

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН, ОСЛОЖНЕННЫХ СОДЕРЖАНИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ПРОДУКЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

УДК 622.276:665.6-021.467(571.1)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б4Г	Федоров Денис Олегович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сергеев Виктор Леонидович	д.т.н.		

Консультант

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Школа	<u>Инженерная школа природных ресурсов</u>
Направление подготовки	<u>21.03.01 Нефтегазовое дело</u>
Отделение школы (НОЦ)	<u>Отделение нефтегазового дела</u>

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б4Г	Федорову Денису Олеговичу

Тема работы:

Особенности эксплуатации скважин, осложненных содержанием механических примесей в продукции месторождений Западной Сибири	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	1677/с от 04.03.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Технологическая схема разработки П... месторождения; тексты и графические материалы отчетов и исследовательских работ, фондовая и научная литература, технологические регламенты, нормативные документы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ состава механических примесей; причины выноса механических примесей из пласта; влияние механических примесей на износ глубинного насосного оборудования; прогнозирование пескопроявления; механические методы борьбы; применение модуль фильтров в составе УЭЦН; сетчатые фильтры; проволочные фильтры; гравийные фильтры; технологические методы борьбы; химические методы борьбы; физико-химические методы борьбы; анализ влияния механических примесей на эксплуатацию скважин

	П... месторождения.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Доцент, к.т.н. Криницына Зоя Васильевна
«Социальная ответственность»	Ассистент, Черемискина Мария Сергеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Особенности эксплуатации скважин, характеризующихся присутствием механических примесей в продукции	
Анализ современных методов борьбы с негативным влиянием механических примесей на месторождения Западной Сибири	
Выводы и рекомендации	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	07.03.2019
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сергеев Виктор Леонидович	д.т.н.		07.03.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б4Г	Федоров Денис Олегович		07.03.2019

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 21.03.01 Нефтегазовое дело
Уровень образования бакалавриат
Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
07.04.2019	Особенности эксплуатации скважин, характеризующихся присутствием механических примесей в продукции	30
07.05.2019	Анализ современных методов борьбы с негативным влиянием механических примесей на месторождения Западной Сибири	35
10.05.2019	Выводы и рекомендации	5
20.05.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
30.05.2019	Социальная ответственность	15

СОСТАВИЛ:
Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сергеев Виктор Леонидович	д.т.н.		

Консультант

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

СОГЛАСОВАНО:**Руководитель ООП**

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

Обозначения, определения и сокращения

ГНО – глубинное насосное оборудование;

ГТМ – геолого-технические мероприятия;

ГРП – гидроразрыв пласта;

КВЧ – количество взвешенных частиц;

ПЗП – призабойная зона пласта;

СПО – спуско-подъёмная операция;

НКТ – насосно-компрессорные трубы;

ЗБС – зарезка бокового ствола;

УЭЦН – установка электроцентробежного насоса;

МРП – межремонтный период;

ЭВН – электровинтовой насос;

КПД – коэффициент полезного действия;

ВМТФ – входной модуль тонкой фильтрации;

ГНКТ – гибкая насосно-компрессорная труба;

ПАВ – поверхностно-активное вещество;

СПМФ – фильтр скважинный пенометаллический многослойный;

ЗУМПФ – зона успокоения механических примесей флюида;

КРС – капитальный ремонт скважин;

ГСМ – горюче-смазочные материалы.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 79 страниц, в том числе 25 рисунков, 10 таблиц. Список литературы включает 32 источника информации.

Ключевые слова: нефть, газ, месторождение, эксплуатация, осложнение, механические примеси, фильтр, пескопроявление.

Объектом исследования являются скважины с высоким КВЧ в добываемой продукции.

Цель работы – анализ методов повышения эффективности эксплуатации скважин, добывающих нефть с высокой концентрацией твердых частиц, на месторождениях Западной Сибири.

В процессе исследования были рассмотрены современные методы и технологии борьбы с механическими примесями, особенности прогнозирования пескопроявления, а так же проведен анализ влияния механических примесей на эксплуатацию скважин П... месторождения.

Область применения: месторождения, характеризующиеся высоким содержанием твердых взвешенных частиц в добываемой продукции, вследствие слабой сцементированности пород коллектора или проведения геолого-технических мероприятий.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХСЯ ПРИСУТСТВИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ПРОДУКЦИИ	12
1.1. Анализ состава механических примесей	12
1.2. Причины выноса механических примесей из пласта	13
1.3. Влияние механических примесей на износ глубинного насосного оборудования.....	13
1.4. Прогнозирование пескопроявления.....	24
2. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С НЕГАТИВНЫМ ВЛИЯНИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	28
2.1. Механические методы борьбы.....	28
2.1.1. Применение модуль фильтров в составе УЭЦН.....	30
2.1.2. Сетчатые фильтры.....	31
2.1.3. Проволочные фильтры	32
2.1.4. Щелевые фильтры	33
2.1.5. Гравийные фильтры	33
2.2. Технологические методы борьбы	35
2.3. Химические методы борьбы.....	37
2.4. Физико-химические методы борьбы	43
2.5. Анализ влияния механических примесей на эксплуатацию скважин П... месторождения	43
3. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ.....	52
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	55
4.1. Экономическая эффективность внедрения методов борьбы с механическими примесями.....	55
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	64
5.1. Производственная безопасность при выполнении работ на кустовой площадке.....	64

5.1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	65
5.1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	68
5.2. Экологическая безопасность	71
5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	73
5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
Источники информации:	77

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее актуальных вопросов нефтегазодобывающей промышленности в настоящее время является вопрос интенсификации добычи нефти. Большая часть фонда скважин месторождений Западной Сибири, эксплуатируемых механизированными способами, оборудована установками электроцентробежных насосов (УЭЦН).

Такие скважины эксплуатируются в условиях высоких дебитов по жидкости и депрессии на пласт, значительных темпов изменения забойного давления в процессе освоения.

Это оказывает негативное влияние на работу глубинного оборудования, которое все чаще выходит из строя по причине высокого содержания в добываемой продукции механических примесей, выносимых из пласта за счет техногенного воздействия, что в некоторых случаях приводят к полному выходу скважины из эксплуатации.

Возникающие вследствие этого негерметичные участки, через которые происходят утечки флюида, существенно снижают коэффициент подачи насоса, дебит скважины и межремонтный период (МРП) эксплуатации.

Негативное влияние механических примесей обусловлено тем, что примеси по своим размерам, составу и твердости разнообразны и оказывают отрицательное воздействие на работу всего комплекса глубинно-насосного оборудования (ГНО).

В добываемой жидкости могут содержаться как естественные продукты разрушения пласта, частички смол, солей, парафинов, так и искусственно привнесённые в результате различных геолого-технических мероприятий (ГТМ) механические примеси.

В настоящее время имеется множество технологий по предотвращению влияния механических примесей на оборудование, а также типов и конструкций фильтров, однако отработанных и универсальных правил выбора

методов защиты для оборудования нефтяных и газовых скважин все еще не хватает.

Поэтому перспективными направлениями решения проблемы является совершенствование методов прогнозирования накопления механических примесей в продукции и выбор оптимальных технологий и способов защиты оборудования, направленных на минимизацию механических примесей в добываемой продукции.

1. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХСЯ ПРИСУТСТВИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ПРОДУКЦИИ

1.1. Анализ состава механических примесей

Механические примеси – вынос песка (частиц породы) из пласта в ствол скважины, происходит в результате разрушения пород под воздействием фильтрационного напора при определенной скорости фильтрации или при перепаде давления. Вынос песка из пласта приводит к нарушению устойчивости пород в призабойной зоне, к обвалу пород и, как следствие, к деформациям эксплуатационных колонн и нередко к выходу из строя скважин.

В добываемой жидкости могут содержаться как естественные продукты разрушения пласта, частички смол, солей, парафинов, так и искусственно привнесённые в результате различных геолого-технических мероприятий (ГТМ) механические примеси.

Природа происхождения механических примесей в скважинной продукции различна. В основном это песок слабосцементированного коллектора. Имеет место избирательный характер разрушения слабосцементированных песчаников, обусловленный образованием высокопроницаемых каналов вдоль трещин, развитых в продуктивном пласте по вертикали и вдоль плоскостей напластования слоёв.

Так же это могут быть продукты коррозии скважины и скважинного оборудования, проппант и продукты разрушения породы после проведения гидравлического разрыва пласта (ГРП). На заключительной стадии ГРП в стволе скважины обязательно остается определенное количество не закачанного в пласт расклинивающего агента. Объем его может колебаться от сотен килограммов до десятка тонн.

Абзацы (с. 12-14) скрыты, так как содержат конфиденциальную информацию.

Основной измеряемой характеристикой механических примесей является количество взвешенных частиц (КВЧ) в мг/л.

Таким образом, для анализа влияния механических примесей на эксплуатацию скважин, необходимо проведение не только качественного анализа частиц, но и оценка гранулометрического состава и определение размеров частиц, выносимых на забой скважин.

1.2. Причины выноса механических примесей из пласта

Информация раздела (с. 14-19) скрыта, так как содержит конфиденциальные данные.

1.3. Влияние механических примесей на износ глубинного насосного оборудования

Информация раздела (с. 19-24) скрыта, так как содержит конфиденциальные данные.

1.4. Прогнозирование пескопроявления

Информация раздела (с. 24-27) скрыта, так как содержит конфиденциальные данные.

2. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С НЕГАТИВНЫМ ВЛИЯНИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В настоящее время имеется множество технологий по предотвращению влияния механических примесей на оборудование, а также типов и конструкций фильтров, однако отработанных и научно обоснованных правил выбора методов защиты для оборудования нефтяных и газовых скважин все еще недостает [9].

Необходимо проводить формирование эффективного комплекса мероприятий по снижению негативного влияния механических примесей на основании анализа строения выбранного объекта и учитывать взаимовлияние различных видов осложнений в конкретной скважине.

В зависимости от механизма методы защиты ГНО от абразивных частиц в добываемом флюиде делятся на четыре основные группы (рисунок 9).

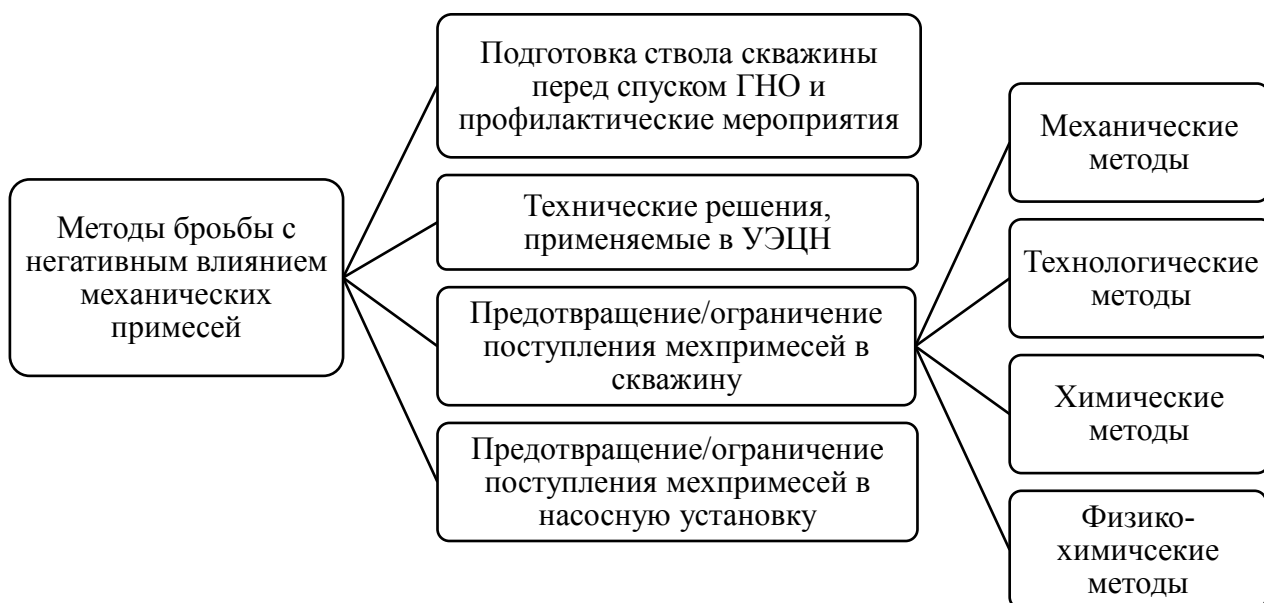


Рисунок 1 – Методы борьбы с механическими примесями

Оправданными являются методы борьбы с пескопроявлениями, основанные на предотвращении выноса песка в скважину. С этой целью

применяются химические, физико-химические, механические, технологические методы и их комбинации для закрепления пород в ПЗП [10].

2.1. Механические методы борьбы

Информация раздела (с. 29-34) скрыта, так как содержит конфиденциальные данные.

2.2. Технологические методы борьбы

Технологические методы борьбы с механическими примесями основаны на исследовании механических пластовых свойств породы в начальных критериях и их отклонений при изменении равновесного положения гидродинамической системы. К данным методам относятся:

- подбор оптимальных параметров эксплуатации скважины;
- регулирование депрессии на пласт исходя из напряжённого состояния пластов;
- внедрение потокоотклоняющих решений, и как следствие снижение водопритоков;
- использование ГНО в износостойком исполнении.

В целях сокращения отказов из-за засорения насосного оборудования механическими примесями рекомендуется проводить следующие мероприятия по оптимизации процесса эксплуатации скважины:

- улучшать качество жидкостей для глушения;
- производить промывки забоя и скреперование эксплуатационной колонны;
- освоение скважин после ГРП осуществлять комплексом ГНКТ (гибкая труба);
- после ремонта целесообразно проводить очистку забоев (например, гидрожелонками);

- запуск и вывод на режим должен проводиться плавно, не допуская резкого снижения забойного давления и превышения допустимых депрессий на пласт;
- при эксплуатации скважин должен производиться периодический контроль за выносом механических примесей (не реже 1 раза в месяц на скважину).

Почти во всех нефтяных регионах в целях роста суточной производительности скважин наращивают депрессию на пласт свыше критического предела, вследствие этого частички разрушенной породы выносятся совместно с жидкостью из скважин на устье. Верно выбранная методика позволит удерживать депрессию ниже критического уровня, при котором происходит разрушение пород, и таким образом, предупреждать вынос механических примесей из пласта [12].

При выборе критериев создания депрессии на пласт нужно обозначить пороговые перегрузки, при которых порода пласта начнет осыпаться. Верно выбранная методика позволит удерживать депрессию ниже критического уровня, при котором порода будет разрушаться. Это минимизирует риск образования КВЧ в добываемой продукции скважин.

Известно, что при обводнении происходит размыв и разрушение глинистых частиц горной породы продуктивных коллекторов нефти и газа, вследствие чего начинается интенсивный вынос пластового песка в скважины. Снижение водопритоков к добывающим скважинам может способствовать сокращению негативного влияния выноса механических примесей из пласта.

Существует множество материалов и основанных на них технологий для предупреждения и предотвращения водопритоков. Каждая отдельно взятая скважина требует индивидуального подбора материалов, приемлемых для конкретного характера и условий, места, эксплуатационного периода, путей и объемов движения вод.

Применяемые технологии ограничения притока вод в скважины в зависимости от характера влияния закачиваемой водоизолирующей массы на

проницаемость нефтенасыщенной части пласта, вскрытого перфорацией, разделяются на селективные и неселективные [13]. Такое разделение определяется физико-химическими свойствами материала.

Абзацы (с. 36-37) скрыты, так как содержат конфиденциальную информацию.

Применение УЭЦН в износостойком исполнении также является одним из методов снижения издержек на ремонте скважин, осложненных повышенным выносом механических примесей, что широко используется в мировой практике и оказывается эффективным в случае умеренной и малой интенсивности выноса песка.

2.3. Химические методы борьбы

Химические методы борьбы с механическими примесями подразумевают закачку в пласт скрепляющих растворов, смол и композиций на их составе. В отличие от других технологий в данном случае в призабойной зоне пласта не формируется монолитный экран, а создается хорошо проницаемая структура благодаря частичному заполнению порового пространства отверждаемой смолой [14].

Обзор существующих химических методов борьбы с пескопроявлением показывает широкое их использование при проведении ремонтных работ на скважине. Для этих целей используется большое разнообразие химических реагентов, преимущественно на основе полимеров. Разнообразие применяемых составов вызвано необходимостью учета геолого-промысловых условий конкретного месторождения или скважины. Характеристики основных составов, используемых для крепления слабосцементированных коллекторов, представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Характеристика химических составов для укрепления слабосцементированного коллектора

Группа химических реагентов	Основное вещество	Добавки	Растворитель
Кремнийорганические соединения	Алкоксисилан и его производные	Вода, формалин, уротропин, органические и минеральные кислоты, щелочи.	Вода, ксилол, ароматические растворители и др.
Конденсационные смолы на основе формальдегида	Карбамидоформальдегидная смола	Формалин, уротропин, органические и минеральные кислоты, щелочи.	Керосин, ацетон, вода и др.
Эпоксидная смола	Эпоксидная смола	Полиамины, многоосновные кислоты и др.	Кетоны, эфиры, спирты и др.
Уретановый предполимер	Полиуретаны – продукт взаимодействия соединений, содержащих изоцианатные группы с би- и полифункциональными гидроксилсодержащими производными.	Вода	Низшие кетоны, эфиры, спирты и др.

Искусственное закрепление несцементированной части пласта успешно обеспечивают отверждаемые смолы, которые цементируют зерна песка при минимальном снижении проницаемости коллектора.

Абзацы (с. 39-40) скрыты, так как содержат конфиденциальную информацию.

Использование смол для предотвращения выноса песка из пласта может быть эффективным, если оно применяется при правильном выборе химических реагентов и соблюдении принятой технологии обработки продуктивного коллектора в призабойной зоне.

Имеющиеся источники информации позволяют сформулировать некоторые общие требования к результатам химического воздействия на призабойную зону скважины:

- минимальное воздействие на фильтрационные свойства коллектора и ПЗП, снижение проницаемости не более 15-20%;
- достижение прочностных свойств закрепленного коллектора не менее 1-3 мПа.

В настоящее время происходит поиск новых и усовершенствование существующих методов с целью достижения оптимальных показателей прочностных и фильтрационных свойств.

2.4. Физико-химические методы борьбы

Информация раздела (с. 41-43) скрыта, так как содержит конфиденциальные данные.

2.5. Анализ влияния механических примесей на эксплуатацию скважин П... месторождения

П... нефтяное месторождение находится в центральной части Западно-Сибирской равнины. В административном отношении месторождение расположено в Ханты-Мансийском районе Ханты-Мансийского автономного округа РФ. Считается самым крупным месторождением в России по текущим запасам и уровню добычи нефти. В настоящее время разработку ведет Х.

Основными причинами отказов (осложнений) при эксплуатации УЭЦН на П... месторождении являются:

- Засорение мехпримесями
- Износ рабочих органов
- Влияние газа
- Отложение солей

Очевидно, что износ рабочих органов насосного оборудования происходит из-за абразивного воздействия механических примесей. Отказы из-за влияния газа вызваны: неоптимальным технологическим режимом УЭЦН, в частности, низким давлением на приеме (и, как следствие, высокое газосодержание) из-за неправильного подбора оборудования; неправильной комплектацией УЭЦН (отсутствие газосепаратора). Отложение солей вызвано в основном несовместимостью пластовых и закачиваемых вод.

Абзацы (с. 44) скрыты, так как содержат конфиденциальные данные.

Для П... месторождения, из скважин которого выносятся не только естественный песок, но и проппант (расклинивающий агент при проведении ГРП), проблема надежности УЭЦН (на скважинах П... месторождения весь действующий добывающий скважин оборудован электроцентробежными насосами) становится особенно актуальной (рисунок 19).

С целью анализа надежности насосной эксплуатации скважин интерес представляют не только причины, по которым скважина нуждается в ремонте, но и время, прошедшее между ремонтами - межремонтный период работы (МРП). Динамика изменения МРП осложненного фонда за 2015-2017 года представлена на рисунке 20.

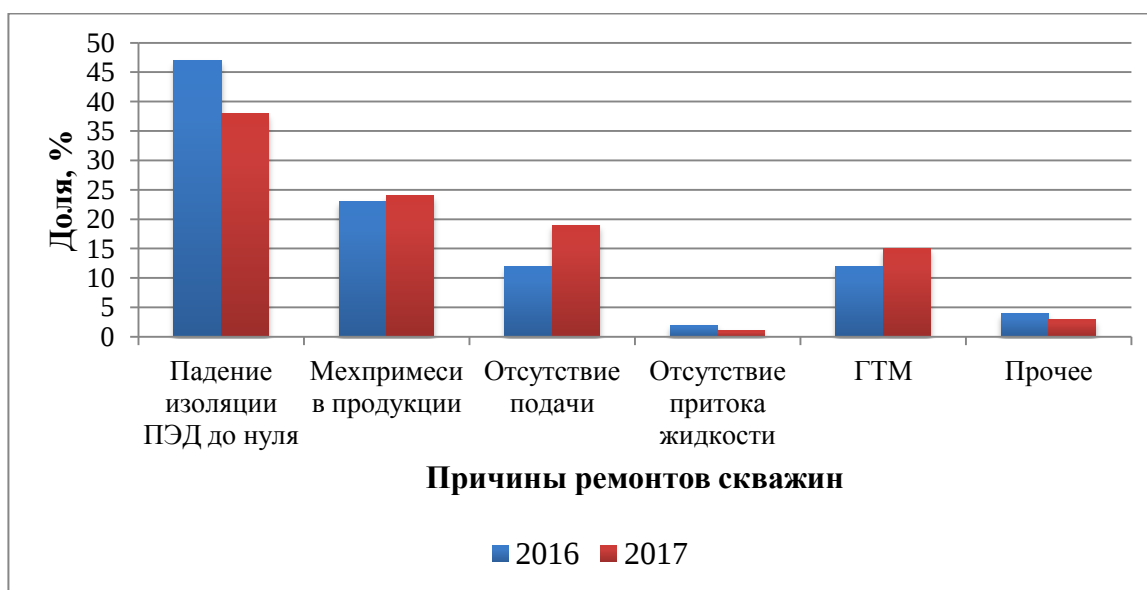


Рисунок 2 – Причины ремонтов скважин на П... месторождении за 2016-2017 гг

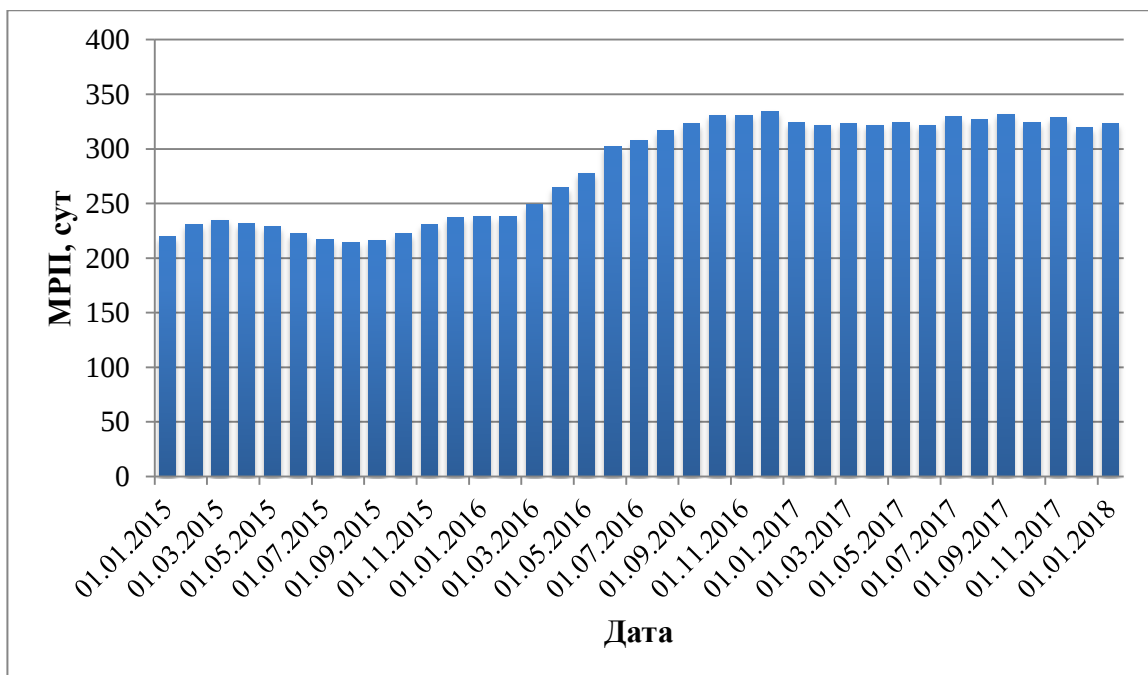


Рисунок 3 – Динамика изменения межремонтного периода установок электроцентробежных насосов за 2015 -2017 гг

Информация абзаца (с. 46) скрыта, так как содержит конфиденциальные данные.

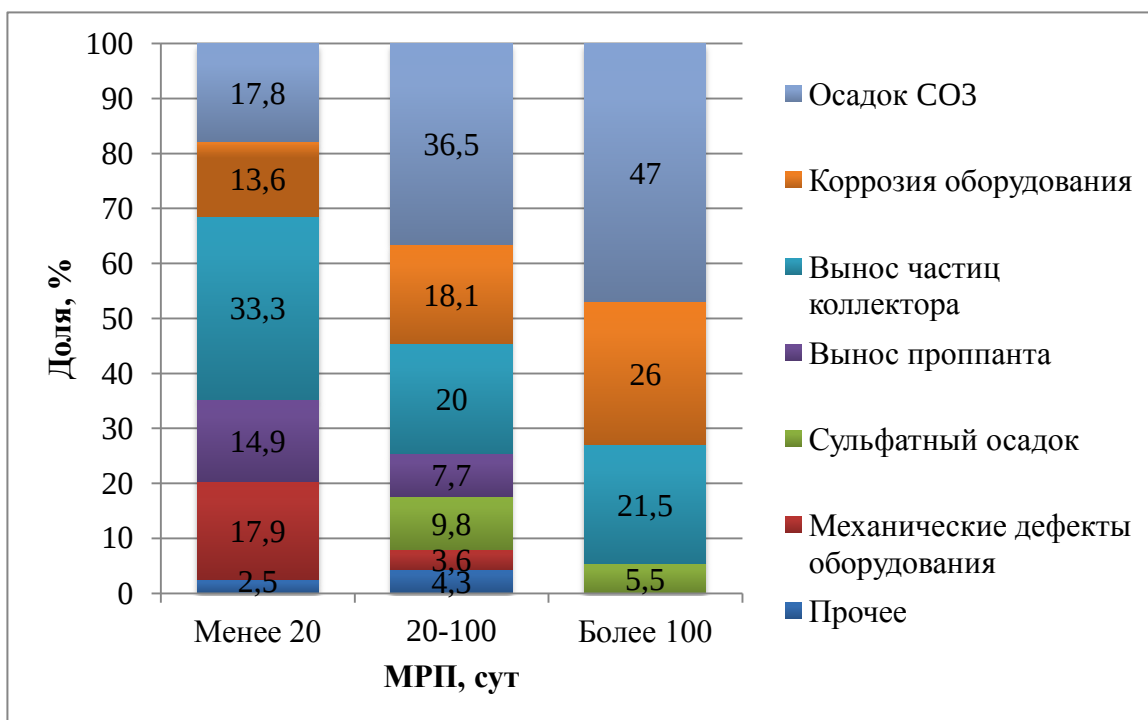


Рисунок 4 – Распределение причин отказов установок электроцентробежных насосов в зависимости от межремонтного периода скважин

В качестве основных методы предупреждения осложнений, связанных с выносом механических примесей рекомендуется:

- очистка жидкости перед приемом насоса при помощи скважинных фильтров;
- комплектация УЭЦН фильтром входного модуля;
- освоение скважин после ГРП комплексом ГНКТ (гибкая труба);
- освоение скважин при помощи установки нагнетания газов (УНГ);
- использование УЭЦН в износостойком исполнении.

Вынос натуральных механических примесей происходит из-за разрушения скелета породы пласта. Размер частиц – от 1 мкм и больше. Вынос продолжителен по времени, всплески наблюдаются при запуске УЭЦН после смены.

Для того, чтобы подобрать фильтр, который будет характеризоваться оптимальными фильтрационными и прочностными свойствами и минимальными экономическими затратами, необходимо знать диапазон КВЧ добываемой продукции, гранулометрический и минералогический состав пород пластов П... месторождения.

На рисунке 22 приведена статистика значений КВЧ в продукции скважин Южной лицензионной территории П... месторождения за период 2016-2017 гг. Максимальные значения соответствуют концентрации 50-75 мг/л. По гистограмме видно, что в 2017 году концентрация КВЧ снизилась по сравнению с 2016, что говорит об эффективности технологий, применяемых для борьбы с негативным влиянием механических примесей на эксплуатируемые скважины.

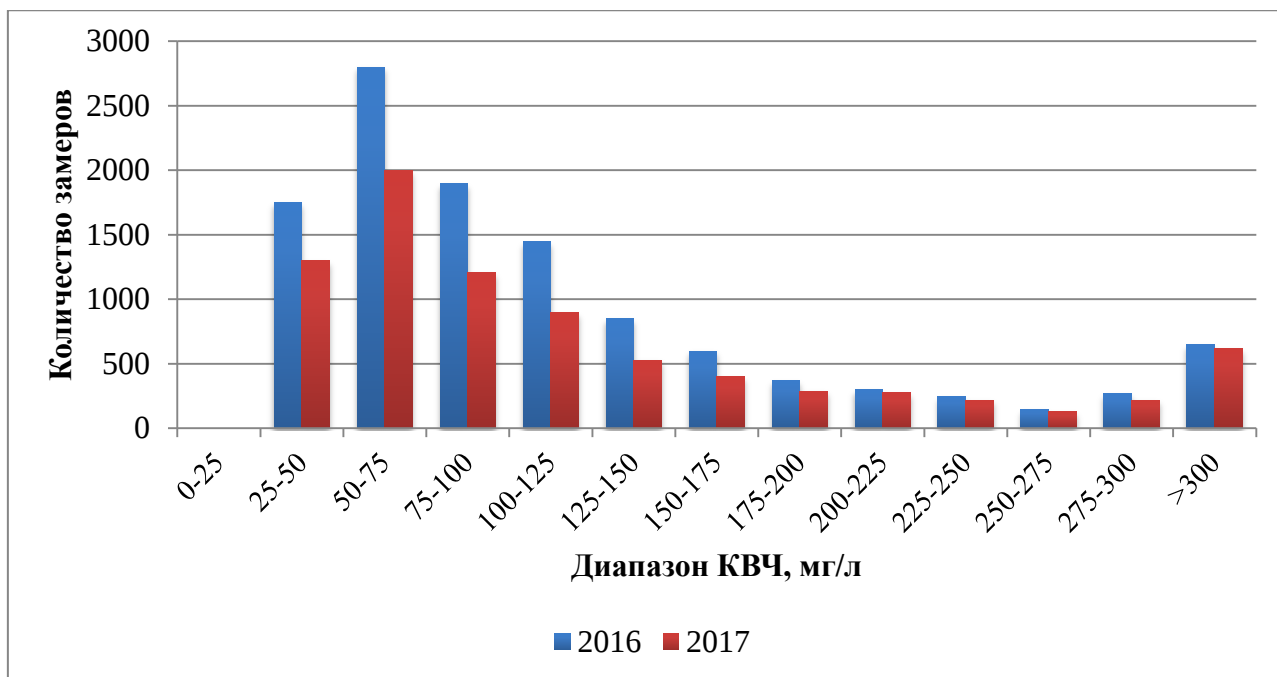


Рисунок 5 – Распределение количества взвешенных частиц в продукции добывающих скважин П... месторождения за 2016-2017 гг

Ширину ячейки фильтра целесообразно выбирать исходя из анализа гранулометрического состава механических примесей (рисунок 23).

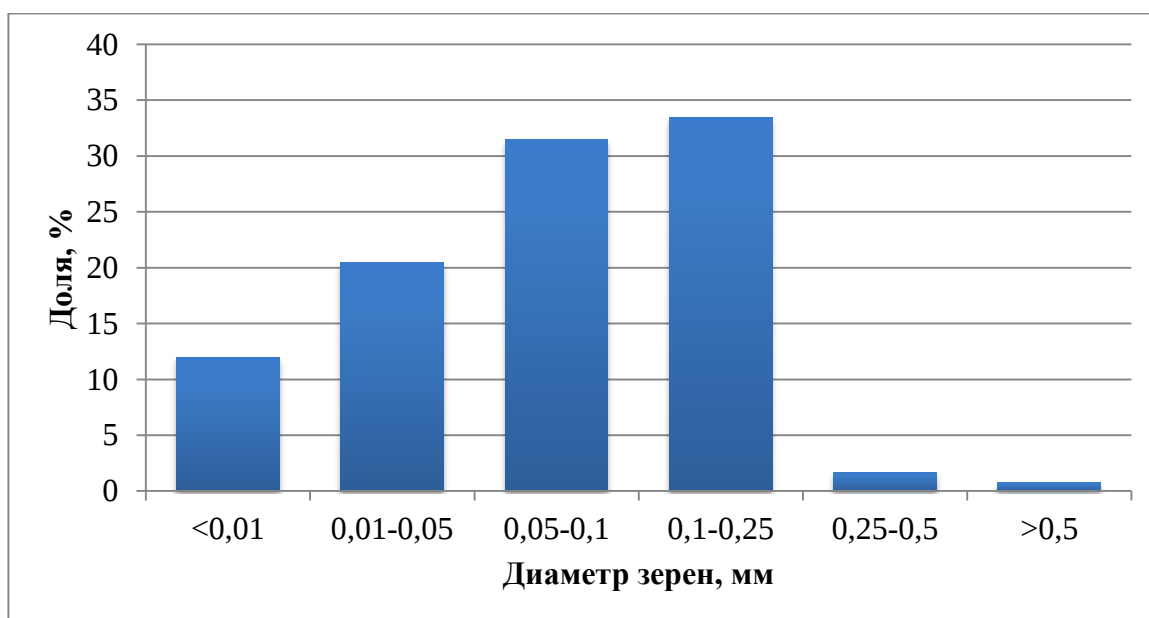


Рисунок 6 – Гранулометрический состав пород пластов П... месторождения

Также при выборе метода борьбы с механическими примесями нужно учитывать технические особенности скважинного оборудования, в условиях

эксплуатации установками ЭЦН таким параметром будет являться типоразмер. Распределение количества УЭЦН по типоразмерам на осложненном фонде представлено на диаграмме рисунка 24.

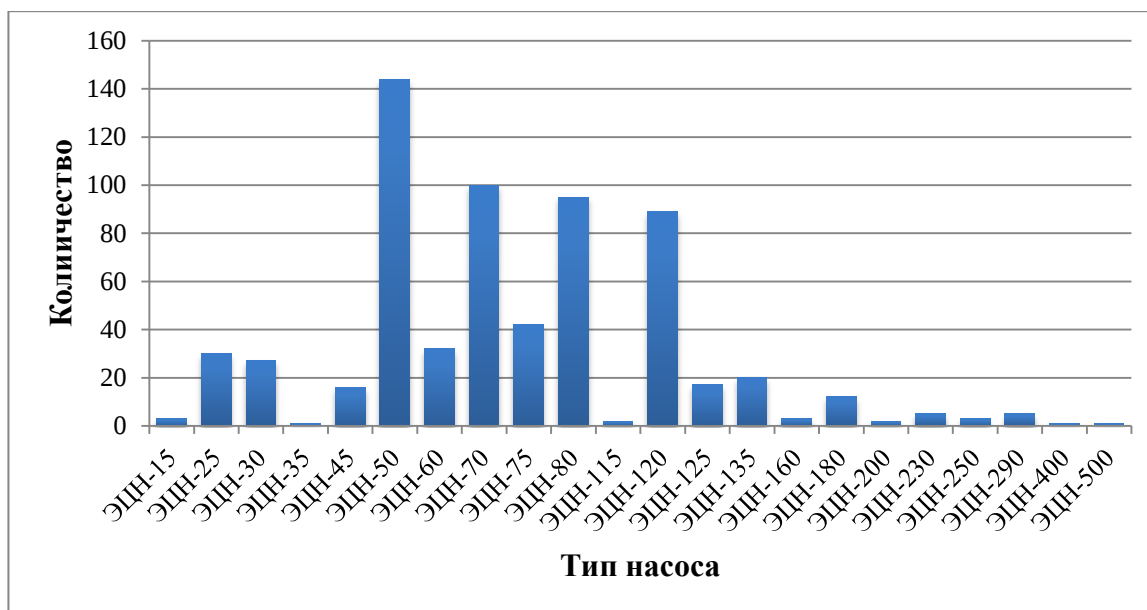


Рисунок 7 – Распределение количества установок электроцентробежных насосов по типоразмерам

Для предотвращения выноса мехпримесей в скважину рекомендуется фильтр скважинный пенометаллический многослойный (СПМФ) производства Новомет (ТУ 3665-011-12058737-2005) (рисунок 25).



Рисунок 8 – Скважинный пенометаллический многослойный фильтр (СПМФ)
Информация (с. 50-51) скрыта, так как содержит конфиденциальные данные.

3. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В общем случае предпочтительно применение методов предупреждения и профилактики образования механических примесей, а не удаление уже существующих пробок, этот подход позволит избежать снижения продуктивности скважины между циклами удаления песчаных отложений.

В качестве профилактики и борьбы с отказами погружного оборудования по механическим примесям существует несколько групп мероприятий – технологические, механические, химические и физико-химические.

К первым относятся ограничение КВЧ в технических жидкостях при бурении и освоении, очистка призабойной зоны и ствола скважины, в том числе с помощью колтубинговой установки (гибкими трубами), промывка ЗУМПФа скважины, контроль за КВЧ в процессе эксплуатации, осуществление плавного пуска и вывода на режим скважин с использованием частотных преобразователей.

К механическим методам принято относить применение фильтров различной конструкции, к химическим и физико-химическим – крепление призабойной зоны пласта химическими композициями и проведение малотоннажного гидроразрыва с закачкой крупнозернистого песка или проппанта в пласт, с последующим термическим или химическим закреплением.

На данный момент мероприятия по борьбе с механическими примесями проводятся на всей территории П... месторождения. Особенностью эксплуатации скважин данного месторождения является то, что в качестве механических выносятся не только естественный песок, но и проппант (расклинивающий агент при проведении ГРП), проблема надежности УЭЦН (на скважинах П... месторождения весь действующий добывающий скважин оборудован электроцентробежными насосами) становится особенно актуальной.

В качестве рекомендаций по борьбе с выносом механических примесей из пласта предлагаются следующие мероприятия:

- очистка жидкости перед приемом насоса при помощи скважинных фильтров;
- комплектация УЭЦН фильтром входного модуля;
- освоение скважин после ГРП комплексом ГНКТ;
- использование УЭЦН в износостойком исполнении.

Но все же наиболее эффективным является применение комплексной технологии по оборудованию скважин фильтрами, укреплению ПЗП, проведению капитального ремонта в комплексе с ограничением водопритокков, контроль за КВЧ в процессе эксплуатации, вывод скважины на оптимальный режим с учетом комплексного влияния всех действующих факторов и др., при этом все технологические операции должны рассматриваться как единое целое, а не отдельные технические решения [9].

Общая результативность борьбы с вредным влиянием механических примесей увеличивается именно при комплексном использовании существующих методов. Конечно, одним из главных критериев, определяющих целесообразность применения того или иного метода помимо технологической эффективности, является его экономическая эффективность [16].

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б4Г	Федорову Денису Олеговичу

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Нефтегазовое дело (21.03.01)

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет годовой экономической эффективности методов борьбы с механическими примесями
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Нормы амортизации, страховые взносы, районный коэффициент

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведены расчеты материальных затрат, затрат на оплату труда, страховых отчислений, амортизационных отчислений, прибыли от продажи нефти, прибыли за счет сокращения количества ремонтов, индекса доходности
2. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономической эффективности мероприятий по борьбе с механическими примесями.

Перечень графического материала

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б4Г	Федоров Денис Олегович		

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1. Экономическая эффективность внедрения методов борьбы с механическими примесями

На П... месторождении активно применяются методы борьбы с механическими примесями при эксплуатации скважин. Наибольшее распространение получили такие методы, как установка фильтров различных конструкций, контроль за выносом механических примесей во время вывода скважины на режим и в процессе эксплуатации, ограничение водопритоков к добывающим скважинам.

В настоящее время на месторождениях Западной Сибири все более широкое применение находят химические и физико-химические методы борьбы с механическими примесями. Рассмотрим экономическую эффективность их внедрения на П... месторождении. В качестве химического метода возьмём закачку предполимерного уретана, т.к. у него наиболее высокие технологические показатели эффективности, а в качестве физико-химического – закачку песчано-цементной смеси в пласт под давлением гидроразрыва.

Расчёт экономической эффективности производится на основе стоимости проведения необходимых мероприятий и увеличения дохода от реализации дополнительно добытой нефти за счёт увеличения межремонтного периода скважинного оборудования.

Работы по креплению пласта уретановым предполимером и цементно-песчаной смесью производятся бригадой по капитальному ремонту скважин (КРС), состоящей из трех человек – бурильщика КРС 5-6 разряда (или оператора по подземному ремонту скважин), помощника бурильщика 4-го разряда, а также машиниста подъемника или установки дозирования реагента (УДР) 5-6 разряда. Транспортировка рабочих жидкостей происходит с помощью специальной техники, закачка – специализированными насосными агрегатами.

Для расчётов возьмем среднестатистическую скважину со среденесуточным дебитом $Q_c = 20$ т/сут, межремонтным периодом 1,5 месяца, и коэффициентом эксплуатации $K_z = 0,9$. Расчёты осуществляются для одного полного календарного года.

Расчёт сметной стоимости работ

Экономические затраты на проведение данных технологических операций называются себестоимостью.

Основу сметного расчёта составляют затраты на материальные ресурсы, затраты на оплату труда и страховые взносы, амортизацию основных фондов.

В зависимости от применяемой технологии используются различные химические реагенты. Химические реагенты, техническая вода и затраченная на проведение работ электроэнергия и будут являться исходными ресурсами для проведения технологического процесса по креплению скважины. Стоимость данных материалов указана в таблице 3 (техническая вода используется из системы ППД).

Таблица 2 – Расчет стоимости материалов на проведение работ

Наименование материала, единица измерения	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./ нат. ед.	Стоимость материалов, руб.
Уретановый предполимер	300 кг	290 руб/кг	87000
Электроэнергия	94 кВт/ч	2,9	23988,8
ИТОГО			110988,8
Цемент (сухой)	80 кг	5900 руб/т	472
Песок	150 кг	2000 руб/т	300
Техническая вода	30 м ³	0	0
Электроэнергия	94 кВт/ч	2,9	23988,8
ИТОГО			24760,8

Расходы на оплату труда складываются из нескольких показателей: тарифной стоимости труда, премиальных начислений и районного коэффициента. 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 4.

Таблица 3 – Затраты на оплату труда

Должность	Месячная тарифная ставка, руб.	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Премия	Районный коэффициент, руб.	Надбавка за вахтовый метод работы, руб.	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Машинист УДР	16120	48,8	88	19,52	34,16	7,808	9705,3
Бурильщик КРС	19437	58,9	88	23,56	41,23	9,424	11714,0
Помощник бурильщика	15180	46,0	88	18,4	32,2	7,36	9148,5
ИТОГО							30567,8

Зная часовую процентную ставку и рассчитав от неё все надбавки, можно вычислить стоимость бригады в час, она составит 347,4 рубля, а при учёте ежемесячной нормы выработки в 330 часов, стоимость бригады составит 114629,3 рублей.

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 5).

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 4 – Расчет страховых взносов при проведении работ бригадой КРС

	Заработная плата, руб.	ФСС (2,9%)	ФОМС (5,1%)	ПФР РФ (20%)	Страхование от несчастных случаев (0,4%)	Всего, руб.
--	------------------------	------------	-------------	--------------	--	-------------

Затраты	30567,8	886,5	1559,0	6724,9	122,3	9292,7
---------	---------	-------	--------	--------	-------	---------------

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 за работой установки, минимизирует участие обслуживающего персонала в технологическом процессе, улучшает качество приготовленных растворов при этом не допускает перерасхода химических реагентов.

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 6.

Таблица 5 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта	Балансовая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, руб./закачку
УДР-32М	4 050 000	10	4068,5
ИТОГО			4068,5

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение мероприятий по закачке уретанового предполимера и цементно-песчаной смеси, которая представлена в таблице 7.

Таблица 6 – Затраты на проведение мероприятий по креплению скважины

Состав затрат	Уретановый предполимер, руб	Цементно-песчаная смесь, руб
1. Материальные затраты	110988,8	24760,8
2. Затраты на оплату труда	30567,8	30567,8
3. Страховые взносы	9292,7	9292,7
4. Амортизационные отчисления	4068,5	4068,5
ИТОГО ОСНОВНЫЕ РАСХОДЫ	154917,8	68689,8

Таким образом общая сумма затрат на мероприятие по закачке уретанового предполимера составит 154 917,8 рублей, а на закачку цементно-песчаной смеси 68 689,8 рублей, что в 2,3 раза меньше в сравнении с химической технологией.

Затраты на ремонт

Затраты на ремонт до проведения работ рассчитаем соотношением

$$З_p = N_p * Ц_p = 12 * 50000 = 600000 \text{ руб}, \quad (1)$$

где N_p – количество ремонтов в год;

$Ц_p$ – цена одного ремонта, составляет приблизительно 50000 рублей.

Закачка уретанового предполимера даёт увеличение межремонтного периода в 3 раза. Следовательно, количество ремонтов в год N_p после применения технологии снизится до 4. Значит затраты на ремонт можно рассчитать следующим образом:

$$З_{p1} = N_p * Ц_p = 4 * 50000 = 200000 \text{ руб}. \quad (2)$$

Для цементно-песчаной смеси межремонтный период увеличивается в 2 раза, значит количество ремонтов в год составит 6. Затраты на ремонт будут равны:

$$З_{p2} = 6 * 50000 = 300000 \text{ руб}. \quad (3)$$

Прибыль от продажи нефти

Рассчитаем годовой дебит скважины Q_2 :

$$Q_{\Gamma} = Q_c * 365 * K_{\text{э}} = 20 * 365 * 0,9 = 6570 \text{ тонн/год} \quad (4)$$

Стоимость одной тонны нефти C (с учетом НДС) равна 17500 рублей. Значит доход от продажи нефти за год D составит:

$$D = C * Q_{\Gamma} = 17500 * 6570 = 114975000 \text{ руб.} \quad (5)$$

до проведения работ:

$$D_0 = D - Z_p = 114975000 - 600000 = 114375000 \text{ руб.} \quad (6)$$

После закачки уретанового предполимера:

$$D_1 = D - Z_{p1} = 114975000 - 200000 = 114775000 \text{ руб.} \quad (7)$$

После закачки цементно-песчаной смеси

$$D_2 = D - Z_{p2} = 114975000 - 300000 = 114675000 \text{ руб.} \quad (8)$$

Налог на прибыль равен 20% и составит:

До проведения работ:

$$H_{\text{пр}0} = D_0 * 20\% / 100\% = 22875000 \text{ руб.} \quad (9)$$

Для уретанового предполимера:

$$H_{\text{пр}1} = D_1 * 20\% / 100\% = 22955000 \text{ руб.} \quad (10)$$

Для цементно-песчаной смеси:

$$H_{\text{пр}2} = D_2 * 20\% / 100\% = 22935000 \text{ руб.} \quad (11)$$

Прирост прибыли за счёт снижения количества ремонтов

Для уретанового предполимера:

$$\Delta P_1 = (D_1 - H_{\text{пр}1}) - (D_0 - H_{\text{пр}0}) - Z_1 = (114775000 - 22955000) - (114375000 - 22875000) - 154917,8 = 165082,2 \text{ руб.} \quad (12)$$

Для цементно-песчаной смеси:

$$\Delta P_2 = (D_2 - H_{\text{пр}2}) - (D_0 - H_{\text{пр}0}) - Z_2 = (114675000 - 22935000) - (114375000 - 22875000) - 68689,8 = 171310,2 \text{ руб.} \quad (13)$$

Индекс доходности **ИД** от реализации данных операций рассчитывается по формуле:

Для уретанового предполимера:

$$ИД_1 = \frac{\Delta P_1}{Z_1} = \frac{165082,2}{154917,8} = 1,07 \text{ руб/руб} \quad (14)$$

Для цементно-песчаной смеси:

$$ИД_2 = \frac{\Delta\Pi_2}{З_2} = \frac{171310,2}{68689,8} = 2,49 \text{ руб/руб} \quad (15)$$

На основании проведённых расчётов можно сделать вывод, что применение цементно-песчаной смеси для крепления призабойной зоны пласта более эффективно по сравнению с закачкой уретанового предполимера. Несмотря на то, что прирост прибыли за год после проведения данных работ практически не отличается, индекс доходности цементно-песчаной смесью значительно выше, т.к. затраты на его реализацию значительно меньше.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б4Г	Федорову Денису Олеговичу

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Нефтегазовое дело (21.03.01)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объект исследования – кустовые площадки П... месторождения (ХМАО).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	Рассмотрение источников опасных и вредных факторов: 1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе; 2. Превышение уровней шума и вибрации; 3. Недостаточная освещенность; 4. Повышенная запыленность рабочей зоны. 5. Электрический ток; 6. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 7. Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением); 8. Пожаро- и взрывобезопасность.
2. Экологическая безопасность	Оценка и анализ воздействия работ по борьбе с механическими примесями на гидросферу, атмосферу и литосферу. Комплекс мер по охране окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Оценка возможных чрезвычайных

	ситуаций. Описание наиболее вероятной ЧС – взрыва, его источников, комплекса мер по обеспечению безопасности.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Особенности регулирования труда лиц, работающих вахтовым методом.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б4Г	Федоров Денис Олегович		

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Одним из основных факторов осложняющих эксплуатацию скважин является содержание механических примесей в пластовом флюиде. Методы борьбы с механическими примесями в настоящее время широко используются на месторождениях различных нефтегазоносных провинций. Работы проводятся на открытых кустовых площадках П... месторождения, которое расположено в центральной части Западно-Сибирской равнины. В административном отношении месторождение находится в Ханты-Мансийском автономном округе РФ.

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 заводнению ведутся круглогодично бригадой по капитальному ремонту скважин (КРС).

5.1. Производственная безопасность при выполнении работ на кустовой площадке

Работы производит оператор по подземному ремонту скважин. Его рабочее место состоит из скважин, кустовой площадки, блоков автоматики.

Основные виды работ, выполняемые оператором по подземному ремонту скважин:

- смена запарафиненных труб, глубинных насосов, оборудования раздельной эксплуатации, газлифтных клапанов;
- изменение погружения глубинных насосов, ликвидация обрывов, отворотов штанг, ловильные работы по извлечению инструмента и проволоки;
- разборка и чистка газовых и песочных якорей;
- промывка, чистка скважин от песчаных пробок, глинистого раствора;

- ликвидация гидратных пробок в стволе скважин, очистка эксплуатационной колонны и насосно-компрессорных труб от парафина, отложений солей и смол;
- осуществление профилактического ухода за оборудованием и инструментом, индикатором веса.

Работник подвержен вредному воздействию, находясь на территории производственного объекта, которое классифицируется согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [17] (таблица 8).

Таблица 7 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ на кустовых площадках

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) обследование элементов конструкций на целостность и отсутствие видимых повреждений; 2) монтаж, демонтаж оборудования; 3) обеспечение санитарного порядка на территории объектов; 4) работа с оборудованием, работающим под высоким давлением; 5) работа в темное время суток.	1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе; 2. Превышение уровней шума и вибрации; 3. Недостаточная освещенность; 4. Повышенная запыленность рабочей зоны.	1. Электрический ток; 2. Движущиеся машины и механизмы производственно го оборудования; 3. Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением); 4. Пожаро- и взрывобезопасность.	Требования безопасности к уровню шума: ГОСТ 12.1.003-83 (1999); Требования безопасности к уровню вибрации: ГОСТ 12.1.012-90; Защитное заземление, зануление: ГОСТ 12.1.030-81; Естественное и искусственное освещение: СП 52.13330.2011; Оборудование производственное. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ; Оборудование производственное. Ограждения защитные: ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ.

5.1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Отклонение показателей климата на открытом воздухе. Отклонение показателей климата может привести к ухудшению общего самочувствия рабочего. Нормирование параметров на открытых площадках не производится, но определяются конкретные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия их на организм рабочего. При отклонении показателей климата на открытом воздухе, рабочие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, которые предусмотрены отраслевыми нормами и соответствуют времени года.

Коллективная защита может быть обеспечена путём рационального размещения технологического оборудования, рационализации режимов труда и отдыха, применения теплоизоляции оборудования, автоматизации и дистанционного управления технологическими процессами.

При определенной температуре воздуха и скорости ветра в холодное время работы приостанавливаются (таблица 9).

Таблица 8 – 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

Превышение уровней шума. В непосредственной близости от рабочего места оператора ППД могут находиться машины КРС (капитальный ремонт скважин) либо агрегаты для ОПЗ (очистки призабойной зоны), которые создают уровень звука, не превышающий допустимый согласно ГОСТ 12.1.003-83 (1999) [18]. Норма на открытой местности составляет 80 дБ, а значение уровня звука на рабочем месте составляет 40-45 дБ. Доставка рабочих на месторождения осуществляется путем перелета на вертолетах, который создают уровень шума 95-100 дБ, превышающий допустимый. Согласно СП

51.13330.2011 (Защита от шума) мероприятия для устранения уровня шума: наушники и противозумные вкладыши [19].

Превышение уровня вибрации. Согласно ГОСТ 12.1.012-90 [20] технологическая норма уровня виброскорости составляет 92 дБ, при частоте в 63 Гц. Уровень вибрации на рабочем месте оператора ППД составляет около 30 дБ, что не превышает норму. Данная вибрация обусловлена работой двигателя, поднимающего скребок из скважины. Мероприятия по защите от вибрации: использование резиновых перчаток и резиновых прокладок в блоке установки двигателя.

Недостаточная освещённость рабочей зоны. При работе в темное время суток объект должен быть освещен, во избежание травматизма. Для освещения кустовых площадок используются прожекторы, подвешенные на определённой высоте, что необходимо для избегания их слепящего воздействия. Норма освещенности не ниже 10 люксов (СП 52.13330.2011) [21]. Мероприятия по улучшению освещенности не требуются.

Повышенная запыленность рабочей зоны. В процессе производственных операций по креплению призабойной зоны пласта для повышения эффективности эксплуатации скважин при пескопроявлении рабочие могут подвергаться воздействию вредных газов, выделяемых различными транспортными средствами, которые также поднимают в воздух большое количество пыли, негативно влияющей на организм работника.

В случае превышения запыленности и загазованности рабочей зоны необходимо проводить мероприятия по предупреждению их воздействия на организм работника. К таким мероприятиям можно отнести герметизацию оборудования, контроль воздушной среды рабочей зоны, и средства индивидуальной защиты: фильтрующие противогазы, защитные маски, респираторы.

5.1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Электрический ток. Все нефтегазовые комплексы полностью электрифицированы, поэтому рабочие постоянно сталкиваются с приборами и оборудованием, находящимся под напряжением. Поэтому работник должен уметь пользоваться такими приборами, знать их основное устройство, принцип работы. 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. При этом повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, может стать причиной летального исхода. 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» [22].

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 12.1.019-2009).

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 [23].

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.

Механические травмы могут возникать при монтаже, демонтаже оборудования, при спуско-подъемных 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 [25] 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 [24].

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.

Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением). Оборудование, в котором давление газа или жидкости превышает атмосферное, принято называть сосудами, работающими под давлением.

Любые сосуды, работающие под давлением, всегда представляют собой потенциальную опасность, которая при определенных условиях может повлечь тяжелые последствия. Для предупреждения подобных ситуаций разработаны Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утверждённые Приказом Ростехнадзора №116 от 25.03.2014 г.

Причинами разгерметизации могут являться различные дефекты (трещины, вмятины, дефекты сварки и др.), возникшие при изготовлении, хранении и транспортировке сосудов, работающих под давлением. Для своевременного обнаружения этих дефектов применяют различные методы контроля: внешний осмотр сосудов и аппаратов, работающих под давлением, гидравлические испытания сосудов, механические испытания материалов, из которых изготовлены сосуды, и др.

Пожаробезопасность

Нефтегазовые промыслы особенно подвержены возникновению пожаров и опасных взрывов. Чтобы избежать опасных ситуаций территория нефтегазового комплекса должна быть всегда в чистоте и порядке,

легковоспламеняющиеся предметы должны храниться в изоляции, бытовой мусор должен утилизироваться, не допускается хранение нефти и нефтепродуктов в открытом виде, в ямах и открытых резервуарах.

Для предупреждения пожаров все нефтегазопромысловые объекты должны быть оборудованы системами пожарной безопасности, современными автоматическими средствами сигнализации, автоматическими стационарными системами тушения пожаров, первичными средствами пожаротушения. Данные правила безопасности регламентируются согласно [25]. Тип, количество и размещение средств тушения пожаров определяют по нормам, приведенным в [26].

При небольших возгораниях первичные средства пожаротушения такие как пожарные стволы, действующие от внутреннего пожарного трубопровода, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла и др. При крупных возгораниях применяют стационарные установки пожаротушения, в которых все элементы смонтированы и постоянно находятся в готовности к действию. Они могут быть автоматическими или дистанционными (приводятся в действие людьми).

5.2. Экологическая безопасность

Мероприятия по борьбе с механическими примесями 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.

Загрязнение гидросферы

Вторичное вскрытие пласта скважин при определенных условиях может сопровождаться: загрязнением водотоков, поверхностных водоемов, подземных вод грунтов, почв химическими реагентами, горюче-смазочными материалами (ГСМ), пластовыми флюидами; хозяйственно-бытовыми жидкими и твердыми отходами; перетоками в заколонном пространстве из-за нарушения целостности обсадной колонны; продуктами утечек скважины.

Особое отрицательное воздействие на химический состав водоемов при эксплуатации объектов нефтедобычи оказывают разливы нефти и вод с высокой минерализацией. При попадании нефти в водоемы на поверхности воды образуется пленка, препятствующая воздушному обмену.

Загрязнение атмосферы

Большая часть выбросов на нефтегазовых промыслах, порядка 70-75%, приходится на атмосферу. При добыче нефти от кустовых площадок выделяются загрязняющие вещества (ЗВ), которые складываются из выбросов через неплотности фланцевых соединений, запорно-регулирующей арматуры скважин и замерной установки (ЗУ), а также сальниковых уплотнений.

Для предотвращения неконтролируемых выбросов в атмосферу проводят полную герметизацию оборудования для сбора и транспортировки нефти и газа, осуществляют контроль швов сварных соединений трубопроводов, проводят защиту оборудования от коррозии, утилизируют попутный газ.

Чистота атмосферного воздуха обеспечивается путем сокращения абсолютных выбросов газов и обезвреживанием выбросов, содержащих вредные вещества при помощи фильтров и рассеиванием в высоких трубах.

Загрязнение литосферы

Бурение скважин, обустройство нефтегазовых месторождений, сооружение подземных хранилищ приводит к изменениям почвенной среды и ландшафта.

При освоении и прокладки новых дорог, соединяющих технологические комплексы месторождений, обустройство новых трубопроводов и другие организационные работы оказывают влияние на поверхностный слой почвы, заставляя его разрушаться под колесами и гусеницами автотранспорта, под весом колон труб и высоких буровых мачт, а также другой строительной техники и оборудования.

Во время проведения технологических операций с химическими агентами, велика вероятность попадания оных не только в продуктивные

пропластки, но и за его пределы, путём перетоков, или неплотной кровли пропластка, что, в свою очередь приводит к изменению физико-химических свойств почвы, и оказывает на неё негативное воздействие.

Для почв предусмотрены предельно-допустимые значения концентраций вредных химических соединений, основные из которых представлены в таблице 10.

Таблица 9 – Предельно допустимые концентрации вредных химических веществ в почве [27]

Вещество	ПДК, мг/кг	Показатель вредности
Бензин	0,1	Воздушно-миграционный
Диметилбензолы	0,3	Транслокационный
Сероводород	0,4	Воздушно-миграционный
Серная кислота	160	Общесанитарный
Этенилбензол	0,1	Воздушно-миграционный

Планирование экологической защиты литосферы начинается на стадии проектирования строительства нефтегазового комплекса согласно [28].

5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В основе аварий могут лежать как технические причины, так и человеческий фактор, а также могут быть следствием экологических и стихийных факторов. На нефтегазовых промыслах из всех чрезвычайных ситуаций наиболее вероятны и опасны пожары и взрывы. Причиной возникновения пожара может открытый огонь, искра, трение, удары, перегревы деталей механизмов, неисправностей в электроснабжении.

Чтобы не допустить пожароопасной ситуации все объекты на промысле должны быть правильно расположены относительно друг друга: от устья скважины до общественных зданий расстояние должно быть не менее 500 м, до насосных станций и резервуаров от 40 м, до газокompрессорной станции – 60 м. Всё электрооборудование на промысле должно проходить своевременную проверку, работать с ним должны только специально обученные люди и персонал, прошедший инструктаж. Все установки на промысле должны быть

снабжены системами противопожарной сигнализации и противопожарной автоматикой [29].

В случае возникновения открытого огня необходимо его ликвидировать средствами первичного пожаротушения: огнетушителями, струёй воды, изоляцией огня от кислорода и т.д. Если тушение открытого огня не представляется возможным, в связи с его площадью и интенсивностью, необходима срочная эвакуация рабочего персонала по заранее разработанному плану действий согласно [30], который включает в себя стратегию эвакуации рабочих и пункт сбора, систему оповещений и радио- и телефонной связи, укрытие рабочего персонала в специальные помещения, предназначенные для защиты в случае таких ситуаций, использование СИЗ в случае необходимости, оказание медицинской помощи пострадавшим, организация аварийно-спасательных работ в зонах ЧС.

Чтобы снизить вероятность возникновения ЧС необходим комплекс по предупреждению подобных ситуаций. К нему можно отнести - повышение надежности технологического оборудования, совершенствование рабочих процессов, своевременное обновление используемых материалов, агрегатов и установок, применение высококачественного сырья и материалов, участие в работах высококвалифицированного персонала.

5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работы по заводнению проводятся лицами, работающими вахтовым методом. Данный вид работ регулируется Трудовым Кодексом РФ [31]. Вахтовый метод - особая форма осуществления трудового процесса вне места постоянного проживания работников, когда не может быть обеспечено ежедневное их возвращение к месту постоянного проживания.

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.

Вахтой считается общий период, включающий время выполнения работ на объекте и время междусменного отдыха. Продолжительность вахты не должна превышать одного месяца. Рабочее время и время отдыха в пределах учетного периода регламентируются графиком работы на вахте, который утверждается работодателем.

Работникам, выполняющим работы вахтовым методом, предоставляются надбавки и коэффициенты к заработной плате, а также социальные пакеты (пенсионный фонд, медицинская страховка, оплата санаторного лечения, оплата путевок в детские лагеря и др.).

Оператор добычи ежедневно контактирует с нефтегазовым оборудованием, которое должно отвечать требованиям надёжности и безопасности. Конструкция оборудования должна содержать защитные средства, и обеспечивать удобное выполнение трудовых обязанностей оператора для того, чтобы обеспечить устранение или снижение опасных и вредных факторов до соответствующих значений. Рабочая область должна соответствовать требованиям [32], которые учитывают удобное выполнение работ в положении сидя или стоя или в обоих положениях.

Компоновка рабочей зоны должна быть спроектирована для удобного выполнения трудовых обязанностей оператора. Так как основная рабочая зона оператора - это кустовая площадка, то расположение объектов на ней должно соответствовать утверждённой принципиальной схеме, разработанной с учётом особенностей производственных условий и удобства работы с оборудованием, входящим в неё.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были рассмотрены и проанализированы различные современные технологии по борьбе с негативным влиянием механических примесей на эксплуатацию скважин. Разобран подход к прогнозированию пескопроявления добывающих скважин.

Проведен анализ влияния механических примесей на эксплуатацию скважин П... месторождения. По итогу которого необходимо отметить, что наличие механических примесей в продукции механизированных скважин П... месторождения, осложняющих их эксплуатацию, является актуальной проблемой. Она может быть решена только с помощью комплекса мер, направленных как на эмпирический поиск оптимального с точки зрения КВЧ режима работы скважин, так и на проведение исследовательских работ по разрушению горных пород (проппантной пачки в стимулированных скважинах) и изучение механизма выноса твердых частиц на забой скважины.

Также был определен годовой экономический эффект от внедрения на месторождении новых методов борьбы с механическими примесями. Годовой прирост прибыли от применения уретанового предполимера составил 165082,2 рубля, от применения цементно-песчаной смеси 171310,2 рубля при индексе доходности 1,07 руб/руб и 2,49 руб/руб соответственно. Таким образом можно сделать вывод, что применение цементно-песчаной смеси для крепления призабойной зоны пласта более эффективно по сравнению с закачкой уретанового предполимера.

Рассмотрены меры производственной безопасности при выполнении работ на кустовой площадке, и в рамках этого вопроса проанализированы вредные и опасные производственные факторы и рекомендованы мероприятия по их устранению.

Источники информации:

1. Булчаев, Н.Д. Совершенствование методов защиты электроцентробежных насосов в пескопроявляющих скважинах водозабора нефтяных месторождений: дисс. ... канд. техн. наук. - 2011.
2. Мерзляков, В.Ф. Обоснование и совершенствование технологий разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами / В.Ф. Мерзляков. – М., 2003. - 267с.
3. Незасорная эксплуатация: Борьба с механическими примесями при механизированной добыче нефти // Редакция журнала «Инженерная практика». Инженерная практика, 2010. № 4. С. 44–55.
4. Бахтизин Р.Н. Особенности добычи нефти с высоким содержанием механических примесей // Р.Н. Бахтизин, Р.Н. Смольников. Нефтегазовое дело, 2012. №5. С.159-170.
5. Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Сабиров А.А., Каштанов В.С., Пекин С.С. Оборудование для добычи нефти и газа: в 2 ч. - М.: ГУН из-во «Нефть и газ» ГРУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2002.
6. Шмидт А.А. Повышение эффективности эксплуатации скважин осложненных содержанием мехпримесей в продукции: дис ... канд. техн. наук: 25.00.17. – Уфа, 2007. – 107 с.
7. Глубинно-насосный способ добычи нефти // Библиофонд [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=579179> (дата обращения: 28.05.2019).
8. Тананыхин Д.С., Максютин А.В., Султанова Д.А. Анализ моделей прогнозирования пескопроявления при эксплуатации слабосцементированных коллекторов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 7.
9. Клещенко И.И. Теория и практика ремонтно-изоляционных работ в нефтяных и газовых скважинах/ Учебное пособие / И.И Клещенко, Г.П. Зозуля, А.К. Ягафаров. Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ. 2010 – 344 с.

10. Лыкова Н.А. Оборудование для работы УЭЦН в условиях интенсивного выноса механических примесей // Инженерная практика. 2017 № 3 С. 58 – 62.
11. Колмаков Е.А. Обзор конструкций фильтров в составе погружных электро-центробежных насосов при добыче нефти/ Е.А. Колмаков, И.В. Кондрашов, И.В. Зеньков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2016 – № 1 – С. 150 – 155.
12. Камалетдинов Р.С. Обзор существующих методов борьбы с мехпримесями// Инженерная практика. 2010 № 2 С. 6 – 13.
13. Газизов А.Ш., Газизов А.А., Смирнов С.Р. Повышение эффективности разработки нефтяных месторождений на основе ограничения непроизводительной фильтрации закачиваемых и пластовых вод по промытым зонам пласта. // Нефтепромысловое дело. – 2000. – № 7. – с. 2 -10.
14. Михайлов А.Г. Комплексная защита скважинного оборудования при пескопроявлении в ООО «РН-Пурнефтегаз» / А.Г. Михайлов, В.А. Волгин, Р.А. Ягудин, В.А. Стрижнев, В.В. Рагулин // Территория нефтегаз. 2010 № 12 С. 84 – 89.
15. Бренда Бакурадзе. Химический метод ликвидации пескопроявления (коксование) // Банк технологий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://бт.риэнм.рф/> 15.02.2018/ (дата обращения: 28.05.2019).
16. Мамаев В.Н. Предотвращение выноса песка из добывающих скважин / В.Н. Мамаев, А.Р. Мавзютов, А.Р. Эпштейн, Я.Р. Сафаров /Экспозиция нефть газ. 2015. №5 (44). С.29-31.
17. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
18. ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. Стандартиформ, 1999. – 25 с.
19. СП 51.13330.2011. Защита от шума.

20. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. Стандартинформ, 1990. – 20 с.
21. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
22. ГОСТ 12.1.030-81 «Защитное заземление. Зануление».
23. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
24. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
25. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»;
26. СП 5.13130.2009 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»;
27. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы»;
28. СНиП 11-01-95 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений»;
29. НПБ 88-2001 «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования»;
30. ГОСТ Р 22.3.03-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения»;
31. Трудовой Кодекс – ТК РФ – Глава 47. Особенности регулирования труда лиц, работающих вахтовым методом.
32. ГОСТ 12.2.049-80 «Оборудование производственное. Общие эргономические требования».