке ПИК-ОФП/ЭП используется датчики «Метран» избыточного и дифференциального давления с пределом допускаемой основной погрешности $\pm 0,075$ %.

Приписанная погрешность методики определения коэффициентов восстановления проницаемости составляет 20%.

2.2.4.5 Методика оценки коэффициента восстановления фазовой проницаемости по нефти

Эта методика при моделировании процесса обработки призабойной зоны пласта скважин жидкостью глушения состоит из следующих этапов:

1. Создание модели пласта. Фильтрационные исследования проводили на насыпных моделях пласта в отсутствии консолидированного керна по исследуемым объектам разработки. Фрагменты (куски) керна продуктивных пластов дробились на щековой дробилке и рассеивались на ситовые фракции. Насыпные модели готовились в разных массовых соотношениях из частиц горной породы следующих ситовых фракций: 1-2 мм, 2-3 мм, 3-5 мм. Колонка керна набивалась в манжету кернодержателя и фиксировалась с торцов выходными плунжерами. Методом стационарной фильтрации газа (воздух)

определялась абсолютная газопроницаемость модели пласта при эффективном давлении 10 МПа. При набивке насыпных моделей стремились достичь значений газопроницаемости близких к средним значениям, утвержденным по пласту.

С целью определения фактического диаметра насыпных моделей был проведен ряд экспериментов, заключающихся в оценке уплотнения колонки (сжатие по диаметру). Насыпную колонку выдерживали в кернадержателе с давлением обжима в течении двух суток. После снятия давления обжима извлекали колонку керна, которая непродолжительное время сохраняла цилиндрическую форму, и определяли фактический диаметр. В итоге для всех насыпных моделей в работе был принят средний диаметр колонки керна равный 28 мм.

Модель пласта насыщали пластовой водой. По пластовой воде определялся поровый объем модели с учетом «мертвого» (балластного) объема на подводящие трубки на выходных плунжерах, после поднималось поровое давление до давления испытания. Остаточная водонасыщенность определялась методом баланса фаз. Пластовая вода вытеснялась нефтью и собиралась на выходе модели в градуированные пробирки с ценой деления 0,2 мл. Далее температура в термошкафу доводилась до температуры испытания (пласта). Система выдерживалась при давлении и температуре испытания не менее 16 часов для установления баланса (этап восстановления смачиваемости).

2. Определение эффективной проницаемости модели пласта по нефти.

Фильтрация дегазированной нефти производилась через колонку керна в прямом направлении на режиме постоянного расхода до стабилизации перепада давления (но не менее 300% порового объема). Проницаемость колонки керна по нефти (k_1) рассчитывалась по закону Дарси.

Закачка жидкости глушения. Жидкость глушения закачивалась в колонку керна в направлении противоположном движению нефти на том же расходе, что и нефть, в количестве 50 % порового объема модели. Время выдержки составляло 2 часа

3. Определение эффективной проницаемости модели пласта по нефти после жидкости глушения. Проницаемость по нефти (k_2) определялась в прямом направлении на режиме постоянного расхода. Рассчитывался коэффициент восстановления проницаемости, как отношение проницаемости по нефти после жидкости глушения к проницаемости по нефти при остаточной водонасыщенности.2`

Для расчета фазовой проницаемости по нефти использовались значения динамической вязкости дегазированной нефти (предоставлены Заказчиком в рамках анализа ГФХ объектов разработки) при пластовой температуре.

Проницаемость по нефти образцов керна рассчитывали согласно линейному закону Дарси (3):

$$K_{np} = \frac{\mu \cdot L \cdot q}{S \cdot \Delta P} \quad (3)$$

где:

K_{np} – проницаемость по нефти образца керна, м²;

μ – динамическая вязкость нефти, Па·с;

L – длина образца керна, м;

q – заданный расход нефти через образец керна, м³/с;

S – площадь поперечного сечения образца керна, м²;

ΔP – перепад давления на концах образца керна, Па.

Расчет коэффициента восстановления проницаемости образцов керна после прокачки жидкости глушения осуществлялся по формуле (4):

$$\beta = \frac{k_2}{k_1}, \quad (4)$$

где:

β – коэффициент восстановления проницаемости, д. ед.;

k_1 – исходная проницаемость по нефти до закачки жидкости глушения, мкм²;

k_2 – проницаемость по нефти после прокачки жидкости глушения, мкм².

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной НИ (ВКР) – оценка влияния жидкостей технологических жидкостей глушения на фильтрационные свойства продуктивных пластов, применяемых на месторождениях «Х».

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Структура работ в рамках научного исследования

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научного исследования и определить направление ее будущего повышения.

Ниже показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НТИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 34 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _х	Б _{к1}	Б _{к2}	К _х	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,07	3	4	2	0,21	0,28	0,14
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,06	4	4	2	0,24	0,3	0,12
3. Помехоустойчивость	0,01	1	1	1	0,01	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,08	2	4	2	0,16	0,4	0,16
5. Надежность	0,1	4	3	2	0,4	0,3	0,2
6. Уровень шума	0,01	4	5	1	0,04	0,05	0,01
7. Безопасность	0,08	4	2	3	0,32	0,16	0,24
8. Потребность в ресурсах памяти	0,01	5	4	4	0,05	0,04	0,04
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
10. Простота эксплуатации	0,09	4	5	2	0,36	0,45	0,18

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _х	Б _{к1}	Б _{к2}	К _х	К _{к1}	К _{к2}
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,03	4	4	4	0,12	0,12	0,12
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	4	5	2	0,28	0,35	0,14
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	3	5	3	0,03	0,05	0,03
3. Цена	0,1	4	2	2	0,4	0,4	0,2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	3	3	0,4	0,24	0,24
5. Послепродажное обслуживание	0,02	5	1	2	0,1	0,02	0,04
6. Финансирование научной разработки	0,03	4	3	3	0,12	0,09	0,09
Итого	1	69	64	45	3,67	3,64	2,27

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j \quad (5)$$

где:

K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_j – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 4.2.

Таблица 35 – Матрица SWOT-анализа

<i>Strengths – сильные стороны (S)</i>	<i>Weaknesses – слабые стороны (W)</i>
С1. Энергоэкономичность С2. Низкий уровень шума С3. Возможность подключения в сеть ЭВМ С4. Квалифицированный персонал С5. Наличие современного оборудования	Сл1. Вред для экологии Сл2. Большой диапазон значений дозировки реагентов в зависимости от геолого-физических свойств пласта
<i>Opportunities – возможности (O)</i>	<i>Threats – угрозы (T)</i>
В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Большая потребность в промышленной сфере В3. Появление новых технологий	У1. Развитая конкуренция технологий производства У2. Введение дополнительных государственных требований к сертификации

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе представлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов работ, распределения исполнителей по данным видам работ приведены в таблице 36.

Таблица 36– Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель, инженер
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель, инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка методики проведения эксперимент	Научный руководитель, инженер
	6	Проведение теоретических расчетов	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
	8	Оценка полученных результатов	Научный руководитель, инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	9	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (6)$$

где $t_{\text{ож}i}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{min}i}$ — минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{max}i}$ — максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (7)$$

где T_{pi} — продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ — численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.\text{инж}} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (8)$$

где T_{ki} — продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} — продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ — календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (9)$$

где: $T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – общее количество праздничных дней в году (2022 год).

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 4.9.

Таблица 37 – Временные показатели проведения научного исследования

Вид работ	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожі}$, чел-дни			
	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания	3	-	4	-	4	-	4	6
2. Подбор и изучение материалов по теме	10	15	15	20	12	21	16	24
3. Выбор направления исследований	3	2	3	4	3	3	3	4
4. Календарное планирование работ по теме	2	-	3	-	2	-	2	3
5. Разработка методики проведения эксперимент	5	6	6	8	5	7	8,5	7
6. Проведение теоретических расчетов	-	3	-	5	-	4	4	6

Вид работ	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни			
	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер		
7. Проведение эксперимента	-	20	-	25	-	22	22	33
8. Оценка полученных результатов	2	3	4	5	3	4	3,5	5
9. Составление пояснительной записки	-	15	-	25	-	19	19	28
Итого:	25	64	38	84	29	80	82	116

На основе таблицы построен календарный план-график. График строится для максимального по длительности выполнения работ в рамках исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней).

Таблица 38– Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Исп.1	6												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Исп.1 Исп.2	24												
3	Выбор направления исследований	Исп.1 Исп.2	4												
4	Календарное планирование работ по теме	Исп.1	3												
5	Разработка методики проведения эксперимент	Исп.1 Исп.2	7												
6	Проведение теоретических расчетов	Исп.2	6												

№	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
7	Проведение эксперимента	Исп.2	33												
8	Оценка полученных результатов	Исп.1 Исп.2	5												
9	Составление пояснительной записки	Исп.2	28												

 – Исп. 1 (Науч. рук.),

 – Исп. 2 (Инженер).

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Значение цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Материальные затраты, необходимые для проведения исследования:

Таблица 39 – Материальные затраты

Наименование		Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Образцы реагентов	Концентрат минеральный «Галит» марки «А»	кг	10	400	10080
	Кальций хлористый технический 1-й сорт	кг	10	1000	25200
Итого по статье					35280

4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Таблица 40 – Расчет затрат на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Компьютер (НР)	1	25000	3300
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	2000	220
Итого, руб.:		3520		

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (10)$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m, \quad (11)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = 3520$$

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (12)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\partial}} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.}, \quad (13)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{он}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.} \quad (14)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.} \quad (15)$$

– для инженера:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}, \quad (16)$$

где $Z_{\text{мс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3; $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 41 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 42 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнитель и НТИ	$Z_{\text{мс}}, \text{руб}$	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	k_p	$Z_{\text{м}}, \text{руб}$	$Z_{\text{он}}, \text{руб}$	$T_p, \text{раб.дн}$	$Z_{\text{осн}}, \text{руб}$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	29	62272
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	80	139448
Итого:								201719

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 62272 = 9340,8 \text{ руб.} \quad (17)$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 139448 = 20917,2 \text{ руб.} \quad (18)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3(62272 + 9340,8) = 21\,483,8 \text{ руб.} \quad (19)$$

– для инженера:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3(139448 + 20917,2) = 48\,109,6 \text{ руб.} \quad (20)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2022 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать, ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 43– Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
3520	35280	201719	30258	69 593,4	340370,4

Величина накладных расходов определяется по формуле (21):

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{пр}, \quad (21)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

$$Z_{накл} = (340370,4 \cdot 0,2 = 68074,08 \text{ руб.})$$

4.3.6 Бюджет НТИ

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НТИ «Оценка влияния жидкостей глушения на фильтрационные свойства нефтегазонасыщенных пластов на месторождениях «Х» по форме, приведенной в таблице. В таблице 44 также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 44 – Бюджет НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.1	Исп.2	
1	Материальные затраты НИР	35280	36410	35320	Пункт 4.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	3520	3730	3580	Пункт 4.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	201719	201719	201719	Пункт 4.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	30258	30258	30258	Пункт 4.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	69593,4	69593,4	69593,4	Пункт 4.3.4
6	Накладные расходы	68074,08	68 074,08	68 074,08	Пункт 4.3.5
Бюджет затрат НТИ		408444,1	409784,5	408544,3	Сумма ст. 1- 6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (22)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 408444,1$ руб, $\Phi_{\text{исп1}} = 409784,5$ руб, $\Phi_{\text{исп2}} = 408544,3$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = 0,97$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = 0,99$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НТИ (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 45).

Таблица 45 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НТИ

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,65;$$

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,80;$$

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 4,05.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}}. \quad (20)$$

$$I_{тек} = 4,65 / 0,97 = 4,7$$

$$I_{исп} = 3,8 / 1 = 3,8$$

$$I_{исп2} = 4,05 / 0,99 = 4,1$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 46).

Таблица 46 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,97	1	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,8	4,1
3	Интегральный показатель эффективности	4,7	3,8	4,1
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,23	0,92	0,87

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

4.5 Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НТИ как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 116 дней; общее количество рабочих дней, в течение которых работал инженер, составляет 80 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 29 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 408 444,1 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,97, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65 по сравнению с 3,8 и 4,05;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,7, по сравнению с 3,8 и 4,1, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Выбор состава и свойств жидкостей, предназначенных для глушения нефтяных и газовых скважин, традиционно основан на двух главных требованиях: предупреждении выбросов пластовых флюидов и соблюдении правил безопасности. К дополнительным требованиям, как правило, относят низкую коррозионную активность и обеспечение сохранения фильтрационных свойств продуктивного пласта. Первая группа требований трактуется однозначно по утвержденным нормам и алгоритмам: расчеты статических и гидродинамических давлений для обоснования плотности; нормы ПДК, ограничивающие присутствие в составе легко воспламеняемых и токсичных веществ; стандартизированные лабораторные методы оценки скорости коррозии и подбора ингибирующих добавок. Существенно хуже определено содержание требования о сохранении фильтрационных свойств пласта, по-видимому, из-за емкости самого понятия фильтрации.

Лабораторные испытания по оценке влияния технологических жидкостей глушения на фильтрационные свойства продуктивных пластов, применяемых на месторождениях «Х», проведены в ИНИЛ «БПиТР» ИШПР ТПУ в соответствии с Положением Компании «Применение химических реагентов на объектах добычи углеводородного сырья Компании» № П1-01.05 Р-0339 версия 2.00, а также Методических указаний Компании «Приготовление и применение жидкостей глушения» № П2-05.01 Р-0027 версия 2.00.

Рабочая лаборатория располагается в учебном корпусе № 19, освещение в ней представлено системой равномерного искусственного освещения, также имеются окна, которые пропускают естественный свет. Схема вентилирования помещения лаборатории включает систему вытяжной вентиляции, а также оснащена открывающимися части окнами для удаления воздуха из помещений в нерабочее время. Вытяжная вентиляция состоит из воздуховодов, заборных зонтов, установленных над каждым рабочим столом и элементами

оборудования. Локальные вытяжки обеспечивают полное удаление вредных компонентов вредных компонентов из рабочей зоны.

Рабочие места сотрудников лаборатории регулируется Трудовым кодексом РФ, коллективным договором, правилами внутреннего распорядка ТПУ, иными нормативными актами.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Сотрудники, задействованные в проведении лабораторных испытаний по оценке влияния технологической жидкости глушения на фильтрационные свойства продуктивных пластов, относятся к третьей категории тяжести труда – работы выполняются при воздействии вредных и (или) опасных производственных факторов превышающие уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условия труда. В соответствии с частью первой статьи 92 Трудового кодекса Российской Федерации, занятым на работах с вредным и (или) опасными условиями труда продолжительность рабочего времени не должно превышать 36 часов в неделю.

В соответствии с ГОСТ 22269-76 «Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места» при расположении элементов рабочего места должны быть предусмотрены необходимые средства защиты работника от воздействия опасных и вредных факторов, предусмотренных ГОСТ 12.0.003-15, а также условия для экстренного ухода работника с рабочего места.

В соответствии СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» должны быть соблюдены химические и биологические факторы рабочей зоны.

В соответствии ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения)» соблюдаются правила безопасности работы в химической

лаборатории, включая правила хранения и безопасной работы с химическими реактивами, правила пожарной и электробезопасности.

5.2. Производственная безопасность

5.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

При выполнении работ в химической лаборатории согласно ГОСТ 12.0.003-15 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» могут иметь место следующие факторы, представленные в таблице 47:

Таблица 47 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателя микроклимата в закрытом помещении		+	+	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [..]
2. Недостаточная освещенность		+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [..]
3. Превышение уровня шума.		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [..]
4. Химические вещества:		+	+	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [..] ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [..]

5.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Отклонение показателя микроклимата в закрытом помещении.

Микроклимат определяется действующими на организм человека показателями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Длительное воздействие на человека неблагоприятных показателей микроклимата ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям, поэтому в организации должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, установленные ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Представлены в таблице 48:

Таблица 48 - Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений.

Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая
Холодный	21-23	20-24	40-60	75	0,1	не более 0,2
Теплый	22-24	21-28	40-60	60 (при 27 °С)	0,2	0,1-0,3

Для поддержания оптимальных условий работы в лаборатории принимаются всевозможные меры рационального размещения и слежения за нормальным функционированием отопительных и вентиляционных систем, а также устройства координирования.

Недостаточная освещенность рабочей зоны. Недостаточная освещенность рабочей зоны помещения, также является одной из причин нарушения зрительной функции, а также влияет на общее самочувствие и эффективность труда.

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

Таблица 49 - Требования к освещению рабочих мест в производственном помещении

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО освещённости (Г - горизонтальная, В-вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		При общем освещении		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность, лк		
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
						всего	от общего	
Лаборатория органической и неорганической химии	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в лаборатории для всех рабочих зон осуществляются общие (равномерные и локализованные) и комбинированные (общее) освещение, что соответствует вышеуказанным параметрам.

Превышение уровня шума. Повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное

воздействие такого шума способно привести к развитию у работников увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др.

Согласно с ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» предельно допустимым уровнем звука для легкой физической нагрузки Iб является значение в 60 дБА.

Источниками постоянного шума на рабочем месте в исследовательской лаборатории являются работающие системы вентиляции, а также оборудования с высокой интенсивностью шума.

Таблица 50 - Предельно допустимые уровни звука и звукового давления в октавных полосах частот на рабочем месте

Вид трудовой деятельности, Рабочее место	Уровни звукового давления, в дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Химическая лаборатория	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60

При длительной работе в данном помещении может возникнуть дискомфорт. Для уменьшения воздействия шума рекомендуется воспользоваться СИЗ (наушники, беруши).

Химические вещества (токсичные, раздражающие, канцерогенные, влияющие на репродуктивную функцию). Содержание в организме вредных веществ, поступающих в него различными путями (при вдыхании, через кожу, через рот), не должно превышать биологических предельно допустимых концентраций (ПДК).

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» характеристика вредных веществ при проведении лабораторных испытаний над образцами с целью изучения их свойств приведена в таблице *.

Таблица 51 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Ацетон	200	пары и (или) газы	IV	
Барит	6	аэрозоль	IV	аэрозоли преимущественно фиброгенного действия
Нефть+	10	аэрозоль	III	

5.2.3 Расчет потребного воздухообмена

Задача:

В помещении объемом **200 м³** работают **3** человека со средней производительностью, **12 м²/ч** каждый Источники тепловыделения – оборудование мощностью **180 кВт** и осветительная сеть мощностью **0,5 кВт** из люминесцентных ламп. Расчеты вести для холодного периода года. Помещение имеет **6** окон, направленных на север размерами **2,5×1,75 м** с двойным остеклением и деревянными рамами. Категория работ – III (тяжелая).

Рассчитать потребный воздухообмен и определить кратность воздухообмена для:

- 1) испарений растворителей и лаков;
- 2) удаления выделяемой людьми углекислоты;
- 3) удаления избыточного тепла.

Исходные данные для расчета потребного воздухообмена:

<i>a</i> , м ² /ч	<i>n</i> , чел	<i>V</i> , м ³	Местность	<i>P</i> _{ном.} кВт	<i>P</i> _{осв.} кВт	<i>m</i> , окон	<i>N</i> , шт/час
12	3	200	Большие города	150	0,5	6	180

Расчет воздухообмена для очистки воздуха:

1. *Определение воздухообмена при испарении растворителей и лаков*

Испарение растворителей и лаков обычно происходит при покраске различных изделий. Количество летучих растворителей, выделяющихся в воздухе помещений можно определить по следующей формуле:

$$G = \frac{aAmn}{100}, \text{ г/ч} \quad (21)$$

где a , м²/ч – средняя производительность по покраске одного рабочего (при ручной покраске кистью – 12 м²/ч, пульверизатором – 50 м²/ч); A , г/м² – расход лакокрасочных материалов; m , % – процент летучих растворителей, содержащихся в лакокрасочных материалах; n – число рабочих, одновременно занятых на покраске.

Для цветного аэролака при окраске распылением

$A = 180 \text{ г/м}^2$, $m = 35 \%$, тогда

$$G = a \cdot A \cdot m \cdot n / 100 = 12 \cdot 180 \cdot 35 \cdot 3 / 100 = 2\,268 \text{ г/ч.}$$

Потребный воздухообмен в помещении по формуле:

$$L = \frac{1000G}{x_n - x_b}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (22)$$

где L , м³/ч – потребный воздухообмен; G , г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения; x_b , мг/м³ – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [..]; x_n , мг/м³ – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест.

Для ацетона из табл. * прил. *, что $x_b = 200 \text{ мг/м}^3$, $x_n = 0,35 \text{ мг/м}^3$,

$$\text{тогда } L = 2\,268 \cdot 1\,000 / (200 - 0,35) = 11\,360 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Кратность воздухообмена определяется по формуле:

$$n = \frac{L}{V}, \text{ ч}^{-1} \quad (23)$$

где V – внутренний объем помещения, м³.

$$n = 11\,360 / 200 = 56,8 \text{ ч}^{-1}$$

2. Определение потребного воздухообмена при пайке электронных схем.

Пайка осуществляется свинцово-оловянным припоем ПОС-60, который содержит $C = 0,4$ доли объема свинца и 60 % олова. Наиболее ядовиты

аэрозоли (пары) свинца. В процессе пайки из припоя испаряется до $B = 0,1 \%$ свинца, а на 1 пайку расходуется 10 мг припоя. При числе паяк – N , количество выделяемых паров свинца определяется по формуле:

$$G = CBN, \text{ мг/ч} \quad (24)$$

Количество аэрозолей свинца, выделяемых в воздух:

$$G = 0,4 \cdot 0,001 \cdot 10 \cdot 180 \cdot 3 = 2,16 \text{ мг/ч.}$$

Определяем потребный воздухообмен по формуле для свинца и его соединений $x_b = 0,01 \text{ мг/м}^3$; $x_n = 0,001 \text{ мг/м}^3$.

$$L = 2,16 / (0,01 - 0,001) = 240 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Кратность воздухообмена: $n = 240/200 = 1,2 \text{ ч}^{-1}$

3. *Определение воздухообмена в жилых и общественных помещениях*

В жилых и общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемый людьми углекислый газ (CO_2). Определение потребного воздухообмена производится по количеству углекислого газа, выделяемого человеком и по допустимой концентрации его.

Содержание CO_2 для большого города (свыше 300 тыс. жителей) – $1\,000 \text{ мг/м}^3$. ПДК CO_2 в воздухе рабочей зоны – $9\,000 \text{ мг/м}^3$.

Из количество CO_2 , выделяемой одним человеком $g = 68 \text{ г/ч.}$

Потребный воздухообмен по формуле (22):

$$L = 68 \cdot 3 \cdot 1\,000 / (9\,000 - 1\,000) = 25,5 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Кратность воздухообмена: $n = 25,5/200 = 0,13 \text{ ч}^{-1}$

4. *Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла*

Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла производится по формуле:

$$L = \frac{Q_{изб}}{\gamma c \Delta t}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (25)$$

где L , $\text{м}^3/\text{ч}$ – потребный воздухообмен; $Q_{\text{изб}}$, $\text{ккал}/\text{ч}$ – избыточное тепло; $\gamma_v = 1,206 \text{ кг}/\text{м}^3$ – удельная масса приточного воздуха; $c_v = 0,24 \text{ ккал}/\text{кг}\cdot\text{град}$ – теплоемкость воздуха;

$$\Delta t = t_{\text{вых}} - t_{\text{пр}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (26)$$

где $t_{\text{вых}}$, $^\circ\text{C}$ – температура удеваемого воздуха; $t_{\text{пр}}$, $^\circ\text{C}$ – температура приточного воздуха.

Величина Δt при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха – Q_n : при $Q_n \leq 20 \text{ ккал}/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$ $\Delta t = 6 \text{ } ^\circ\text{C}$; при $Q_n > 20 \text{ ккал}/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$ $\Delta t = 8 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$$Q_n = \frac{Q_{\text{изб}}}{V}, \text{ ккал}/\text{м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (27)$$

где V , м^3 – внутренний объем помещения. Таким образом, для определения потребного воздухообмена необходимо определить количество избыточного тепла по формуле:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{об}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{р}} + Q_{\text{отд}}, \text{ ккал}/\text{ч}, \quad (28)$$

где $Q_{\text{об}}$, $\text{ккал}/\text{ч}$ – тепло, выделяемое оборудованием; $Q_{\text{осв}}$, $\text{ккал}/\text{ч}$ – тепло, выделяемое системой освещения; $Q_{\text{л}}$, $\text{ккал}/\text{ч}$ – тепло, выделяемое людьми в помещении; $Q_{\text{р}}$, $\text{ккал}/\text{ч}$ – тепло, вносимое за счет солнечной радиации; $Q_{\text{отд}}$, $\text{ккал}/\text{ч}$ – теплоотдача естественным путем.

Определяем количество тепла, выделяемого оборудованием

$$Q_{\text{об}} = 860 P_{\text{об}} Y_1, \text{ ккал}/\text{ч}, \quad (29)$$

где Y_1 – коэффициент перехода тепла в помещение, зависящий от вида оборудования; $P_{\text{об}}$, кВт – мощность, потребляемая оборудованием;

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} Y_2 Y_3 Y_4, \text{ кВт}, \quad (30)$$

где $P_{\text{ном}}$, кВт – номинальная (установленная) мощность электрооборудования помещения; Y_2 – коэффициент использования установленной мощности, учитывающий превышение номинальной мощности над фактически необходимой; Y_3 – коэффициент загрузки, т. е. отношение величины среднего потребления мощности (во времени) к

максимально необходимой; Y_4 – коэффициент одновременности работы оборудования.

При ориентировочных расчетах произведение всех четырех коэффициентов можно принимать равным:

$$Y_1 Y_2 Y_3 Y_4 = 0,25 \quad (31)$$

Определяем количество тепла, выделяемого системой освещения

$$Q_{\text{осн}} = 860 P_{\text{осн}} a b c \cos(\varphi), \text{ ккал/ч}, \quad (32)$$

где – коэф. перевода электрической энергии в тепловую для лампы накаливания = 0,92 – 0,97, люминесцентной лампы = 0,46 – 0,48; b – коэффициент одновременности работы (при работе всех светильников $b = 1$); $\cos(\varphi) = 0,7 - 0,8$ – коэффициент мощности; $P_{\text{осв}}$, кВт – мощность осветительной установки.

Определяем количество тепла, выделяемого находящимися в помещении людьми

$$Q_{\text{л}} = N q_{\text{л}}, \text{ ккал/ч}, \quad (33)$$

где N – количество людей в помещении; $q_{\text{л}}$, ккал/ч – тепловыделения одного человека.

Определяем количество тепла, вносимого за счет солнечной радиации

$$Q_{\text{р}} = M S q_{\text{ост}}, \text{ ккал/ч}, \quad (34)$$

где M – количество окон; S , м^2 – площадь одного окна; $q_{\text{ост}}$, ккал/ч – солнечная радиация через остекленную поверхность.

Определяем теплоотдачу, происходящую естественным путем.

Если нет дополнительных условий, то можно считать ориентировочно, что $Q_{\text{отд}} = Q_{\text{р}}$ для холодного и переходного периодов года (среднесуточная температура наружного воздуха ниже $+10^\circ\text{C}$). Для теплого периода года (среднесуточная температура воздуха выше $+10^\circ\text{C}$) принимаем $Q_{\text{отд}} = 0$.

Решение:

1. Количество тепла, выделяемого оборудованием по формуле 29:

$$Q_{\text{об}} = 860 \cdot P_{\text{ном}} Y_4 \times Y_3 \times Y_2 \times Y_1 = 860 \cdot 150 \cdot 0,25 = 32\,250 \text{ ккал/ч}$$

2. Количество тепла, выделяемого системой освещения 32:

$$Q_{\text{осв}} = 860 \cdot 0,5 \cdot 0,46 \cdot 0,7 = 138,46 \text{ ккал/ч}$$

3. Количество тепла, выделяемого находящимися в помещении людьми 33:

$$Q_{\text{л}} = 3 \cdot 70 = 210 \text{ ккал/ч}$$

4. Количества тепла, вносимого за счет солнечной радиации 34:

$$Q_{\text{р}} = 6 \cdot 4,375 \cdot 2 = 52,5 \text{ ккал/ч}$$

5. Количество избыточного тепла 28:

$$Q_{\text{изб}} = 32\,250 + 138,46 + 210 + 52,5 - 52,5 = 32\,598 \text{ ккал/ч}$$

6. Теплонапряженность воздуха 27:

$$Q_{\text{н}} = 32\,598 / 200 = 163 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч}$$

7. Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла 25:

$$L = 32\,598 / (1,206 \cdot 0,24 \cdot 6) = 18\,734 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Кратность воздухообмена: $n = 18\,734 / 200 = 93,67 \text{ ч}^{-1}$

Общий вывод:

Среди полученных расчетных значений потребного воздухообмена для вредных веществ и удаления избыточного тепла выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Для соответствия требованиям устройства вентиляции определен кратность воздухообмена $n = 93,67 \text{ ч}^{-1}$. Данное значение превышает установленную величину – 10 ч^{-1} , поэтому необходимо принять дополнительное решение по устройству вентиляции в помещении.

5.3. Экологическая безопасность

В ходе рабочей деятельности были использованы вещества, образующие аэрозоли и пары, загрязняющие рабочую зону и окружающее воздушное пространство.

Атмосфера. Для уменьшения выбросов необходимо следить за герметичностью установок и емкостей для хранения. В лаборатории

установлена приточно-вытяжная вентиляция, на выходе из которой расположены фильтры, предотвращающие выбросы в атмосферу.

Литосфера и гидросфера. Утилизация химических отходов требует тщательного подхода и учета его физико-технологического состояния и свойств. Большинство лабораторных химикатов являются отходами от I до IV. Предпринимаются следующие методы утилизации: метод термической обработки; путем регенерации для вторичного использования; утилизация на полигоне.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть в химической лаборатории при проведении испытаний это химическая авария (нарушение технологических процессов на производстве, приводящие к выбросам аварийных химически опасных веществ (АХОВ) в количествах, представляющих опасность для жизни и здоровья людей) и пожар (вышедший из-под контроля процесс горения, обусловленный возгоранием электрических приборов и установок, а также взрывов химических реактивов)

Возможные причины возникновения данных ЧС:

- неправильное хранение химических реактивов;
- небрежность работы с химическими веществами;
- неправильная эксплуатация баллонов и сосудов, работающих под давлением и вакуумом;
- работа на неисправных электрических приборах и установках;
- перегрузка электросети;
- переноска или оставление без надзора включенные электроприборы.

В связи с этим, согласно ПНД Ф 12.13.1-03. «Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических

лабораториях (общие положения)» необходимо соблюдать следующие нормы безопасности:

- лаборатория должна быть оснащена пожарными кранами (не менее одного на этаж) с пожарными рукавами. В каждом рабочем помещении должны быть в наличии огнетушители и песок, а в помещениях с огнеопасными и легковоспламеняющимися веществами - дополнительные средства пожаротушения;

- в помещении лаборатории на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара;

- распоряжением по лаборатории из числа сотрудников назначается группа (3-5 человек), которая организует все противопожарные мероприятия, получив инструктаж местной пожарной команды;

- все сотрудники лаборатории должны быть обучены правилам обращения с огне- и взрывоопасными веществами, газовыми приборами, а также должны уметь обращаться с противогололом, огнетушителем и другими средствами пожаротушения, имеющимися в лаборатории;

- в помещениях лаборатории и в непосредственной близости от них (в коридорах, под лестницами) запрещается хранить горючие материалы и устанавливать предметы, загромождающие проходы и доступ к средствам пожаротушения;

- все электрооборудование с напряжением свыше 36 В, а также оборудование и механизмы, которые могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены;

- лабораторные запасы реактивов должны храниться в специально оборудованных, хорошо вентилируемых, сухих помещениях (складах) согласно разработанной в лаборатории схеме размещения реактивов;

- при размещении реактивов на складах следует неукоснительно соблюдать порядок совместного хранения пожаро- и взрывоопасных веществ. Не разрешается совместное хранение реактивов, способных реагировать друг

с другим с выделением тепла или горючих газов. Запрещается также совместно хранить вещества, которые в случае возникновения пожара нельзя тушить одним огнетушащим средством;

- на всех склянках с реактивами должны быть этикетки с указанием названия, квалификации и срока годности;

- реактивы, разлагающиеся или изменяющие свои свойства под действием света (например, диэтиловый эфир, пероксиды), хранят в склянках из темного или желтого стекла;

- реактивы, которые нельзя хранить в стеклянной таре, помещают в тару из материалов, устойчивых к действию данного реактива. Например, плавиковую кислоту и щелочи хранят в бутылках из полиэтилена;

- гигроскопические вещества и вещества, окисляющиеся при соприкосновении с воздухом, должны храниться в герметичной таре. Для герметизации пробок используют парафин;

Нормативная документация, регулирующая деятельность по предотвращению и минимизации последствия ЧС, представлена следующими документами:

- помещения в лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования» средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. «Пожарная техника для защиты объектов»;

- требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019-17 ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;

- требования техники безопасности по ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе были изучены геолого-физические данные продуктивных пластов приоритетных месторождений «Х», а также рассмотрены применяемые на данных месторождениях жидкости глушения и требования к их физико-химическим свойствам.

Проведены лабораторные физико-химические и фильтрационные исследования жидкостей глушения применительно к заданным условиям приоритетных месторождений «Х».

По результатам комплекса физико-химических исследований пластовых флюидов, вод системы ППД, а также солевых и глинистых растворов на их основе замена жидкостей глушения, применяемых в Компании в настоящее время не требуется. Все определяемые параметры (совместимость с нефтью и пластовой водой, коррозия, набухаемость глинистых минералов) находятся в допустимых диапазонах, принятых в нормативных документах «Х».

По результатам фильтрационных исследований на насыпных моделях пласта замена жидкостей глушения на основе вод системы ППД и их солевых растворов (галита и хлористого кальция) не требуется. Значимого влияния фактора «водной блокады» не выявлено. Снижение эффективной проницаемости по нефти находится на приемлемом (допустимом) уровне, при этом значения коэффициента восстановления проницаемости нормативными документами не регламентированы.

Для глинистых растворов установлены низкие значения коэффициента восстановления проницаемости, необходима их замена на другие составы или оптимизация данных жидкостей глушения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарипов А.М.. Пенообразующие жидкости для глушения скважин/ А.М. Шарипов, Х.Ш. Сабиров, Т.Г. Кутлубаева, Ю.С. Ключко// Нефтяная и газовая промышленность. – 1983. – №1. – С.38-41.Патент 2033417 РФ. Пенообразующий состав для проведения ремонтных работ в скважинах / А.А. Ковалев, Р.Н. Каллаева, О.К. Тагиров, В.И. Нифантов. Оpubл. 20.04.1995, Бюл.№ 11. Заявка № 98110405/03 от 26.05.98.
2. Пенообразующий состав для глушения скважин/ К.М. Тагиров, Р.А. Гасумов, А.А. Перейма, Н.Б. Козлов, В.И. Шамшин. Решение ФИПС о выдаче патента от 14.03.2000г. .
3. Патент 2068081 РФ. МКИ6 Е 21 В 43/12. Состав для глушения скважин/ Б.А. Мамедов, Ф.Х. Галеев, О.А. Чукчеев, Н.М. Николаев, Ш.И. Гайнаншин, Д.В. Зафирный. № 96103492/03; Заявлено 04.03.96, опубл. 20.10.96, Бюл. №29.
4. Патент 1828491 СССР, МКИ5 Е 21 В 33/138. Состав для изоляции водопритока в скважину/ С.В. Долгов, Р.Н. Каллаева, А.А. Гаврилов (СССР). № 4931338/03; Заявлено 26.04.91; Опубл. 15.07.91, Бюл. № 26.
5. Патент RU 2357996. Состав для глушения скважин / Р.А. Хасаев, А.Б. Носков, В.Н. Никифоров, Р.И. Кузьмина. И.В. Федусенко. Опубл. 10.06.2009. бюл. № 16.
6. Патент 2017936 РФ, МКИ5 Е 21 В 33/138. Изолирующий состав/ Т.Г. Валеева, Ю.Л. Вердеревский, В.Л. Попова, И.В. Михеева, Н.И. Кобяков.
7. Аткинговская Т.В./ Роль жидкостей глушения в процессе ремонта скважин// Вестник ГГТУ Им. П.О. Сухого №2. 2018.
8. Авторское свидетельство 1469930 СССР. МКИ Е 21В 33/138. Состав для временной изоляции пластов / В.В. Бантуш, А.И. Акулыпин, Ю.А. Зарубин,

9. Бурштар М.С. Геология нефтяных и газовых месторождений Северного Кавказа Текст. / М. С. Бурштар [и др.]; под общ. ред. М. С. Бурштара, С. П. Максимова.- М. : Недра, 1966, – 424 с.
10. Демахин С.А., Меркулов А.П., Касьянов Д.Н., Мокрушин А.В. / Щадящее глушение скважин как основа сохранения коллекторских свойств пласта//Нефтегазовая вертикаль.- №6. - 2016.
11. Рогачев М.К. Борьба с осложнениями при добыче нефти / М.К. Рогачев, К.В. Стрижнев. М.: Недра, 2006, – 295 с.
12. Демахин С.А., Меркулов А.П., Касьянов Д.Н., Малайко С.В., Анфиногентов Д.А., Чумаков Е.М. / Глушение скважин блок-пачками – эффективное средство сохранения фильтрационных свойств продуктивного пласта// «Нефть и газ Евразии», 2014, – №8-9, С. 56-57.
13. Силин М.А., Магадова Л.А., Пономарева В.В., Максимов И.С., Гличев В.А./ Разработка нефилтрующей полисахаридной жидкости глушения с высокой плотностью на водной основе//Территория нефтегаз. 2010. – №8.
14. Басарыгин Ю.М.. Технология капитального и подземного ремонта нефтяных и газовых скважин: учеб. для вузов. Сов. Кубань. Краснодар, 2002. – 584 с.
15. Токунов В.И.. Технологические жидкости и составы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин. Недра. Москва, 2004. – 112 С.
16. Вагина Т.Ш. / Разработка технологических жидкостей для временной изоляции продуктивных пластов и ликвидации водопритокков в газовых скважинах // Диссертация. Ставрополь. 2001г.
17. ТУ 2111-044-00203944-2011 с изм. №1-4. Концентрат минеральный галит.
18. ГОСТ 450-77 с изм. 1-3. Кальций хлористый технический.
19. МУ «Приготовление и применение жидкостей глушения» № П2-05.01 м-0027 вер. 2.

20. Положение компании «Применение химических реагентов на объектах добычи углеводородного сырья компании». Методики испытаний химических реагентов № П1-01.05 Р-0339 Версия 2.00.
21. ГОСТ Р 9.905-2007. Методы коррозионных испытаний.
22. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности.
23. ГОСТ Р 9.907-2007. Единая система защиты от коррозии и старения.
24. Трудовой кодекс Российской Федерации.
25. ГОСТ 22269-76 «Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места.
26. ГОСТ 12.0.003-15 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
27. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
28. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
29. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности».
30. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
31. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования».
32. ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. «Пожарная техника для защиты объектов».
33. ГОСТ 12.1.019-17 ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
34. ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».