

Школа: Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ): Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ВЫРАВНИВАНИЮ ПРОФИЛЯ ПРИЕМИСТОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

УДК 622.276.432(571.1)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Федоров Артур Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Глызина Татьяна Святославовна	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Фех Алина Ильдаровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Юлия Анатольевна			

Томск – 2021 г.
Планируемые результаты обучения

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОК(У)-1, ОК(У)-2, ОК(У)-4, ОК(У)-6, ОК(У)-7, ОК(У)-8, ОПК(У)-1, ОПК(У)-2)</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ ОК(У)-3, ОК(У)-5, ОК(У)-9, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6)</i>
P3	Осуществлять и корректировать технологические процессы при эксплуатации и обслуживании оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-3, ПК(У)-6, ПК(У)-7, ПК(У)-8, ПК(У)-10, ПК(У)-11)</i>
P4	Выполнять работы по контролю промышленной безопасности при проведении технологических процессов нефтегазового производства и применять принципы рационального использования природных ресурсов, а также защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, (ПК(У)-4, ПК(У)-5, ПК(У)-9 ПК(У)-12, ПК(У)-13, ПК(У)-14, ПК(У)-15)</i>
P5	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК (У)-23, ПК (У)-24)</i>
P6	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ ОК(У)-4, ОПК(У)-3, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-25, ПК(У)-26)</i>
P7	Работать эффективно в качестве члена и руководителя команды, формировать задания и оперативные планы, распределять обязанности членов команды, нести ответственность за результаты работы при разработке и эксплуатации месторождений	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК(У)-9, ПК(У)-14), требования профессионального стандарта 19.021 Специалист по промышленной геологии</i>
P8	Управлять технологическими процессами, обслуживать оборудование, использовать любой имеющийся арсенал технических средств, обеспечивать высокую эффективность при разработке и реализации проектов нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-9, ПК(У)-11), требования профессионального стандарта 19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата</i>
P9	Повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности на опасных производственных объектах, соблюдать правила охраны труда и промышленной безопасности, выполнять требования по защите окружающей среды	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-6, ОПК(У)-7, ПК(У)-4, ПК(У)-7, ПК(У)-13), требования профессионального стандарта 19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата, 19.021 Специалист по промышленной геологии.</i>

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

Школа: Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ): Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7П	Федоров Артур Юрьевич

Тема работы:

Анализ эффективности применения технологий по выравниванию профиля приемистости при разработке нефтяных месторождений Западной Сибири	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	89-12/с от 30.03.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.21
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Тексты и графические материалы отчетов и исследовательских работ, фондовая и научная литература, технологические регламенты, нормативные документы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Геолого-физические параметры залежи нефти, определяющие применение технологии выравнивания профиля приёмистости. Критерии применения технологий выравнивания профиля приемистости пласта. Подбор участков и скважин для применения технологии увеличения профиля приемистости. Обобщенное современное представление о методах и

	технологиях выравнивания профиля приемистости. Оценка технологической эффективности работ по выравниванию профилей приемистости нагнетательных скважин. Анализ работ по выравниванию профиля приемистости и алгоритм выбора участков на месторождениях Мегионской группы, находящихся на поздней стадии разработки. Выбор наиболее эффективных технологий ВПП для конкретных геолого-физических условий.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, Спицына Любовь Юрьевна
Социальная ответственность	Старший преподаватель, Фех Алина Ильдаровна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Особенности разработки месторождений с применением технологий по выравниванию профиля приемистости
Оценка эффективности технологий по выравниванию профиля приемистости на основе месторождений Мегионской группы
Прогноз технологической эффективности технологий ВПП на основе созданного информационно - аналитического банка данных
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Социальная ответственность

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	31.03.2021
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Глызина Татьяна Святославовна	к.х.н.		31.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Федоров Артур Юрьевич		31.03.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа имеет объем 121 страница, в том числе 14 рисунков, 27 таблиц. Список литературы включает 71 источник. Работа содержит 2 приложения.

Ключевые слова: профиль приемистости, фильтрация, нефть, скважина, технология.

Объектом исследования являются месторождения Западной Сибири. Предмет исследования – нагнетательные скважины.

Цель работы – оценка эффективности методов и технологий выравнивания профиля приёмистости на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки.

В процессе анализа были рассмотрены современные методы и технологии выравнивания профиля приемистости, и наиболее благоприятные геолого-физические условия для их применения.

В результате анализа выявлен положительный эффект операций по выравниванию профиля приемистости и даны рекомендации по использованию той или иной технологии для получения наилучшего эффекта.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: операции по ВПП проводят с использованием сшитых гелей и поверхностно активных веществ, закачиваемых в скважину.

Область применения: нефтяные месторождения, вступившие в позднюю стадию разработки.

Потенциальная экономическая эффективность связана с дополнительной добычей нефти за счет применения технологий выравнивания профиля приемистости.

ОБОЗНАЧЕНИЕ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

МУН - методы увеличения нефтеотдачи;

КИН – коэффициент извлечения нефти;

ГТМ – геолого-техническое мероприятие;

ВПП – выравнивание профиля приемистости;

ПАВ – поверхностно-активное вещество;

ООС – осадкообразующий состав;

ГОС - гелеобразующий состав;

ВУПАС – вязкоупругий поверхностно-активный состав;

ОПЗ – обработка призабойной зоны;

ПНП – повышения нефтеотдачи пластов;

ФХМПНП – физико-химические методы повышения нефтеотдачи пластов;

ГРП - гидравлический разрыв пласта;

ФХТ - физико-химические технологии;

ГДМ - гидродинамическая модель;

ВУС - вязкоупругий состав;

СКО - соляно кислотная обработка;

ОЭ - обратная эмульсия;

ГС - горизонтальная скважина;

СПС - сшитый полимерный состав;

ОПР - опытно-промышленные работы;

ЩПР - щелочно-полимерный раствор;

УОПЗ - увеличение охвата пласта заводнением;

ПАА - полиакриламид;

ПЗП - призабойная зона пласта;

ППД - поддержание пластового давления;

ГИС - геофизические исследования скважины;

ЛНЭК - ликвидация негерметичности эксплуатационной колонны;

ЛА - ликвидация аварий;

ПРС - подземный ремонт скважин;

ОПТ – оптимизация;

НФС – низкое фильтрационное сопротивление;

ПОТ – потокоотклоняющая технология;

ФХМУН – физико-химические методы увеличения нефтеотдачи;

ВУС – вязкоупругий состав;

ЖС – жидкое стекло;

КНС – кустовая насосная станция;

ЩПСК – щелочная полимерсуспензионная композиция;

ОПР – опытно-промышленные работы;

ИНФП – изменение направления фильтрационных потоков.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
1. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ВЫРАВНИВАНИЮ ПРОФИЛЯ ПРИЕМИСТОСТИ	13
1.1 Геолого-физические параметры залежи нефти, определяющие применение технологии выравнивания профиля приёмистости	14
1.2 Критерии применения технологий выравнивания профиля приемистости пласта	15
1.3 Подбор участков и скважин для применения технологии увеличения профиля приемистости	16
1.4 Обобщенное современное представление о методах и технологиях выравнивания профиля приёмистости	18
1.4.1 Эмульсионные технологии выравнивания профиля приемистости ..	19
1.4.2 Полимерные технологии выравнивания профиля приёмистости	20
1.4.3 Полимер-дисперсно-волокнистые технологии выравнивания профиля приемистости	22
1.4.4 Термотропные технологии выравнивания профиля приемистости ..	23
1.4.5 Осадкообразующие технологии выравнивания профиля приемистости	24
1.4.6 Силикатные технологии выравнивания профиля приёмистости	24
1.4.7 Нефтеотмывающие технологии выравнивания профиля приемистости	25
2. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ПО ВЫРАВНИВАНИЮ ПРОФИЛЯ ПРИЕМИСТОСТИ НА ОСНОВЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕГИОНСКОЙ ГРУППЫ	27
2.1 Оценка технологической эффективности работ по выравниванию профилей приемистости нагнетательных скважин	27
2.1.1 Формирование участка ВПП	31
2.1.2 Выбор реагирующих скважин	31
2.1.3 Учет реальной промысловой обстановки при оценке эффективности работ по ВПП	36
2.1.4 Подготовка исходных баз данных	39
2.1.5 Расчет технологической эффективности	40
2.1.6 Формирование расчетных данных	42

2.2 Анализ работ по выравниванию профиля приемистости и алгоритм выбора участков на месторождениях Западной Сибири, находящихся на поздней стадии разработки.	43
2.3 Выбор наиболее эффективных технологий ВПП для конкретных геолого-физических условий.....	53
2.3.1 Оценка наиболее эффективных технологий ВПП	54
2.3.2 Обоснование оптимального диапазона геолого-физических параметров пластов, обеспечивающих максимально возможную технологическую эффективность	60
2.3.3 Определение эффективного объема закачки химических композиций технологий ВПП.....	67
3. ПРОГНОЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ВПП НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	68
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	76
4.1 Потенциальные потребители технологии.....	76
4.2 Технология QuaD	78
4.3 Расчёт сметной стоимости работ.....	79
4.4 Обоснование экономической эффективности	83
4.5 SWOT-анализ.....	83
4.6 Разработка графика анализа технологии	86
4.7 Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	88
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	91
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	91
5.2 Производственная безопасность при выполнении работ на кустовой площадке.....	93
5.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровня воздействия	94
5.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровня воздействия	97
5.3 Экологическая безопасность	100
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	102
5.5 Вывод по разделу социальная ответственность	103

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	105
Приложение А	114
Приложение Б.....	117

ВВЕДЕНИЕ

Месторождения на поздней стадии разработки характеризуются низкой рентабельностью добычи нефти, это связано с недостаточной эффективностью текущих систем заводнения. Сегодня, повсеместно используется вода как элементарный вытесняющий агент. В скором времени продукция обводняется, а на закачку воды тратится немалое количество энергии.

Одним из способов, позволяющих снизить количество закачиваемой воды и реализовать возможность извлечение остаточных запасов нефти, является крупноохватное внедрение геолого-технических мероприятий, которые основаны на изоляции промытых высокопроницаемых зон пласта.

Решение задачи, предотвращения потери приемистости, а также выявления возможных причин ее ухудшения, представляет собой применение технологий выравнивания профиля приемистости. Использование технологии представляет собой изменение потоков фильтрации нагнетаемого агента за счет направленного тампонирования физико-химического состава. В итоге происходит перераспределение потоков, другими словами, полная изоляция или снижение проницаемости участков, характеризующихся высокой проницаемостью. Также существует вероятность подключение зон пласта, ранее неохваченных разработкой.

Понимание сути применения и оценка эффективности методов увеличение нефтеотдачи, а также определение параметров применения и выбор наиболее результативных, в конкретных геолого-физических условиях является актуальной и в то же время необходимой проблемой отрасли, которая требует решения подходящее к каждому конкретному месторождению.

Большинство месторождений Западной Сибири, в частности месторождения Мегионского региона, находятся на поздней стадии разработки, а вновь вводимые месторождения приурочены к сложнопостроенным низкопроницаемым коллекторам, что осложняет процесс извлечения нефти и

заставляет рассматривать и применять различные технологии для предотвращения роста обводненности и желанного увеличения уровня добычи нефти. Стоит отметить, что с подобными проблемами со временем сталкиваются все без исключения нефтяные компании страны.

Целью работы является оценка эффективности методов и технологий выравнивания профиля приёмистости на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки.

Объектом исследования являются месторождения Западной Сибири. Предмет исследования – нагнетательные скважины.

Задачи исследования:

1. Рассмотреть методы и технологии выравнивания профиля приемистости;
2. Оценить технологическую эффективность проведенных операций по выравниванию профиля приемистости на месторождениях Западной Сибири;
3. Спрогнозировать результативность технологий ВПП на месторождениях Западной Сибири.

1. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ВЫРАВНИВАНИЮ ПРОФИЛЯ ПРИЕМИСТОСТИ

Выравнивание профиля приемистости часто рассматривают и относят к потокоотклоняющим технологиям, что относительно неверно, так как при использовании технологий ВПП увеличение интервала приемистости не всегда сопровождается изменением направления потоков агента нагнетания. Положительный результат зависит от правильного подбора химических реагентов и достоверных геофизических данных об интервале приемистости.

Пласт, который состоит из нескольких прослоев разной проницаемости и толщин, в силу расчлененности, разрабатывается неравномерно, модель Каземи или Серра. Высокий темп обводнение продукции связан с движением нефти по высокопроницаемым пропласткам, в то же время низкопроницаемые пропластки практически незадействованы. Для изоляции высокопроницаемых пропластков, обладающих большими диаметрами поровых каналов, закачиваются химические растворы, которые были подобраны в зависимости от различных параметров, в ходе работы они проникают в поровое пространство и тампонируют их. Размеры молекул химических соединений сравнимы с размерами каналов. Под влиянием температуры и взаимодействием с поверхностью поровых каналов они создают вязкую неподвижную или малоподвижную субстанцию, которая затрудняет движение агента или вовсе останавливает его под действием давления. Раствор не попадает в низкопроницаемые каналы тем самым заставляя агент двигаться по ранее неохваченным прослоям пласта с низкими фильтрационными свойствами. В последующем увеличивается нефтеотдача и коэффициент охвата пласта.

На поздней стадии разработки месторождения, при наличии обширных зон, промытых водой, технологии, направленные на ограничение движения нефтевытесняющего агента, являются одними из основных способов регулирования заводнения и повышения нефтеотдачи пласта.

Технология ВПП эффективно решает задачу повышения коэффициента извлечения нефти и увеличения охвата залежи процессами вытеснения при:

1. больших значениях обводненности добываемой продукции (от 75%) или более высоком темпе обводнения по сравнению с плановым при текущей выработке запасов;
2. наличии внутриконтурной системы поддержания пластового давления (ППД), что исключает потери реагента;
3. соотношении вязкостей нефти и воды в пластовых условиях более 3–5 единиц;
4. наличии невырабатываемых зон и интервалов;
5. наличии суперколлекторов или развитой системы трещин, подтвержденном индикаторными исследованиями.

Технологии по ВПП базируются на химической основе реагентов и механизмах физико-химических процессов, которые приводят к образованию блокирующего водоотклоняющего экрана.

1.1 Геолого-физические параметры залежи нефти, определяющие применение технологии выравнивания профиля приёмистости

Основной характеристикой для выбора участков и скважин для проведения технологии ВПП является вертикальная и площадная неоднородность пласта. Неоднородный профиль приёмистости по ПГИ характеризуется резкой динамикой обводнения реагирующих добывающих скважин с темпов обводнённости выше средних значений по объекту.

Подбор технологии (реагентов) также зависит и от дополнительных условий геолого-физической характеристики пласта и технологических показателей эксплуатации скважины и участка в целом.

В течении анализа данных разработки месторождений Среднего Приобья (в частности Мегионского района) а также литературы, были выявлены

геологические особенности, определяющие общую полноту выработки продукции:

1. имеется большой процент трудноизвлекаемых запасов нефти, приуроченных к низкопроницаемым коллекторам (проницаемость менее $0,05 \text{ мкм}^2$) и коллекторам с выработкой свыше 80%;

2. залежи нефти характеризуются высокой зональной и послойной неоднородностью пластов, вызывающей преимущественную выработку высокопроницаемых зон и участков пласта;

3. опережающее обводнение продукции скважин, связанное с геологическими особенностями строения коллекторов (значительная расчлененность), а также с технологическими аспектами процесса разработки (не всегда обоснованное проведение гидроразрыва пласта (ГРП), форсированный отбор и т.д.);

4. проницаемость пород-коллекторов меняется в широком диапазоне значений (от 1 до $5000 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$) и зависит от гранулометрического состава пород.

В ходе анализа работ, технологии ВПП показали весомую технологическую эффективность. Их применение по отношению к другим видам воздействия должно повышаться по мере роста обводнённости продукции. В будущей перспективе данный метод покажет рост технологической эффективности при условии высокого распространения и увеличении их проведения и совершенствования технологий применительно к условиям конкретных пластов.

1.2 Критерии применения технологий выравнивания профиля приемистости пласта

Анализ технологической эффективности применения любой технологии подразумевает сравнение данных характера добычи нефти, в период до

воздействия на пласт или призабойной зоны скважины технологией и периодом после воздействия.

Критерии применимости методов ВПП определены на основе анализа показателей их реализации, использования теоретических и лабораторных исследований и обобщения опыта внедрения технологий в различных геолого-физических условиях. Из критериев геолого-физические выделяются своей значимостью. в соответствии с ними определяются технологические критерии (концентрация реагентов, давление нагнетания, размер оторочки ПАВ). К материально-техническим критериям относятся оборудование для закачки реагента, данный критерий является независимым, но оказывает непосредственное влияние на эффективное применение технологии.

Оценка результата обработки нагнетательных скважин на прямую связана с результатами геофизических исследований в скважине, а также с изменением режимов работы нефтяных скважин (забойные давления в фонтанных и газлифтных скважинах, обводненность, дебит нефти, динамические уровни для насосных скважин), расположенных вблизи объекта.

Общий результат обработок скважин на участке залежи оценивается по изменению стандартных характеристик вытеснения, применяемых при анализе разработки нефтяных месторождений. Учитывая, что в настоящее время в отрасли используется несколько методик оценки технологической эффективности работ по ВПП, допускается определять эффект от проведенных обработок нагнетательных скважин как среднеарифметическое эффектов, рассчитанных по нескольким методикам.

1.3 Подбор участков и скважин для применения технологии увеличения профиля приемистости

Основными предпосылками для применения технологии на участках с высокой обводненностью и значительной степенью выработки запасов являются следующие условия:

1. Соотношение степени прокачки (в процентах от порового объема участка) и отбора от НИЗ (коэффициент полезного действия системы ППД). Чем больше это соотношение, тем меньше текущий коэффициент полезного действия системы ППД, и тем больше объемов воды закачено и извлечено, не совершив полезной работы по фронтальному вытеснению нефти. Этот факт так же говорит об относительной величине искусственно заземленных остаточных извлекаемых запасов. Поэтому в первую очередь следует обращать внимание на участки, имеющие наибольшее соотношение прокачки и отбора от НИЗ;

2. Наличие резко выраженной геологической фильтрационной неоднородности разреза пласта (предпосылка опережающей выработки запасов по отдельным пропласткам). В первую очередь обрабатываются участки с наиболее ярко выраженной неоднородностью;

3. В условиях однородного геологического строения, например, в монолитных залежах, сопоставляются проницаемости, определенные по добывающим и нагнетательным скважинам, соответственно по КВД и КПД;

4. При прочих равных условиях в первую очередь обрабатываются участки эксплуатационного объекта, соответствующего модели Каземи. То есть, имеющие высоко- и низкопроницаемые пропластки;

5. Соответствие степени выработки запасов нефти обводненности продукции: чем меньше соответствие, тем в первую очередь диктуется необходимость проведения работ (это свидетельствует о наличии заземленных остаточных извлекаемых запасов).

Различия в сторону большей проницаемости вокруг нагнетательных скважин свидетельствуют о том, как «дышит пласт», т. е. как зависят свойства коллектора от деформационных процессов, возникающих в пласте в результате изменения пластового давления. Чем больше эта разница, тем сильнее подвержены пласты со стороны нагнетательных скважин расслоению и промывке, что ведет к образованию ручейковой фильтрации. Косвенным подтверждением сложившегося различия в фильтрационных свойствах таких

пластов являются средние удельные показатели по удельному дебиту окружающих добывающих скважин и по приемистости нагнетательных скважин.

1.4 Обобщенное современное представление о методах и технологиях выравнивания профиля приемистости

Работы по выравниванию профиля приемистости в скважинах нагнетания, регулируют процесс разработки нефтяных залежей с целью перераспределения объемов закачки между пропластками и пластами при синхронном воздействии на них агентом вытеснения, а также увеличения охвата пласта заводнением.

Для необходимого ограничения (отключения) воздействия вытесняющего агента на отдельные интервалы (зоны) по толщине пласта или пропластка проводят обработки с применением временно изолирующих материалов (суспензии или эмульсии, осадкообразующие растворы, гелеобразующие или твердеющие материалы на органической или неорганической основе).

Цели и задачи технологий выравнивания профиля приемистости:

1. снижение эксплуатационных затрат на добычу попутно добываемой воды;
2. увеличение коэффициента охвата пласта воздействием за счет изменения направлений фильтрационных потоков закачиваемого агента в пласт, снижения проницаемости каналов низких фильтрационных сопротивлений (НФС);
3. получение дополнительной добычи нефти из ранее не дренируемых зон пласта.

Объектом применения является нагнетательная скважина как очаг заводнения участка продуктивного пласта, ограниченного первым рядом сетки реагирующих эксплуатационных скважин.

Большое распространение получили технологии создающие водоотклоняющие барьеры, другими словами, данные технологии увеличивают нефтеотдачу за счет увеличения коэффициента охвата пласта путем блокирования водопромытых, высокопроницаемых каналов фильтрации. Существуют различные технологии создания отклоняющих барьеров. Если барьер создается вблизи призабойной зоны пласта, технологии классифицируются как ВПП, если барьер образуется в межскважинном пространстве пласта, – такие методы относятся к потокоотклоняющим технологиям (ПОТ). В Западной Сибири наибольшее применение нашли малообъемные методы с закачкой в нагнетательные скважины оторочек составов в объеме 100–3000 м³. Классифицируются они как физико-химические методы увеличения нефтеотдачи (ФХМУН). Данные технологии, относятся к методам ВПП.

К настоящему времени разработано, запатентовано и предложено к использованию несколько сотен различных реагентов и композиций, а также способов их применения для ВПП, которые могут классифицироваться по различным принципам. Наиболее популярна упрощенная классификация: реагенты и композиции объединены в отдельные группы по наиболее существенным характеризующим их признакам. Технологии и реагенты делятся на следующие группы: эмульсионные, полимерные, полимер-дисперсно-волокнуемые, термотропные, осадкообразующие, силикатные, нефтеотмывающие. Краткая характеристика технологии приведена в приложении А.

Рассмотрим каждую технологию подробнее.

1.4.1 Эмульсионные технологии выравнивания профиля приемистости

Обратные эмульсии (вода в масле) достаточно широко используются для изоляции высокопроводящих водопромытых зон фильтрации как в

добывающих, так и в нагнетательных скважинах, в том числе и на месторождениях Западной Сибири. Физика процесса снижения проводимости таких участков (пропластков) заключается в снижении скорости фильтрации эмульсии из-за высокой вязкости этой системы и образования четочного течения эмульсии, дисперсной фазы (в случае наполнения эмульсии каким-либо дисперсным материалом: мел, глина) и дисперсионной среды.

Эмульсионные технологии относятся к наиболее «мягким», поскольку не тампонируют каналы фильтрации на все последующее время. При движении обратной эмульсии в пористой структуре происходит выделение водной фазы и слияние капель воды, т.е. по мере удаления от ствола скважины происходит разрушение состава. Также общеизвестно, что стабильность эмульсий зависит от температуры: чем выше температура, тем быстрее разрушается эмульсия. Пластовые температуры месторождений Западной Сибири достаточно высоки: 60–105°C и выше, и время жизни эмульсий в таких условиях довольно ограничено.

1.4.2 Полимерные технологии выравнивания профиля приёмистости

Полимерные технологии имеют самый широкий спектр используемых реагентов и композиций. Из числа полимеров в технологиях ВПП в Западной Сибири применяются составы на основе:

1. метилцеллюлозы («РОМКА», «МЕТКА»);
2. полиакриламидов различного строения, молекулярной массы и степени гидролиза: вязкоупругие составы (ВУС), сшитые полимерные системы (СПС); ВУС и СПС с добавлением поверхностно-активных веществ (ПАВ); гелеобразующие составы (ГОС); полимер-гелевые составы (ПГС) и ПГС с добавлением ПАВ;
3. водонабухающих полимеров: ПГС «Ритин», «Темпоскрин», «Темпоскрин-Люкс»; сшитого ПАА с добавлением биоактивного ила – осадкогелеобразующий состав (ОГС);

4. биополимеров, в частности БП-92.

Самое широкое промышленное распространение в Западной Сибири нашли различные модификации сшивающихся полиакриламидов. В качестве сшивателя чаще всего используется ацетат хрома, реже – бихроматы калия или натрия с введением в систему реагентов, восстанавливающих шестивалентный хром до трехвалентного.

Физика процесса снижения проводимости наиболее проницаемых водопромытых пропластков при ВПП сшитыми полиакриламидными системами заключается в заполнении этих зон и участков первоначально маловязким раствором полимера и сшивателя и полной или весьма существенной их закупоркой образующимся при сшивке трехмерным пространственным полимером, обладающим высоким фактором сопротивления при фильтрации воды.

Технологии, основанные на использовании сшитых ПАА, можно так же, как и эмульсионные системы, отнести к «мягким» технологиям, поскольку и в данном случае блокирование каналов фильтрации, заполняемых ВУС, СПС или ГОС, носит временный характер.

Общеизвестно, что сшитые ПАА подвержены термоокислительной деструкции. В пластовых условиях, особенно при повышенных температурах (более 75–80°C), они довольно быстро деградируют и, разлагаясь на низкомолекулярные «обрывки» пространственных макромолекул, утрачивают способность сдерживать поток нагнетаемой в пласт воды. Как правило, проницаемость обработанных зон практически полностью восстанавливается через 4-6 месяцев, и участок требует повторной обработки.

Механизм действия водонабухающих полимеров отличен от описанного выше. Физика ВПП в данном случае имеет закупоривающий кольтматирующий характер: полимер-гелевые частицы закачиваемого раствора, а точнее суспензии,

попадая в водопроницаемые высокопроницаемые каналы и трещиноватые пропластки, закупоривает их при разбухании полимеров.

Следует отметить, что полимеры «Темпоскрин» и «Ритин» практически не подвержены термоокислительной деструкции. С учетом данного обстоятельства технологии, основанные на их применении, следует характеризовать как весьма «жесткие».

1.4.3 Полимер-дисперсно-волоконистые технологии выравнивания профиля приемистости

Полимер-дисперсно-волоконисто наполненные системы отнесены к самостоятельной группе технологий, которые объединяет один присущий им признак: наличие в композициях раствора полимера и коагулирующего наполнителя. В качестве полимера преимущественно используется ПАА (чаще – сшитый ПАА), в качестве дисперсного наполнителя – преимущественно глина, в качестве волоконистого материала – древесная мука. Подбором типа и концентраций полимера и глины в полимер-дисперсных системах создают условия полного связывания (флоккуляции) полимером частиц глины с образованием устойчивых полимерно-глинистых глобул значительных размеров, движение которых в пористой среде затруднено или даже практически невозможно. Древесная мука, во-первых, набухает и «распушается» при введении ее в воду, что само по себе резко увеличивает вязкость раствора, а во-вторых, вступает в межмолекулярное взаимодействие с полимером за счет действия электрофизических сил – водородных связей, тем самым армируя образующуюся структуру. При сшивке ПАА в присутствии распушенной древесной муки образуется пространственно-сшитая сетка макромолекул полимера с повышенными структурно-механическими свойствами.

Таким образом, физика процесса блокады водопроницаемых зон и пропластков технологиями с применением полимер-дисперсно-волоконистонаполненных композиций включает несколько составляющих:

1. Заполнение водопромытых каналов полимером, обладающим высоким фактором остаточного сопротивления (особенно при его сшивке);
2. кольматация каналов фильтрации устойчивыми к размыву полимерноглинистыми глобулами;
3. кольматация каналов фильтрации пространственно сшитой сеткой полимера, армированной изнутри макромолекулами целлюлозы (древесной муки), что обеспечивает тампонажному материалу высокие структурно-механические свойства.

Здесь необходимо отметить, что глина и древесная мука в термобарических пластовых условиях не разлагаются, и зоны, куда они попали, необратимо кольматируются. Указанный механизм воздействия и отмеченные факторы выводят технологии применения полимер-дисперсно-волоконистых систем в разряд наиболее «жестких».

1.4.4 Термотропные технологии выравнивания профиля приемистости

Термотропные технологии характеризуются и отличаются тем, что фактором, обуславливающим образование из применяемых реагентов блокирующего воду экрана, является температура, точнее тепловая энергия пласта. Маловязкие при низких температурах растворы в условиях высоких пластовых температур превращаются в гели. Отметим, что вязкость исходных растворов сопоставима с вязкостью, закачиваемой или пластовой воды, требуемая для инициации гелеобразования температура составляет 70–120°C. Физика использования термотропных реагентов в технологиях ВПП аналогична таковой в сшитых полимерных системах: заполнение высокопроницаемых зон и участков первоначально маловязким раствором и их закупорка образующимся гелем.

1.4.5 Осадкообразующие технологии выравнивания профиля приемистости

Осадкообразующие технологии имеют, пожалуй, самый простой принцип создания водоотклоняющих барьеров. Примером этого принципа могут служить водные растворы солей, при смешении которых после ионообменной реакции образуется нерастворимая соль, выпадающая в осадок. Например, смешение растворов хлористого кальция CaCl_2 и сульфата натрия Na_2SO_4 приводит к образованию нерастворимого осадка сульфата кальция CaSO_4 , способного достаточно эффективно закупорить поровое пространство породы.

Из чего можно заключить, что физика процесса снижения проводимости водопромытых пропластков в данном случае заключается в их закупорке образующимся нерастворимым осадком. Здесь уместно отметить, что технологии, основанные на использовании водных растворов осадкообразующих реагентов, отличаются высокой селективностью воздействия на пласт. В силу более высокой фазовой проницаемости водный раствор всегда лучше фильтруется в водонасыщенную пористую среду, нежели в нефтенасыщенную.

Еще одно преимущество – это низкая вязкость таких растворов (практически равная вязкости закачиваемой для ППД воды) и, соответственно, высокая фильтруемость в низкопроницаемые коллекторы, закачка в которые, например, полимерных или эмульсионных систем просто невозможна.

1.4.6 Силикатные технологии выравнивания профиля приёмистости

Силикатные технологии основаны на использовании силикатов металлов, преимущественно силиката натрия – жидкого стекла. Следует выделить две подгруппы технических решений применения жидкого стекла (ЖС). К первой относятся методы, основанные на образовании нерастворимых осадков, например, при взаимодействии ЖС с растворами неорганических солей двух- и

трехвалентных металлов, во вторую следует отнести композиции, образующие гидрогели.

В роли инициаторов гелеобразования могут выступать соединения различной природы: кислоты, соли или эфиры органических кислот, неорганические соединения. Находит применение также технология с использованием алюмосиликата, инициатором гелирования в которой выступает соляная кислот.

Следственно, физика процесса снижения проводимости водопромытых каналов при применении силикатов может быть двойкой: закупорка или существенное снижение проницаемости образующимся нерастворимым осадком (аналог осадкообразующих технологий) или заполнение первоначально маловязким раствором и закупорка образующимся гелем (аналог сшитых полимерных систем). Растворы жидкого стекла имеют низкую вязкость и способность к фильтрации при пониженной проницаемости (20–30 мД), образуют устойчивые и достаточно прочные гели, стабильные до 200°C и более, что позволяет использовать их в условиях, где многие другие технологии неприменимы.

1.4.7 Нефтеотмывающие технологии выравнивания профиля приемистости

Нефтеотмывающие технологии направлены в первую очередь на увеличение нефтеотдачи за счет доотмыва остаточной нефти. Отмыв, производится с помощью ПАВ, снижающих поверхностное натяжение на границе, раздела вода/нефть.

Зачастую, особенно при низкой приемистости скважин в зонах низкопроницаемого коллектора (10–20 мД), такому воздействию предшествует кислотная обработка призабойной зоны (ОПЗ). Например, в призабойную зону закачивается (1,5–7,5 м³ на 1 м интервала перфорации) реагент «Алдинол-20», представляющий собой водный раствор соляной кислоты, смеси многоатомных

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7П	Федорову Артуру Юрьевичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/Специальность	Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами не более 500000 рублей.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, инструмента, норма амортизации и т.д. Минимальное значение интегрального показателя ресурсоэффективности – 3,0 балла
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные Фонды – 30% НДС – 20%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения техники или технологии выполнения работ. Проведение SWOT- анализа
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта Определение затрат на проектирование (смета затрат)
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение эффективности проекта
Перечень графического материала:	
1. Карта сегментирования рынка услуг; 2. Матрица SWOT; 3. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности технологии; 4. Диаграмма Ганта; 5. Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений.	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.04.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Спицына Любовь Юрьевна	к.э.н.		01.04.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Федоров Артур Юрьевич		01.04.2021

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В ходе разработки месторождения проблема увеличения нефтеотдачи и выработка остаточных запасов становится более актуальной. На многих месторождениях Западной Сибири присутствует проблема с обводнением скважин. На некоторых месторождениях обводненность достигает более 90%, а темп обводнения эксплуатационных скважин ежегодно увеличивается. Работа большого количества скважин из-за обводненности считается нерентабельной, что обосновывает применение технологий по выравниванию профиля приемистости.

Работы по повышению нефтеотдачи осуществляются специализированными бригадами. Значительную долю затрат при закачке составляют затраты на материалы, закачиваемые в пласт. Для достижения длительного и устойчивого эффекта необходимы большие объёмы закачиваемых реагентов. Планирование затрат на закачку осуществляется согласно нормам времени на производство работ. Нормы времени определяются подрядной организацией исходя из своих технических и технологических возможностей, особенностей скважины, в которую производится закачка.

Данная глава отражает обоснование финансовой эффективности проведения данного вида работ.

4.1 Потенциальные потребители технологии

В качестве критериев сегментирования стоит использовать следующие мероприятия по увеличению нефтеотдачи пластов: Проведение ГРП, кислотная обработка скважины, зарезка бокового ствола, применение технологий по ВПП. Сегментирование производим на примере трех организаций: ООО «АртНефть» было создано в 2006 году как высокотехнологичная и инновационная компания, предоставляющая услуги крупнейшим нефтегазодобывающим и сервисным компаниям при текущем и капитальном ремонте скважин,

гидродинамических исследованиях и заканчивании скважин. ООО «Русбурение» – это инновационная и технологичная компания. Квалификация специалистов данной организации позволяет выполнять любые задачи, связанные с бурением, освоением, ГРП и обустройством нефтяных и газовых скважин как на суше, так и на море. ГК «Миррико» российская группа производственно-сервисных компаний. Основные виды деятельности – производство и поставка химических реагентов различного назначения, инженерная поддержка заказчиков по вопросам применения химических решений и сервисные услуги. Таким образом составим карту сегментации рынка услуг по увеличению нефтеотдачи пласта.

		Вид услуги по увеличению нефтеотдачи пласта			
		ГРП	Кислотная Обработка	Зарезка бокового ствола	Технологии по ВПП
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				

Таблица 10 – Карта сегментирования рынка услуг по увеличению нефтеотдачи

 - ООО «Артнефть»

 - ООО «Русбурение»

 - ГК «Миррико»

Как видно из таблицы целевой рынок достаточно широк, и наиболее перспективным сегментом являются мелкие нефтяные компании.

4.2 Технология QuaD

Построена оценочная карта сравнения конкурентных технических решений в таблице 11.

Таблица 11 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес Критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки качества проведения технологии					
1. Энергоэффективность	0,03	85	100	0,85	2,55
2. Помехоустойчивость	0,02	60	100	0,6	1,2
3. Надежность	0,1	75	100	0,75	7,5
4. Унифицированность	0,01	60	100	0,6	0,6
5. Уровень материалоемкости разработки	0,01	80	100	0,8	0,8
6. Уровень шума	0,01	90	100	0,9	0,9
7. Безопасность	0,05	95	100	0,95	4,75
8. Потребность в ресурсах памяти	0,02	50	100	0,5	1
9. Функциональная мощность	0,1	70	100	0,7	7
10. Простота эксплуатации	0,02	85	100	0,85	1,7
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	70	100	0,7	3,5
12. Ремонтопригодность	0,1	80	100	0,8	8
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность технологии	0,1	80	100	0,8	8
14. Уровень проникновения на рынок	0,1	85	100	0,85	8,5
15. Перспективность рынка	0,05	80	100	0,8	4
16. Цена	0,05	85	100	0,85	4,25
17. Послепродажное обслуживание	0,05	90	100	0,9	4,5
18. Финансовая эффективность технологии	0,05	95	100	0,95	4,75
19. Срок выхода на рынок	0,03	75	100	0,75	2,25
20. Наличие сертификации разработки	0,05	95	100	0,95	4,75
Итого	1				

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot \Phi_i$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности технологии;

B_i – вес показателя;

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$P_{cp} = 79,2$, что говорит о том, что технология имеет перспективность выше среднего, что соответствует необходимым требованиям.

4.3 Расчёт сметной стоимости работ

В зависимости от применяемой технологии ВПП используются различные химические реагенты, помимо которых в скважину также закачивается продавочная жидкость (техническая вода), и после этого скважина закрывается на структурное упрочнение. Химические реагенты, техническая вода и затраченная на проведение работ электроэнергия и будут являться исходным сырьем для проведения технологического процесса. Стоимость данных материалов указана в таблице 12 (техническая вода используется из системы ППД).

Таблица 12 – Расчет стоимости материалов на проведение работ

Наименования материала, единица измерения	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./ нат. ед.	Стоимость материалов, руб.
Химический реагент (готовый раствор)	600 м ³	400	240000
Техническая вода	20 м ³	0	0
Электрическая энергия	94 кВт/ч	2,2	25229,6
ИТОГО			265229,6

К расходам на оплату труда относятся суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии формами и системами оплаты труда. Премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство и др. Начисления стимулирующего или компенсирующего характера

– надбавки за работу в ночное время, в многосменном режиме, совмещение профессий, работу в выходные и праздничные дни и др.

Надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др. Суммы платежей (взносов) работодателей по договорам обязательного и добровольного страхования.

При проведении операций по ВПП на кустовой площадке присутствуют операторы химической обработки скважин (ХОС), машинист установки дозирования реагента (УДР) и ответственный за проведение работ мастер цеха поддержания пластового давления (ЦППД). Работы ведутся в дневную и ночную смены, длительность смены 11 часов (с учетом перерыва на обед). Ежемесячная норма выработки 330 часов. Процентная надбавка за вахтовый метод работы составляет 16 %, районный коэффициент к заработной плате в Ханты-Мансийском автономном округе 70 %, ежемесячная премия в размере 40%. Расчет заработной платы можно свести в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет заработной платы

Должность	Количество	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на Проведение мероприятия, ч.	Надбавка за вахтовый метод	Районный коэффициент	Ежемесячная премия	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Машинист УДР	2	48,8	60	16%	70 %	40%	16167,2
Оператор ХОС	4	58,9	60				39026,7
Мастер ЦППД	1	78,0	60				12920,5
ИТОГО							68114,5

Страховые взносы определяются согласно установленным Налоговым кодексом РФ и включают в себя страховые взносы в Пенсионный фонд РФ, Фонд социального страхования, Фонд обязательного медицинского страхования и обязательного социального страхования от несчастных случаев при проведении работ на кустовой площадке (таблица 14).

Рассчитывая затраты на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, выбираем класс III с тарифом

0,4 % для предоставления услуг в области добычи нефти и природного газа (код по ОКВЭД – 09.10).

Таблица 14 - Расчет страховых взносов при проведении работ по ВПП

	Заработная плата, руб.	ФСС (2,9%)	ФОМС (5,1%)	ПФР РФ (22%)	Страхование от несчастных случаев (0,4%)	Всего взносов, руб.
Затраты	68114,5	1975,3	3473,8	14985,2	272,5	20706,8

Для проведения закачки используется передвижная установка по приготовлению и закачке полимерных растворов УДР-32М, которая включает в себя:

- насос-дозатор;
- шнековый дозатор с бункером;
- емкость смесительная с электромешалкой;
- трехплунжерный насос;
- блок для хранения жидких и сухих химических реагентов.

Установка оснащена программным обеспечением, способным регистрировать, архивировать и формировать отчеты о параметрах закачки. Данная система позволяет полностью автоматизировать технологический процесс и контроль над работой установки, минимизирует участие обслуживающего персонала в технологическом процессе, улучшает качество приготовленных растворов, при этом не допускает перерасхода химических реагентов.

Для определения приёмистости скважины до и после проведения ВПП применяют насосный агрегат типа ЦА-320.

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и

утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений можно свести в таблицу 15.

Таблица 15 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Стоимость, руб.	Годовая норма амортизация, %	Период работы агрегатов за одну операцию, ч	Сумма амортизация, руб./закачку
УДР-32М	4 050 000	10	78	3606,2
ЦА-320	5 180 000	10	78	4612,3
ИТОГО				8218,5

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение мероприятия по ВПП, которая представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты на проведение организационно-технического мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Материальные затраты	265229,6
2. Затраты на оплату труда	68114,5
3. Страховые взносы	20706,8
4. Амортизационные отчисления	8218,5
5. Накладные расходы	108680,8
ИТОГО ОСНОВНЫЕ РАСХОДЫ	470950,2

4.4 Обоснование экономической эффективности

Обоснование экономической эффективности приведено в таблице 17.

Таблица 17 – Обоснование экономической эффективности проведения мероприятия

Цена одной тонны нефти, руб.	Затраты на проведение мероприятия,руб.	Ожидаемый минимальный объём дополнительно добытой нефти м ³	Минимальный необходимый объём дополнительно добытой нефти, т.
30053	470950,2	600	15,6706538

Таким образом общая сумма затрат на проведение одного мероприятия по выравниванию профиля приёмистости с объемом закачки 600 м³ составит 470950,2 рублей. Оплата труда бригады за одну обработку составит 68114,5 рублей. При цене за баррель 4100 рублей за баррель (несколько ниже сегодняшней) (30053руб/т) мероприятие останется рентабельным при дополнительной добыче нефти не менее 15,7 тонн, что заметно ниже показателей эффективности этого типа операций. Существенным риском остается неверный выбор реагента воздействия. При соблюдении алгоритма выбора реагента ожидается высокая рентабельность технологии.

4.5 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта проведен SWOT-анализ. Он проводится в несколько этапов

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешне среде

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны Технологии (С)	Слабые стороны технологии (С_п)
1. Высокая рентабельность 2. Большая история применения метода 3. Значительный эффект при дешевизне 4. Метод соответствует методам разработки месторождений Западной Сибири	1. Требуется точный подбор реагентов 2. Процесс гелеобразования регулируется слабо 3. Технологии имеют узкий промежуток параметров наибольшей эффективности
Возможности (В)	Угрозы (У)
1. Совершенствование системы заводнения месторождения 2. Повышение КИН 3. Снижение обводненности продукции	1. Неверный подбор метода воздействия 2. Остановки процесса закачки 3. Аварии, поломки оборудования

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Факторы помечаются либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивные матрицы проекта представлены в таблице 19,20,21,22.

Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	0	+	+
	В2	+	+	+	+
	В3	+	-	+	+

При анализе интерактивной таблицы 19 выявлены корреляции сильных сторон и возможностей проекта.

Таблица 20 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	V1	+	-	+
	V2	-	+	-
	V3	-	+	-

При анализе интерактивной таблицы 20 выявлены корреляции слабых сторон и возможностей проекта.

Таблица 21 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	+	-	+	+
	У2	+	-	+	-
	У3	+	-	+	-

При анализе интерактивной таблицы 21 выявлены корреляции сильных сторон и угроз проекта.

Таблица 22 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	0	+
	У2	-	+	-
	У3	-	+	-

При анализе интерактивной таблицы 22 выявлены корреляции слабых сторон и угроз проекта.

Вывод: проект имеет высокую актуальность, показывает значительную

эффективность в реальных условиях, что приведет к дальнейшему применению, созданию новых реагентов и сведению риска к минимуму. Значительной угрозой следует считать неверный подбор метода воздействия, так как последствия этой ошибки могут быть чрезвычайно затратными для исправления.

4.6 Разработка графика анализа технологии

В рамках планирования выпускной квалификационной работы необходимо построить календарный и сетевые графики проекта. Линейный график представлен в виде таблицы 23.

Таблица 23 – Календарный план выполнения работы

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
Ознакомление с темой работы	10	1.02.2021	3.02.2021	Федоров А.Ю.
Описание общей теоретической части по теме	24	4.02.2021	15.02.2021	Федоров А.Ю. Глызина Т.С. (научный руководитель ВКР)
Изучение нормативно – технической базы	22	16.02.2021	20.02.2021	Федоров А.Ю.
Обзор современных методов исследований по выбранному направлению	19	21.02.2021	12.03.2021	Федоров А.Ю. Глызина Т.С. (научный руководитель ВКР)
Финансовый менеджмент	15	13.03.2021	01.04.2021	Федоров А.Ю.
Социальная ответственность	17	02.04.2021	01.05.2021	Федоров А.Ю.
Заключение	1	02.05.2021	25.05.2021	Федоров А.Ю. Глызина Т.С. (научный руководитель ВКР)
Презентация	4	26.05.2021	10.06.2021	Федоров А.Ю.

Для иллюстрации календарного плана проекта приведена диаграмма Ганта, на которой работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства отображения каждый месяц разделен на декады, таблица 24.

Таблица 24 – Календарный план-график проведения анализа по теме

Вид работ	исполнители	Раб · Дни и	Продолжительность работ														
			февраль			март			апрель			май			июнь		
			1- 10	11- 20	21- 31	1- 10	11- 20	21- 31	1- 10	11- 20	21- 31	1- 10	11- 20	21- 31	1- 10	11- 20	21- 31
Ознакомление с темой работы	Бакалавр	10	■														
Описание общей теоретической части по теме	Бакалавр Руководитель	24	■	■													
Изучение нормативно – технической базы	Бакалавр	22		■	■												
Обзор современных методов исследований по выбранному направлению	Бакалавр Руководитель	19			■	■											
Финансовый менеджмент	Бакалавр	15					■	■									
Социальная ответственность	Бакалавр	17							■	■	■						
Заключение	Бакалавр Руководитель	1										■	■				
Презентация	Бакалавр	4														■	■

■ – бакалавр;
■ – руководитель;

4.7 Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

На основании полученных данных можем сделать вывод о том, что использование технологии по выравниванию профиля приемистости позволит не только повысить эффективность разработки, но и принести немалый дополнительный доход предприятию. Также умелое применение новых технологий позволит извлекать остаточные нефти и получать при этом доход.

Для возможного понижения стоимости необходимы:

- Разработка и внедрение новых, российских химических реагентов;
- Применение российского оборудования, не уступающего по качеству и характеристикам импортному;
- Усовершенствование технологии и сокращение времени его проведения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7П	Федоров Артур Юрьевич

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль: «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Тема ВКР:

Применения технологий по выравниванию профиля приемистости на поздней стадии разработки нефтяных месторождений.	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: технологии выравнивания профиля приемистости Область применения: нагнетающие скважины
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – 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 05.04.2021) - Постановление правительства РФ от 20.11.2008 г. №870 «Об установлении сокращенной продолжительности рабочего времени, ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска, повышенной оплаты труда работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда» - ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: - отклонение показателей климата на открытом воздухе; - превышение уровней шума и вибрации; - повышенная запыленность рабочей зоны; - недостаточная освещенность. Опасные факторы: - Электрический ток; - высокое давление; - механические опасности.
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: загрязнение атмосферного воздуха. Гидросфера: загрязнение подземных вод. Литосфера: загрязнение почвы химическими веществами.

<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Возможные ЧС: - разрушение элементов, находящихся под высоким давлением; - разрыв трубопроводов, подающих реагенты в скважину; - нарушение электроснабжения. Наиболее типичная ЧС: разрушение элементов, находящихся под высоким давлением.</p>
---	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Фех Алина Ильдаровна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Федоров Артур Юрьевич		

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Основным способом разработки нефтяных месторождений в Российской Федерации на сегодняшний день является заводнение, при этом способе эффективность извлечения нефти зависит от полноты охвата пласта воздействием закачиваемой воды. Высокая неоднородность продуктивных пластов, связанная с наличием в них высокопроницаемых пропластков, приводит к быстрому прорыву воды в добывающие скважины и, как следствие, ухудшению технико-экономических показателей разработки месторождений и снижению нефтеотдачи пластов.

Дальнейшее совершенствование разработки нефтяных месторождений с применением заводнения связано с перераспределением потоков дренирующей воды в пласте путём выравнивания профиля приемистости нагнетательных скважин. Закачка химических композиций приводит к снижению проницаемости высокопроницаемых зон пласта и уменьшению фильтрации воды через них, при этом закачиваемая вода относительно равномерно поступает как в изолированные высокопроницаемые, так и в низкопроницаемые пропластки.

Работы проводятся на открытых кустовых площадках нефтяного месторождения, которое расположено в Западной-Сибири.

Климат района резко континентальный с продолжительной зимой и коротким теплым летом. Снежный покров устанавливается во второй половине октября и держится до конца апреля, а в лесных массивах до начала июня. Работы по ВПП ведутся круглогодично. В ходе работы, необходимо следовать утвержденному плану и требованиям по безопасности и охране труда.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работы по ВПП проводятся лицами, работающими вахтовым методом. Данный вид работ регулируется Трудовым Кодексом РФ. Вахтовый метод - особая форма осуществления трудового процесса вне места постоянного проживания работников, когда не может быть обеспечено ежедневное их возвращение к месту постоянного проживания.

Особенности работы вахтовым методом прописаны в Главе 7 ТК РФ. К работам, выполняемым вахтовым методом, не могут привлекаться работники в возрасте до восемнадцати лет, беременные женщины и женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, а также лица, имеющие противопоказания к выполнению работ вахтовым методом в соответствии с медицинским заключением, выданным в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Правовое регулирование труда рабочих, в данной отрасли, соблюдается с учетом норм, которые были установлены в статьях 297-302 Трудового кодекса Российской Федерации, глава 47 «Особенности регулирования труда лиц, работающих вахтовым методом». Учитываются так же и районы работы и нормы, установленные главой 50 Трудового кодекса «Особенности регулирования труда лиц, работающих в районах крайнего севера и приравниваемых к ним местностям», статьи с 313 по 327.

В Нефтегазовой отрасли существует целый ряд характерных особенностей, относящихся к регулированию труда в этой отрасли. Среди них можно выделить: величина рабочего времени, величина времени отдыха, заработная плата и охрана труда.

Согласно статье номер 299 ТК РФ продолжительность вахты не должна превышать одного месяца. В исключительном случае на отдельных объектах продолжительность вахты может быть увеличена работодателем до трех месяцев в порядке, установленном статье 372 ТК РФ для принятия локальных нормативных актов.

Время отдыха и рабочее время устанавливается графиком работы на вахте, который утверждается работодателем в порядке, который установлен статьей 372 ТК РФ. График предусматривает время, которое необходимо для доставки работников на вахту и обратно. Дни заезда и выезда к месту работы и обратно в рабочее время не включается.

Согласно статьям 129, 219, 164 ТК РФ в условиях наличия вредного производственного фактора предусмотрены компенсационные выплаты

призванными компенсировать работникам их психофизиологические затраты (затраты здоровья), которые они несут на работе с вредными и (или) опасными условиями труда.

При организации рабочих мест операторов обязательно их обеспечение инструментами и расходными материалами, необходимыми для выполнения конкретных работ с соблюдением требований действующих санитарных норм. К такой оснастке относятся слесарный инструмент, переносные приборы, обтирочный материал, техническая документация и другое в зависимости от поставленных задач.

5.2 Производственная безопасность при выполнении работ на кустовой площадке

Обслуживание нагнетательных скважин производит оператор по поддержанию пластового давления (ППД). Его рабочее место состоит из скважин, кустовой площадки, блоков автоматики.

Работая на производственных объектах, работник подвергается вредному воздействию опасных и вредных факторов. Классификация факторов представлена в нормативном документе ГОСТ 12.0.003-2015 (таблица 25).

Таблица 25 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ на кустовых площадках

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра ботка	Изгото вление	Экс плу ата ция	
1) Отклонение показателей климата на открытом воздухе;	+		+	СанПиН 2.2.4-548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений ГОСТ 12.1.005-88 СББТ Общие санитарно-гигиенические требования к

2) Превышение уровней шума и вибрации;		+	+	воздуху рабочей зоны ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности; ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общие требования; СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*; ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности; ГОСТ 12.1.030-81 «Защитное заземление. Зануление» приказ от 15 декабря 2020 года N 536 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением
3) Повышенная запыленность рабочей зоны;	+	+	+	
4) Недостаточная освещенность;	+	+	+	
5) Электрический ток;		+	+	
6) Высокое давление;			+	
7) Механические опасности.	+	+	+	

5.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровня воздействия

Отклонение показателей климата на открытом воздухе

Отклонение показателей климата может привести к ухудшению общего самочувствия рабочего. Неблагоприятные метеорологические условия (температура, скорость ветра, влажность воздуха) могут негативно сказаться на производственном процессе и привести к несчастному случаю. При определенной температуре воздуха и скорости ветра в холодное время работы приостанавливаются (таблица 26).

Таблица 26 – Погодные условия, при которых работы на открытом воздухе приостанавливаются

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С
Безветренная погода	-40
Менее 5,0	-35

5,1 – 10,0	-25
10,1 – 15,0	-15
15,1 – 20,0	-5
Более 20,0	0

При высокой температуре снижается концентрация внимания, появляются неосмотрительность и торопливость, при низкой – вследствие интенсивной теплоотдачи организма. Если влажность больше 35-70% воздух считается влажным, если меньше данного диапазона – сухой. Сухой воздух влечет за собой повышенное испарение, которое приводит к ощущению сухости слизистых оболочек и кожи. В свою очередь, влажный воздух осложняет испарение.

При отклонении показателей климата предусмотрены средства индивидуальной защиты (СИЗ). СИЗ должны предотвращать или уменьшать риск действия производственных факторов. Они выбираются согласно ГОСТ 12.4.011-89. Для защиты головы от теплового облучения алюминиевые, фибровые каски. Также каска поможет избежать травм головы. Для исключения попадания песка в глаза или в носовую полость необходимо применять очки и респираторы. Так как при приготовлении полимерного раствора сотрудник работает с химическими реагентами необходимо использовать перчатки или рукавицы, которые также в холодный период года помогут избежать обморожения рук. Защитой от пониженной температуры служит теплая спецодежда, а при осадках – плащи. Также сооружают помещения для обогрева сотрудников в холодное время года.

Превышение уровней шума и вибрации

Вблизи работы оператора ППД может производиться капитальный ремонт скважины либо агрегаты для ОПЗ. Данный вид работ создает уровень шума, не превышающий допустимый согласно ГОСТ 12.1.003-2014. Значение уровня звука на рабочем месте не должен превышать 40-45 дБ, а на открытой местности – не более 80 дБ. Для снижения уровня шума работникам следует

применять СИЗ. Из-за удаленности месторождений от места проживания работников их доставляют на вахту на вертолетах. Они создают уровень шума 95-100 дБ, что превышает норму. Поэтому необходимо выбрать средства защиты согласно СП 51.13330.2011: противошумные вкладыши или наушники.

Технологическая норма уровня вибрации составляет 92 дБ согласно ГОСТ 12.1.012-2004. При значении уровня вибрации 92дБ частота составляет 63 Гц. Уровень вибрации на рабочем месте оператора ППД объясняется работой насосного агрегата по закачке реагента в скважину. При работе с оборудованием при вибрации производительность работника снижается, а также растет число травм. Для защиты от вибрации рекомендуется применять резиновые перчатки.

Повышенная запыленность рабочей зоны

Кустовая площадка огорожена насыпью песка со всех сторон с целью предотвращения возгорания лесного пожара. С учетом сильных ветров может происходить попадание песка в носовую область оператора ППД, что негативно влияет на его здоровье. Мероприятия для устранения попадания песка в носовую область: использование респираторов.

Недостаточная освещенность

Часто приходится работать в темное время суток и необходимо обеспечить достаточную освещенность зоны работ. Норма освещенности должна быть не ниже 10 люксов согласно СП 52.13330.2016. Если норма освещенности соответствует нужному диапазону, то мероприятия по улучшению освещенности не требуется.

Нормы освещенности $E_{\text{экс}}$ и равномерности освещенности U_0 в зоне зрительной работы независимо от плоскости нормирования (горизонтальной, вертикальной или наклонной), коэффициента пульсации освещенности $K_{\text{п}}$ и общего индекса цветопередачи R_a для различных помещений насосной станции и видов зрительной работы приведены в таблице 27. Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение

вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям

Таблица 27 – Нормы освещенности для помещений насосной станции

Наименование помещения	$E_{\text{экс}}$, лк	U_0 , не менее	R_a , не менее	$K_{\text{п}}$, не более
Пути движения и коридоры	100	0,40	40	-
Лестницы	100		40	
Рабочая зона насоса	150		60	10

Коэффициент пульсации освещенности $K_{\text{п}}$ в помещениях, где возможно возникновение стробоскопического эффекта и есть опасность прикосновения к вращающимся или вибрирующим объектам, - не более 10%

5.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровня воздействия

Электрический ток

Источником поражения электрическим током, при проведении работ на кустовых площадках, могут являться плохо изолированные токопроводящие части, металлические элементы, случайно оказавшиеся под напряжением. Известно, что поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, т.е. при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках. Опасное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде электротравм (ожоги, металлизация кожи, механические повреждения), электрического удара и профессиональных заболеваний. Все применяемое электрооборудование и электроинструменты должны иметь заземление и подлежать занулению отдельной жилой кабеля с сечением жилы не менее сечения рабочих жил. Защитное заземление должно

удовлетворять ряду требований, изложенных в ГОСТ 12.1.030-81 «Защитное заземление. Зануление».

Для защиты персонала от поражения электрическим током при пробое изоляции электрифицированных механизмов и электроинструмента они должны быть оборудованы устройствами защитного отключения (УЗО). Одной из защитных мер является также ограничение напряжения до 12 - 36 В для переносного электрооборудования, местного или ремонтного освещения.

Для предотвращения негативного воздействия электрического тока на рабочих используются средства коллективной и индивидуальной защиты (ГОСТ Р 12.1.019-2017).

Коллективные средства электрозащиты: изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль, установка оградительных устройств, предупредительная сигнализация и блокировка, использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов, применение малых напряжений, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Индивидуальные средства защиты: диэлектрические перчатки, инструменты с изолированными рукоятками, диэлектрические боты, изолирующие подставки.

Высокое давление

Аппараты, работающие под давлением – оборудование, в котором жидкость или газ находятся под давлением, превышающем атмосферное. Закачка полимерного раствора осуществляется под давлением 20-22 МПа. Насосы на кустовой насосной станции создают такое высокое давление и производят подачу подающих воды с реагентом в нагнетательную скважину, а из нее в пласт. Чтобы не допустить чрезвычайных ситуаций разработаны Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением», утверждённые федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору приказ от 15 декабря

2020 года N 536.

Разгерметизация (потеря герметичности), достаточно часто сопровождается возникновением двух групп опасностей.

Первая из них связана с взрывом сосуда или установки, работающей под давлением. При взрыве может произойти разрушение взрывной волной близко расположенного оборудования и техники, а также травмирование персонала разлетающимися осколками оборудования.

Вторая группа опасностей зависит от свойств веществ, находящихся в оборудовании, работающем под давлением. Но так как химические реагенты, применяемые для ВПП, не являются агрессивными, то влияние, оказываемое ими на организм человека и окружающую среду, не является негативным.

Нарушение герметичности может быть вызвано дефектами (трещины, вмятины и т.д.), полученные при изготовлении, хранении и транспортировке сосудов, работающих под давлением. Для обнаружения дефектов необходим ежедневный внешний осмотр оборудования, применение средств измерений КИП, а также испытания сосудов и материалов, из которых они изготовлены.

Механические опасности

Механические травмы могут возникать при монтаже, демонтаже оборудования, при спускоподъемных операциях. При неправильной эксплуатации или использования неисправного оборудования, инструментов, механизмов. При проведении работ также используется автомобильный транспорт различного назначения, в связи с чем необходимо проводить мероприятия по устранению возможных механических травм. К числу которых относятся: проверка наличия защитных кожухов на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств; проверка состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты, – устройства, препятствующие появлению человека в опасной

зоне. Согласно ГОСТ 12.2.062-81 ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. Они должны иметь такие размеры и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону. При устройстве ограждений должны соблюдаться определенные требования. Запрещается работа со снятым или неисправным ограждением.

В качестве профилактических мер планируется систематически производить проверку наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановую и внеплановую проверку пусковых и тормозных устройств; проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов ГОСТ 12.2.003-91.

При проведении работ на скважине необходимо соблюдать технику безопасности. Основная опасность заключается в том, что, зацепившись телом или одеждой за свободный конец движущегося механизма можно получить травму вплоть до смертельного исхода. Основными мерами предосторожности являются: соблюдение всех требований правил техники безопасности при работе с инструментами; соблюдение формы одежды (все пуговицы на одежде должны быть застегнуты, полы одежды не должны болтаться); периодическая проверка технического состояния используемых инструментов, повышенное внимание на рабочем месте.

5.3 Экологическая безопасность

Операции ВПП сопровождается неизбежным техногенным воздействием на объекты природной среды. С целью исключения или сведения к минимуму негативного воздействия работ данного вида на окружающую среду предусмотрен комплекс специальных мероприятий по охране окружающей среды.

Защита атмосферы

Атмосферный воздух может загрязняться вследствие выброса газа и сопутствующих вредных веществ на кустовой площадке. Мероприятиями по охране атмосферы являются поддержание герметичности системы ППД и

контроль за воздушной средой на КНС для определения опасной концентрации газа. Мероприятия по защите атмосферы от загрязнения:

- проверка оборудования на герметичность;
- контроль выхлопных газов автотранспорта, находящегося на кустовой площадке, на содержание окиси углерода CO_2 ;
- контроль источников выброса на содержание окиси углерода CO_2 , окислов азота для подбора оптимального режима сжигания попутного газа и уменьшения концентрации вредных веществ.

Защита гидросферы

Вторичное вскрытие пласта скважин при определённых условиях сопровождается:

- Загрязнением подземных вод химическим реагентами или нефтью при разливе;
- Бытовыми или твердыми отходами;
- Перетоками флюида в заколонном пространстве из-за нарушения целостности обсадной колонны.

Мероприятия по охране подземных вод от загрязнения должны соответствовать требованиям санитарных правил «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения. СП 2.1.5.1059-01», утверждённым Главным государственным санитарным врачом РФ 16 июля 2001 г., введённым в действие с 1 октября 2001 г.

Мероприятия по защите гидросферы заключаются в том, что при эксплуатации скважин продукты освоения (нефть, отработанная вода) необходимо собирать в передвижные металлические емкости по 25 м³ с последующей откачкой нефти и пластовой воды в нефтесборный коллектор. После закачки химических реагентов через нагнетательную скважину ее необходимо промыть достаточным объемом инертной жидкости. Сброс жидкости производится в сборную емкость. Остатки реагентов собираются и доставляются в места утилизации или уничтожения.

Защита литосферы

В процессе закачки раствора происходит цементирование каналов, по которым он подавался в пласт. В результате происходит снижение проницаемости высокопроницаемых участков пласта. Поэтому следует выбирать полимер, который после выполнения своей функции разрушится, а не загрязнит почву. Также при повреждении или корродировании подземного оборудования скважины возможна утечка нефти, которая приведет к загрязнению почвы. Мероприятия по защите литосферы:

- рекультивация земель: при разливе нефти необходимо ее собрать, внести удобрения и высадить растения;
- подбор оптимального типа полимера;
- контроль за герметичностью оборудования.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть на кустовой площадке при проведении работ по выравниванию профиля приёмистости:

- нарушение герметичности или разрушение корпуса элементов, содержащих жидкости и газы, находящиеся под высоким рабочим давлением;
- разрыв трубопроводов, подающих реагенты в скважину;
- нарушение электроснабжения или полное отключение подачи электроэнергии в электросети.

Наибольшую опасность для работников представляют собой процессы, идущие под высоким давлением. При этом существует вероятность нарушения герметичности оборудования, т.е. может произойти взрыв. В результате работник может получить травмы, в том числе не совместимые с жизнью.

Поэтому, проектирование, строительство и эксплуатация промышленных трубопроводов должны осуществляться в соответствии с требованиями федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору приказом от 15 декабря 2020 года N 534 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в

нефтяной и газовой промышленности», руководству по безопасности «рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» утвержденное приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 декабря 2012 г. N 784 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», о недрах (в редакции Федерального закона от 3 марта 1995 года N 27-ФЗ) (с изменениями на 8 декабря 2020 года).

В случае возникновения ЧС необходимо оградить опасную зону, сообщить о ситуации руководству и начать мероприятия по спасению людей, если есть пострадавшие. Действия при ЧС регламентированы инструкцией, с которой должен быть ознакомлен каждый сотрудник.

Основные мероприятия по предотвращению опасностей, обусловленных повышением давления и нагрузками, включают в себя: осмотр и испытание установок, оборудования, механизмов; применение различных средств блокировки, исключающих аварии при неправильных действиях рабочих; автоматизация производственных процессов, позволяющая вывести людей из опасных зон, и осуществлять контроль показаний приборов дистанционно.

5.5 Вывод по разделу социальная ответственность

В данном разделе были проанализированы вредные и опасные факторы, влияющие на здоровье работников, возникающие в процессе выполнения ряда работ. Выполнение мер безопасности и мер по предупреждению опасных факторов позволит избежать наступления ЧС и сократить вредное воздействие на работников предприятия. При использовании технологий выравнивания профиля приемистости возможны различные прорывы и разливы химических реагентов раствора, что в свою очередь приводит не только к серьезным загрязнениям окружающей среды, но и к ухудшению здоровья персонала.

Обеспечение безопасности людей и окружающей среды на производстве является краеугольным камнем эффективности осуществления всех производственных процессов, поэтому вопросы безопасности должны быть предопределены в первую очередь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были рассмотрены и проанализированы различные современные технологии по выравниванию профиля приемистости нагнетательных скважин. Произведена оценка технологической эффективности и определены наиболее эффективные технологий ВПП для месторождений Западной Сибири. Также в ходе работы была предложена методика прогноза эффективности технологий ВПП на основе полученных результатов для условий месторождений Мегионского региона.

На всех рассматриваемых скважинах наблюдался положительный эффект от ВПП. Общая дополнительная добыча нефти, полученная в результате применения технологий ВПП по 480 нагнетательным скважинам на месторождениях Мегионской группы за 2011-2017 гг. оценивается в 459,4 тыс. т, при этом сокращение добычи воды составляет более 1,72 млн.т., общая успешность выполненных работ составляет 92,7%.

Были рассчитаны средние финансовые затраты на проведения одного мероприятия по ВПП, которые составили 470950,2 рублей, и оценены затраты на оплату труда бригады рабочих, составившие 68114,5 рублей при длительности мероприятия в 60 часов.

Рассмотрены меры производственной безопасности в процессе реализации технологий ВПП, которые позволяют избежать наступление ситуаций связанных с вредными и опасными производственными факторами. Также были рекомендованы мероприятий по их устранению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жданов С. А. Повышение нефтеотдачи на поздней стадии разработки месторождений / С. А. Жданов, Д. Ю. Крянев // Междунар. науч. симп. “Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов” (2; 15-16 сент. 2009; Москва): материалы: в 2 т. / ОАО “ВНИИнефть”. - М., 2009. - Т. 1. - С. 11-14.
2. Халимов Э.М. Геотехнологии разведки и разработки нефтяных месторождений / Э.М. Халимов - М.: ИГиРГИ, 2001, 656 с.
3. Янин А.Н. Проблемы разработки месторождений Западной Сибири / А.Н. Янин Тюмень - Курган, Издательство «Зауралье», 2010. - 608 с.
4. Крянев Д. Ю. Системно-адресные технологии - основа повышения эффективности разработки нефтяных месторождений / Д. Ю. Крянев, А. М. Петраков, Р. Ю. Жуков [и др.] // Бурение и нефть. - 2011. - № 2. - С. 32-35.
5. Сазонов Б.Ф. Поздняя стадия разработки нефтяных месторождений / Сазонов Б.Ф., Пономарев А.Г., Немков А.С. - Самара.: Издательство «Книга», 2008.-352 с.
6. Чуйко А.И. Повышение нефтеотдачи пластов на месторождениях Мегионского свода / А.И. Чуйко, Н.Д. Кузьмичев, А.А. Заров // Нефт. хоз-во. - 2002. - № 7. -С. 113-116.
7. Билинчук А.В. «Повышение эффективности разработки трудноизвлекаемых запасов нефти технологиями химического и гидродинамического воздействия на пласты (на примере месторождений ОАО «Славнефть-Мегионнефте- газ»). Диссертация на соиск. степени к.т.н., М, ВНИИнефть, 2006,144 стр.
8. Шульев Ю. В. Повышение уровня добычи нефти на объектах месторождений Западной Сибири (ОАО "Славнефть-Мегионнефтегаз"), приуроченных к высокообводненным и низкопродуктивным коллекторам / Ю.

В. Шульев, А. В. Билинчук, Д. Ю. Крянев, А. М. Петраков // Междунар. науч. симп. "Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов" (1; 18-19 сент.2007; Москва): материалы: в 2 т. / ОАО "ВНИИнефть". - М., 2007. - Т. 1. -С. 48- 55.

9. Иванова М.М. Динамика добычи нефти из залежей / М.М. Иванова - М., «Недра», 1976,247 с.

10. Жданов С. А. Опыт применения методов увеличения нефтеотдачи пластов в России / С. А. Жданов // Междунар. науч. симп. "Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов" (1; 18-19 сент. 2007; Москва): материалы: в 2 т. / ОАО "ВНИИнефть". - М., 2007. - Т. 1. - С. 18-26.

11. Афанасьев И.С. Применение методов увеличения нефтеотдачи в НК «Роснефть» / И.С. Афанасьев, В.А. Павлов, А.Г. Загуренко, Д.А. Антоненко (ОАО «НК «Роснефть»), А.М. Хайдар (ООО «РН-УфаНИПИнефть») // Междунар. науч. симп. "Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов" (2; 15-16 сент. 2009; Москва): материалы: в 2 т. / ОАО "ВНИ- Инефть". - М., 2009. -Т. 1. -С. 24-33.

12. Мухаметзянов Р.Н. Результаты применения технологий повышения нефтеотдачи и интенсификации добычи нефти на месторождениях ОАО «Газпром нефть» / Р.Н. Мухаметзянов, Р.Н. Фахретдинов, Р.М. Назметдинов, К.В. Стрижнев // Междунар. науч. симп. "Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов" (1; 18-19 сент. 2007; Москва): материалы: в 2 т. / ОАО "ВНИИнефть". - М., 2007. - Т. 1. - С. 6-13.

13. Савельев В.А. Роль современных методов повышения нефтеотдачи в освоении нефтяных месторождений ОАО «Газпром нефть» / В.А. Савельев, М.А. Шаламов, К.В. Стрижнев // Междунар. науч. симп. "Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов" (2; 15-16 сент. 2009; Москва): материалы: в 2 т. / ОАО "ВНИИнефть". - М., 2009. - Т. 1. - С. 15-23.

14. Санников В.А. Новые подходы к проектированию и внедрению потокоотклоняющих технологий повышения нефтеотдачи пластов // Интервал. - 2003. - №5. - С. 60-67.
15. Санников В. А. Совершенствование подходов к проектированию и применению физико-химических технологий регулирования охвата заводнением с учетом техногенной трещиноватости коллектора со стороны нагнетательных скважин / В.А. Санников, И.Э. Мандрик, В.В. Гузеев [и др] // Междунар. науч, симп. "Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов" (1; 18-19 сент. 2007; Москва): материалы: в 2 т. / ОАО "ВНИИнефть". - М., 2007. - Т. 1. -С. 33-42.
16. Ленченкова Л.Е. Повышение нефтеотдачи пластов физико-химическими методами / Л.Е. Ленченкова-М.: «Недра», 1998, 393 с.
17. Сургучев М. Л. Методы извлечения остаточной нефти / М. Л. Сургучев, А. Т. Горбунов, Д. П. Забродин [и др.]. - М.: Недрa, 1991. - 347 с.
18. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов / М.Л. Сургучев -М.: «Недра», 1986, 308 с.
19. Боксерман А.А. Экспериментальное изучение капиллярного удержания воды в пористых средах при упруго-капиллярном режиме / А.А. Боксерман, Ю.П. Желтов, К.Э. Музафаров, В.Г. Оганджянц // Разработка нефтяных месторождений и гидродинамика пласта: Тр. ВНИИ. - Вып. 50. - М.: Нефра. - 1967. -С. 94-101.
20. Боксерман А.А. Фильтрация несмешивающихся жидкостей в средах с двойной пористостью при циклических методах воздействия на нефтяной пласт/ А.А. Боксерман, Б.В. Шалимов // Сб. науч, тр./ ВНИИнефть. - 1970.- вып. 55.- С. 27-44.

21. Цынкова О.Э. К вопросу о механизме циклического воздействия на нефтяные пласты / О.Э. Цынкова // Изв. АН СССР. - Механика жидкости и газа. - 1980.-№ 3. -С. 58-66.
22. Алтанов Г.А. К определению эффективности циклического заводнения неоднородных нефтяных пластов / Г.А. Алтанов, А.А. Боксерман, М.Л. Сургучев, О.Э. Цынкова // Нефт. хоз-во. - 1973. - № 1. - С. 46-49.
23. Крянев Д.Ю. Разработка и использование методики критериального выбора объектов для реализации нестационарного заводнения / Д. Ю. Крянев, А. М. Петраков, И. И. Минаков [и др.] // Вестник ЦКР. - 2007.- № 1. - С. 28-35.
24. Крянев Д.Ю. Расчет параметров проведения технологии нестационарного заводнения на примере конкретно выбранного участка воздействия / Д.Ю. Крянев, А.М.Петраков, И.И. Минаков, А.В. Билинчук // Сб. науч, тр./ВНИ-Инефть. - 2006.- вып. 133.- С. 28-43.
25. Крянев Д.Ю. Результаты применения нестационарного заводнения на месторождениях ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз» / Д. Ю. Крянев, А. М. Петраков, Ю. В. Шульев [и др.] // Нефт. хоз-во. - 2007. - № 1. - С. 54-57.
26. Сургучев М. Л. Методы контроля и регулирования разработки нефтяных месторождений / М. Л. Сургучев. - М.: Недра, 1968. - 300 с.
27. Сургучев М.Л. Прогнозирование показателей разработки месторождений с применением новых методов увеличения нефтеотдачи / М.Л. Сургучев, А.Т. Горбунов, О.Э. Цынкова//Нефт. хоз-во. -1977. - № 4. - С. 29-33.
28. Ибрагимов Л.Х. Интенсификация добычи нефти / Л.Х. Ибрагимов, И.Т. Мищенко, Д.К. Челоянц - М.: Наука, 2000. - 414 с.
29. Газизов А.Ш. Повышение нефтеотдачи пластов ограничением движения вод химическими реагентами / А.Ш. Газизов // Нефт. хоз-во. - 1992. - № 1. - С. 20-22.

30. Горбунов А.Т. Методы увеличения нефтеотдачи пластов при заводнении / А.Т. Горбунов, Л.В. Лютин, М.Л. Сургучев, О.Е. Цинкова, Т.А. Бурдынь И М.: Недра, 1983. - 305 с.
31. Рогова Т.С. Обоснование технологии выравнивания профиля приемистости нагнетательных скважин на нефтяных месторождениях композициями на основе щелочных силикатно-полимерных гелей: дис. к-та техн. наук: 25.00.17 / Т. С. Рогова. - М.: ВНИИнефть, 2007.- 154 с.
32. Желтов Ю.В. Вопросы доработки заводненных залежей / Ю.В. Желтов, А.Я. Хавкин // Нефтепромысловое дело. - 1982. - №9. - С. 9-10.
33. Поддубный Ю.А. Приоритетные физико-химические технологии РМНТК «Нефтеотдача» для объектов с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Сб. науч. тр. / ОАО "ВНИИнефть". - М., 2000. - Вып. 122: Исследование технологий повышения эффективности разработки нефтяных месторождений. - С. 17- 19.
34. Ибрагимов Г.З. Применение химических реагентов для интенсификации добычи нефти / Г.З. Ибрагимов, К.С. Фазлутдинов, Н.И. Хисамутдинов - М.: Недра, 1991.-384 с.
35. Рамазанов Р.Г. Эффективность и перспективы применения химических методов увеличения нефтеотдачи для стабилизации добычи нефти / Р.Г. Рамазанов, Ю.В. Земцов // Нефт. хоз-во. - 2002. - № 1. - С. 34-35.
36. РД 153-39.1-004-96. Методическое руководство по оценке технологической эффективности применения методов увеличения нефтеотдачи пластов и новых технологий / РМНТК «Нефтеотдача»; ВНИИнефть [и др.]. - Введ. с 01.03.1994. - М., 1996. - 87 с.
37. Сонич В.П. Эффективность применения методов повышения нефтеотдачи пластов / В.П. Сонич, НЛ. Медведев, В.А. Мишарин [и др.] // Нефт. хоз-во. - 1997. - № 9. - С. 36-39.

38. Алтунина Л.К. Комплексные физико-химические технологии для увеличения нефтеотдачи на месторождениях, разрабатываемых заводнением паротепловым воздействием / Л.К. Алтунина, В.А. Кувшинов // Технологии ТЭК. - 2004. - № 6. - С. 44-50.
39. Рамазанов Р.Г. Результаты применения химических технологий для регулирования заводнения в ОАО «Лукойл» / Р.Г. Рамазанов, А.А. Фаткуллин // Нефт. хоз-во. - 2004. - № 4. - С. 38-40.
40. Поддубный Ю.А. Повышение эффективности разработки нефтяных месторождений / Ю.А. Поддубный, АЛ. Соркин, А.Г. Дябин [и др.] // Тр. ВНИИ. - Вып. 122. - М.: Недра. - 2000. - С.40-44.
41. Соркин АЛ. Эффективность применения физико-химических технологий воздействия в нагнетательных скважинах / АЛ. Соркин, В.А. Кан, В.Е. Ступоченко [и др.] // Нефт. хоз-во. - 1989. - № 4. - С. 47-53.
42. Петухов В.К. Состояние и перспективы применения химических реагентов для ограничения притока вод в скважины / В.К. Петухов, А.Ш. Газизов // М.: ВНИИОНГ. - 1983. - Вып. 25.- 26 с.
43. Галеев Р.Г. Результаты и перспективы применения новых технологий увеличения нефтеотдачи пластов на месторождениях Татарстана / Р.Г. Галеев, Ш.Ф. Тахаутдинов, Р.С. Хисамов [и др.]//Нефт. хоз-во. -1998. - № 7. - С. 14-17.
44. Седач В.Ф. Анализ эффективности и перспективы применения методов воздействия на пласты месторождений ОАО «Сургутнефтегаз» / В.Ф. Седач, В.П. Сонич, В.А. Мишарин, Р.А. Булатов // Интервал. - 2001. - №10. - С. 14-23.
45. Антипов В.С. Применение физико-химических методов повышения нефтеотдачи на месторождениях ОАО «НГК «Славнефть» и их экономическая эффективность // Нефт. хоз-во. - 1999. - № 8. - С. 21-24.

46. Захаров Л.Г. Результаты внедрения методов увеличения нефтеотдачи на Варьеганском месторождении / Л.Г. Захаров, А.Л. Зарубин, О.Р. Кузоваткин, А.Я. Соркин [и др.] // Нефт. хоз-во. - 2003. - № 12. - С. 39-41.
47. Казаков А. А. Планирование геолого-технических мероприятий / А. А. Казаков // Нефт. хоз-во. - 2009. - № 3. - С. 48-52.
48. Муслимов Р. Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения: проектирование, оптимизация и оценка эффективности: учеб, пособие / Р. Х. Муслимов. - Казань: ФЭН, 2005. - 688 с.
49. Казаков А. А. Информационно-аналитическая компьютерная система контроля и анализа эффективности геолого-технических мероприятий / А.А. Казаков // Нефт. хоз-во. - 2005. - № 10. - С. 54-58.
50. Казаков А.А. Прогнозирование эффективности гидродинамических методов повышения нефтеотдачи / А.А. Казаков // Нефт. хоз-во. - 2006. - № 12. - С. 110-112.
51. Амелин И.Д. Определение извлекаемых запасов нефти в залежи на поздней стадии разработки по характеристикам вытеснения нефти водой / И.Д. Амелин, А.В. Давыдов, Е.В. Субботина // Нефтепромысл. дело и транспорт нефти: НТИС / ВНИИОЭНГ. - 1985. - № 3.- С. 1-5.
52. Давыдов А.В. Усовершенствование способа определения извлекаемых запасов по характеристикам вытеснения нефти водой / А.В. Давыдов // Нефтепромысл. дело: РНТС / ВНИИОЭНГ. - 1982. - №. 10. - С. 6-7.
53. Старковский А.В. Промысловый опыт применения силикатного геля для условий нефтяных месторождений ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз» / А.В. Старковский, В.А. Старковский, И.И. Минаков, Р.Ю. Жуков, // Нефтепромысловое дело. - 2011. - № 2. - С. 20-22.

54. Жуков Р.Ю. Применение физико-химических технологий воздействия на завершающей стадии разработки месторождений / Р.Ю. Жуков, А.М. Петраков, А.В. Серов // Нефтяное хозяйство. - 2011. - № 1. - С. 51-53.
55. Шульев Ю.В. Применение методов увеличения нефтеотдачи и адресных обработок скважин на месторождениях ОАО «Славнефть-Мегионнефте- газ». / Ю.В. Шульев, М.А. Виноходов, Д.Ю. Крянев, А.М. Петраков, Р.Ю. Жуков, А.И. Шилова // Нефтяное хозяйство. - 2012. - № 1. - С. 64-66.
56. Чекотовский Э.В. Графический анализ статистических данных в MICROSOFT EXCEL 2000 / Э.В. Чекотовский // Москва, Санкт-Петербург, Киев, Издательство «Диалектика», 2002, 465 с.
57. Поддубный Ю.А. Приоритетные физико-химические технологии РМНТК «Нефтеотдача» для объектов с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Сб. науч. тр. / ОАО "ВНИИнефть". - М., 2000. - Вып. 122: Исследование технологий повышения эффективности разработки нефтяных месторождений. - С. 17- 19.
58. Билинчук А.В. Обобщение опыта применения технологии нестационарного заводнения и комплекса мероприятий по повышению эффективности разработки месторождений ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз» в 2005-2008 гг. / А.В. Билинчук, Д.Ю. Крянев, И.И. Минаков, А.М. Петраков, Р.Ю. Жуков, А.В. Серов // Междунар. науч. симп. “Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов” (2; 15-16 сент. 2009; Москва): материалы: в 2 т. / ОАО “ВНИИнефть”. - М., 2009. - Т. 1. - С. 71-76.
59. Серов А.В. Повышение эффективности нефтеизвлечения на поздней стадии разработки нефтяных месторождений / А.В. Серов, А.М. Петраков, И.И. Минаков, Р.Ю. Жуков // Москва, Материалы V научно-практической конференции «Нефтепромысловая химия». - 2010. - С. 88.
60. Жуков Р.Ю. Применение технологии комплексного воздействия на низкопроницаемые коллекторы юрских отложений на примере Аригольского

месторождения / Р.Ю. Жуков, И.И. Минаков // Сб. науч. тр. ВНИИнефть. - 2007. - Вып. 136, - С. 81-91.

61. Горбунов А. Т. Системная технология воздействия на нефтяные пласты при разработке нефтяных месторождений / А. Т. Горбунов, Л. Н. Бученков, А. М. Петраков // Сб. науч. тр. / ВНИИнефть. - 1993. - Вып. 117, Ч. 2. - С. 196-205.

62. Джафаров И.С. Влияние технологий выравнивания профиля приемистости скважин на показатели разработки месторождений ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» / И.С. Джафаров, М.Ф. Нуриев, А.П. Рожков, К.В. Стрижнев и др. // Нефтяное хозяйство. - 2009. - № 12. - С. 33-36.

63. Земцов Ю.В., Баранов А.В., Гордеев А.О. Обзор физико-химических МУН, применяемых в Западной Сибири, и эффективность их использования в различных геолого-физических условиях // Нефть. Газ. Новации. – 2015. - №7. – С. 11-21.

64. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021)

65. СанПиН 2.2.4-548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

66. ГОСТ 12.1.005-88 СББТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

67. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;

68. ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общие требования;

69. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*;

70. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;

71. ГОСТ 12.1.030-81 «Защитное заземление. Зануление»

Приложение А

Таблица А.1 – Краткая характеристика технологий ВПП

№ п/п	Наименование группы технологий	Технология	Примечание	Используемые реагенты
1	Эмульсионные	ЭС	Эмульсионный состав	Нефть (бензиновая фракция), вода, эмульгатор «Нефтенол», «Алдинол-10», CaCl ₂
		ВЭС	Вязкий эмульсионный состав	Нефть, вода, эмульгатор («Нефтенол»/«Синол»), загуститель
		ЭСС, ЭДС	Эмульсионно-суспензионный состав; эмульсионно-дисперсный состав	Нефть, вода, эмульгатор «Нефтенол», CaCl ₂ , глинопорошок
		ВЭДС	Вязкий эмульсионно-дисперсный состав	Нефть, вода, эмульгатор, глинопорошок
		ВЭПС	Вязкий эмульсионно-полимерный состав	Нефть, вода, эмульгатор, ПАА, глинопорошок
2	Полимерные	ГОС «МЕТКА», ГОС «РОМКА»	Гелеобразующие системы	Водный р-р; МЕТКА-метилцеллюлозы+карбамида; РОМКА-метилцеллюлозы, роданистого аммония и карбамида
		СПС, СПС+ПАВ	Сшитые полимерные системы с добавлением ПАВ	ПАА+сшиватель (ацетат хрома)
		СПС+Наполнитель	Сшитые полимерные системы с дисперсными наполнителями	ПАА+сшиватель+наполнитель (мелкодисперсный карбонат Са, водонабухающий полимер, белая сажа)

Продолжение таблицы А.1

		ВУС, ВУС+ПАВ, ГОС, ГОС-1	Вязкоупругие составы; гелеобразующие системы	ПАА+сшиватель; ПАА+сшиватель+ ПАВ
		ПГС, ППГС	Полимер-гелевый состав; полимер- ПАВ-содержащий гелевый состав	ПАА+сшиватель; ПАА+сшиватель+ НПАВ
		ПГС «РИТИН»	Полимер-гелевая система	Модифицированный водонабухающий ПАА
		ПГС «Темпоскри н-Люкс»	Полимер-гелевая система	
		ОГС	Осадко- гелеобразующий состав	Биоактивный ил+ПАА+сшиватель
		БП-92	Биополимер	БП-92
3	Полимер- дисперсно- волокнистые	ПДС, СПДС	Полимер- дисперсная система; сшитая полимер- дисперсная система	ПАА+глино порошок; ПАА+сшиватель+глино порошок
		СС	Структурированн ый состав	Водный раствор КМЦ+глино порошок
		ПДНС	Полимер- дисперсная наполненная система	ПАА+сшиватель+глино порошок, древесная мука
		ДСК	Дисперсно- содержащая композиция	ПАА, глино порошок, древесная мука
		ВДПС	Волокнисто- дисперсная полимерная система	ПАА+сшиватель+глино порошок+древесная мука+НПАВ
		МДПС	Модифицированн ая полимер- дисперсная система	ПАА+сшиватель+активи рованная глина
4	Термотропные	ГОС «ГАЛКА»	–	Карбамид+алюмохлори д
		«ТЕРМ», «ТЕРМОГЕ ЛЬ-1»	–	Карбамид+оксилохлори д алюминия

5	Осадкообразующие	ССС, ССК	Сульфатно-содовая смесь; сульфатно-содовая композиция	Чередующаяся закачка водных растворов $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ и CaCl_2
		ДООС	Дисперсный осадкообразующий состав	Активированная глина+сульфатно-содовая смесь
		ООС	Осадкообразующий состав	Чередующаяся закачка водных растворов $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, CaCl_2 , Na_2CO_3 , NaOH , CaCO_3 , NH_4Cl , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_2SO_4
6	Силикатные	СГС	Силикатный гелеобразующий состав	Силикат Na +многоосновные кислоты
		ОГОС, ОГС	Осадко-гелеобразующий состав	Силикат $\text{Na} + \text{CaCl}_2$
		СПГ	Силикатно-полимерный гель	Силикат $\text{Na} + \text{HCl} + \text{ПАА}$
		ГОС АСС-1	Гелеобразующий состав на основе алюмосиликатов	Техническая вода, реагент АСС-1(жидкая или сухая форма)+ HCl
7	Нефтеотмывающие	«Алдинол-20»	–	HCl +многоатомные спирты+НПАВ
		ПАВ V-3	ПАВ-обработка	Водный раствор различных ПАВ

Приложение Б

Таблица Б.1 - Показатели эффективности работ ВПП по месторождениям Мегионской группы (по пластам за 2006-2011 гг.)

№ №	Технологии	Область применения	Критерии применимости технологии	Критерии подбора скважин	Используемые химреагенты и материалы для осуществления технологического процесса
1	2	3	4	5	6
Вязко-упругие составы					
1	<p style="text-align: center;">ВУПАС (вязкоупругий поверхностно-активный состав) ЗАО «Технология-сервис»</p>	Участки залежи неохваченные разработкой в низкопроницаемых коллекторах.	На последних стадиях разработки (доотмыв остаточной нефти). Для изменения направления потоков закачиваемой воды, изоляции водопритока и выравнивания	<p style="text-align: center;">Q_{пр.} - не менее 240 м³/сут Высокая обводненность продукции.</p>	<p style="text-align: center;">Полиакриламид (ПАА) Ацетат хрома Хромкалиевые квасцы ПАВ Нефтенол МЛ</p>
2	<p style="text-align: center;">«CL-Systems» (сшитый полимерный состав на основе водного раствора полиакриламида и ацетата хрома) ООО «Дельта Ойл Сервис»</p>	Участки залежи неохваченные разработкой в низкопроницаемых коллекторах.	Сдерживание прорыва закачиваемых вод в добывающих скважинах. Стабилизация либо сдерживание обводненности продукции окружающих добывающих скважин. Вовлечение в разработку трудно-извлекаемых запасов из зон с пониженной проницаемостью.	<p style="text-align: center;">Средняя обводненность 20-98% Соотношение проницаемости пропластков > 2 Коэффициент расчлененности >2 Глубина залегания до 3500 м Температура прискважинной зоны пласта до 120°С, Q_{пр.} > 100 м³/сут</p>	<p style="text-align: center;">Полиакриламид (ПАА) Ацетат хрома</p>
3	<p style="text-align: center;">«RDAgent+CL-Systems» (сшитый полимерный состав на основе водного раствора полиакриламида и ацетата хрома CL-Systems в композиции с предварительной очисткой призабойной зоны скважины от загрязнения). ООО «Дельта Ойл Сервис»</p>	Участки залежи неохваченные разработкой в низкопроницаемых коллекторах.	Для выравнивания профиля приемистости. Регулирование охвата пласта заводнением и перераспределением потоков в пластах. Стабилизация либо сдерживание обводненности продукции окружающих добывающих скважин. Вовлечение в разработку трудно-извлекаемых запасов из зон с пониженной проницаемостью.	<p style="text-align: center;">Средняя обводненность 20-98% Соотношение проницаемости пропластков > 2 Коэффициент расчлененности >2 Глубина залегания до 3500 м Температура прискважинной зоны пласта до 120° С Q_{пр.} > 100 м³/сут</p>	<p style="text-align: center;">Полиакриламид ПАА-марки Poly-T101 или подобные со схожими показателями^ Alkoflo, PDA, FP и другие) ацетат хрома растворитель (вода). Для приготовления и заправки раствора используется передвижная установка УДР-32М.</p>

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6
Гелеобразующие составы					
4	<p>ГОС (гелеобразующий состав на основе силиката натрия)</p> <p>ОАО "ВНИИнефть"</p>	<p>Участки залежи имеющие сильную неоднородность пласта по вертикали. Пласт должен иметь слабопроницаемые участки по вертикали и проницаемые по горизонтали.</p>	<p>Для выравнивания профиля приемистости и селективной изоляции высокообводненных пропластков.</p>	<p>Средняя проницаемость не менее 0,1 мкм² Q_{пр.} - не менее 240 м³/сут (при рабочем P=12 МПа)</p>	<p>Силикат натрия (жидкое стекло) ГОСТ 13078-81 Соляная кислота ГОСТ 857-78 ГОСТ -450-77 Вода пресная техническая по ГОСТ 24902-81</p>
5	<p>CD-Systems (гель-дисперсных и сшитых полимерных систем на основе водных растворов полиакриламида и солей хрома)</p> <p>1 <i>ЭТАП</i> - закачивается полимерная гелеобразующая композиция, содержащие полимерные недорастворенные набухшие частицы, выполняя роль эластичного наполнителя.</p> <p>2 <i>ЭТАП</i> - закачивается полимерная гелеобразующая композиция.</p> <p>«ООО"Дельта Ойл Сервис"</p>	<p>Участки залежи неохваченные разработкой в низкопроницаемых коллекторах.</p>	<p>Стабилизация обводненности продукции окружающих добывающих скважин.</p> <p>Вовлечение в разработку трудноизвлекаемых запасов из зон с пониженной проницаемостью.</p>	<p>Средняя обводненность 20-98% Соотношение проницаемости пропластков > 2 Коэффициент расчлененности >2 Глубина залегания до 3500 м Температура прискважинной зоны пласта до 90° С Q_{пр.} > 250 м³/сут</p>	<p>1 <i>оторочка</i> - в состав входят водорастворимый ПАА, сшиватель на основе хромкалиевых квасцов и растворитель (вода).</p> <p>2 <i>оторочка</i> - в состав композиции входит гидролизированный ПАА, сшиватель ацетат хрома и растворитель (вода)</p>

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3 -	4 « 4	5	6
6	<p>Гелеобразующий состав "РВ-ЗП-1" ОООМПК "ХимСервисИнжиниринг"</p>	<p>Участки залежи неохваченные разработкой в низкопроницаемых коллекторах.</p>	<p>Для выравнивания профиля приемистости. Сдерживание прорыва закачиваемых вод в добывающих скважинах.</p>	<p>Объект с геологической неоднородностью, повышенными пластовыми температурами (не менее 60°С) Обводненность > 40%</p>	<p>Реагент "РВ-ЗП-1" ТУ 2458-001-14702906-08 (поставляется в жидкой товарной форме, состоящей из карбамида и хлористого алюминия)</p>
7	<p>"CH-Systems" (гель-дисперсных и сшитых полимерных систем на основе водных растворов полиакриламида и солей хрома) Закачивается полимерная гелеобразующая композиция, содержащая полимерные недорастворенные набухшие частицы, выполняющие роль эластичного наполнителя со сшивателем, в концентрации необходимой для длительного процесса гелеобразования, ввиду необходимости глубокого проникновения системы. ООО "Дельта Ойл Сервис"</p>	<p>Участки залежи неохваченные разработкой в низкопроницаемых коллекторах.</p>	<p>Стабилизация либо сдерживание обводненности продукции окружающих добывающих скважин. Вовлечение в разработку трудноизвлекаемых запасов из зон с пониженной проницаемостью.</p>	<p>Средняя обводненность 20-98% Соотношение проницаемости пропластков > 2. Коэффициент расчлененности > 2. Глубина залегания до 3500 м Температура при скважинной зоне пласта до 90° С Qпр. >250 м³/сут</p>	<p>Водорастворимый негидролизированный ПАА, ацетат хрома растворитель (вода).</p>

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6
8	<p>"ГЕОПАН" (гелеобразующий состав на базе реагента геопан) ООО МПК "ХимСервис-Инжиниринг"</p>	<p>Участки залежи неохваченные разработкой в низкопроницаемых коллекторах. Применяется на поздней стадии разработки месторождений.</p>	<p>Для выравнивания профиля приемистости. Регулирование охвата пласта заводнением и перераспределения потоков в пластах. Сдерживание прорыва закачиваемых вод в добывающих скважинах.</p>	<p>Объект воздействия должен находиться, как правило, в стадии падающей добычи. Проницаемость перфорированного продуктивного интервала не менее 0,05 мкм². Обводненность не менее 70%. Qпр.- не менее 50 м³/сут. Глубина залегания не более</p>	<p>Реагент "ГЕОПАН" ТУ 2458-012-14702906-08. Алюмохлорид ТУ 38.302-15-01-93 (плотность от 1,2 до 1,3 г/см³)</p>
9	<p>СПС (модифицированный сшитый полимерный состав). Закачка рабочих растворов реагентов производится оторочками. <i>1 оторочка</i> - суспензии водопоглощающего полимера с добавкой водорастворимого полимера. <i>2 оторочка</i> - раствор полимера с добавкой</p>	<p>Участки залежи неохваченные разработкой в низкопроницаемых коллекторах.</p>	<p>Для выравнивания профиля приемистости. Регулирование охвата пласта заводнением и перераспределения потоков в пластах и увеличения коэффициента нефтеотдачи. Сдерживание прорыва закачиваемых вод в добывающих скважинах.</p>	<p>Объект воздействия должен находиться, как правило, в стадии падающей добычи. Проницаемость более 100-10³ мкм². При наличии зон повышенной проводимости, а также на низкопроницаемых коллекторах при наличии трещиноватости и обводненности не менее 70%. Qпр.- не менее 300 м³/сут.</p>	<p>Полиакриламид (ПАА) АК-639 водопоглощающий (ТУ 6-02-00209912-59-2003) Ацетат хрома (ТУ 2499-001-82330939-2008) Растворитель (вода из системы напорных трубопроводов). Закачка реагентов производится с использованием специализированной установки -КУДР.</p>
Осадкообразующие системы					
10	<p>оос (осадкообразующий состав на основе силиката натрия и хлористого кальция) ОАО "ВНИИнефть"</p>	<p>Применяется для пористых и трещиноватых коллекторов в пластовой температурой до 100°C</p>	<p>Для ограничения притока закачиваемых и пластовых подошвенных вод любой минерализации, изоляция заколонных перетоков в скважинах.</p>	<p>Любая стадия разработки. Qпр. - >100 м³/сут. Обводненность - от 0-100%.</p>	<p>Силикат натрия (жидкое стекло-7%) ГОСТ 13078-81 Хлористый кальций (CaCl₂)- "Кальций хлористый -4% технический ГОСТ -450-77</p>

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6
11	<p>МПДС (модифицированный полимердисперсный состав). Закачка рабочих растворов реагентов производится оторочками. ООО «Технология-99»</p>	<p>Участки залежи неохваченные разработкой в низкопроницаемых коллекторах.</p>	<p>Для выравнивания профиля приемистости. Перераспределения фильтрационных потоков, увеличения охвата залежи заводнением. Сдерживание прорыва закачиваемых вод в добывающих скважинах.</p>	<p>Коллектора с проницаемостью более $30-10^3$ мкм² при наличии зон повышенной проводимости и обводненности добываемой продукции на участке проведения работ не менее 70 % или при прорывах закачиваемой воды к добывающим скважинам. $Q_{пр} - 500-800 \text{ м}^3/\text{сут}$</p>	<p>Суспензии высокодисперсного наполнителя (модифицированный глинопорошок - 4-6 % суспензия модифицированного монтмориллонитового глинопорошка) водорастворимого полимера (ПАА - 0,1-0,2 % раствор полимера)</p>
12	<p>ОГОС (осадкогелеобразующий состав) Закачка производится в четочном режиме оторочками равного объема ООО «НСК»</p>	<p>Применяется для пористых и трещиноватых коллекторов с пластовой температурой до 130°C</p>	<p>Для выравнивания профиля приемистости. Регулирование охвата пласта заводнением и перераспределения потоков в пластах.</p>	<p>Объект воздействия должен находиться, как правило, в стадии падающей добычи или на завершающей стадии разработки залежи. Технология может быть применена также на объектах, находящихся на ранних стадиях разработки, в случаях резкого прорыва закачиваемой воды по отдельным высокопроницаемым пропласткам или трещинам пласта. Проницаемость более $10-10^3$ мкм² $Q_{пр} - >100 \text{ м}^3/\text{сут}$. Обводненность не менее-50%</p>	<p>Силикат натрия (жидкое стекло- 5-10%) ГОСТ 13078-81 (порошкообразное стекло ТУ Хлористый кальций (CaCl₂.1,2-4%) - "Кальций хлористый технический" ГОСТ -450-77</p>