

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа: Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки: 21.03.01 Нефтегазовое дело  
Отделение школы: нефтегазового дела

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Подбор оборудования для эксплуатации скважин в условиях активного выноса механических примесей на нефтяных месторождениях Западной Сибири</b> |

УДК 622.276.05:665.6-021.467(571.1)

Студент

| Группа  | ФИО                   | Подпись | Дата       |
|---------|-----------------------|---------|------------|
| 3-2Б7Г2 | Голев Алексей Юрьевич |         | 21.06.2022 |

Руководитель ВКР

| Должность             | ФИО                          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------------------|------------------------------|------------------------|---------|------------|
| Старший преподаватель | Курганова Елена Владимировна | -                      |         | 22.06.2022 |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО                       | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|---------------------------|------------------------|---------|------------|
| Профессор | Гасанов Магеррам Али оглы | д.э.н.                 |         | 21.06.2022 |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность             | ФИО                    | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------------------|------------------------|------------------------|---------|------------|
| Старший преподаватель | Авдеева Ирина Ивановна | -                      |         | 21.06.2022 |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП      | ФИО                        | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------------------|----------------------------|------------------------|---------|------------|
| Старший преподаватель | Максимова Юлия Анатольевна | -                      |         | 23.06.2022 |

## Результаты освоения ООП

| 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<br/>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<br/>(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>                 |

| Код | Результат освоения ООП                                                                                                                                                                                                                | Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон                                                                                                                                                                    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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),<br/>требования профессионального стандарта<br/>19.021 Специалист по промысловой 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<br/>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<br/>Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата, 19.021 Специалист по промысловой геологии.</i> |

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

Школа природных ресурсов  
Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело  
Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Максимова Ю.А.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

|                            |
|----------------------------|
| <b>Бакалаврской работы</b> |
|----------------------------|

Студенту:

| Группа  | ФИО                   |
|---------|-----------------------|
| 3-2Б7Г2 | Голев Алексей Юрьевич |

Тема работы:

|                                                                                                                                                  |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Подбор оборудования для эксплуатации скважин в условиях активного выноса механических примесей на нефтяных месторождениях Западной Сибири</b> |                     |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                                                                                                      | 28.04.2022 118-10/С |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 23.06.2022 |
|------------------------------------------|------------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Исходные данные к работе                                               | Пакет технологической информации по Когалымскому месторождению, тексты и графические материалы отчетов геолого–технического отдела, фондовая и периодическая литература.                                |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | Эффективность методов очистки добываемой нефти от механических примесей на месторождениях Западной Сибири, финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность. |

| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br>(с указанием разделов) |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Раздел</b>                                                                               | <b>Консультант</b>                              |
| «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»                           | Профессор, д.э.н.<br>Гасанов Магеррам Али оглы  |
| «Социальная ответственность»                                                                | Старший преподаватель<br>Авдеева Ирина Ивановна |

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

Задание выдал руководитель / консультант:

| <b>Должность</b>      | <b>ФИО</b>                   | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Старший преподаватель | Курганова Елена Владимировна |                               |                | 29.04.2022  |

Задание принял к исполнению студент:

| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>            | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|---------------|-----------------------|----------------|-------------|
| 3-2Б7Г2       | Голев Алексей Юрьевич |                | 29.04.2022  |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 80 с., 13 рис., 22 табл., 27 источников, 1 прил.

Ключевые слова: механические примеси, месторождение, нефть, фильтр, ингибитор.

Объектом исследования являются скважины, имеющие дополнительное оборудование для защиты от механических примесей.

Цель работы - исследование особенностей добычи нефти с высоким содержанием механических примесей на месторождениях Западной Сибири и методы снижения их количества.

В процессе исследования были рассмотрены причины выноса механических примесей, их влияние на работоспособность скважин, а также современные методы и оборудование эксплуатации скважин, в условиях активного выноса механических примесей на месторождениях Западной Сибири.

В результате исследования выявлен наиболее эффективный метод защиты добываемой нефти и оборудования от выноса механических примесей.

Степень внедрения: используется на месторождении.

Область применения: нефтегазодобывающая промышленность.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ .....                                                                                             | 8  |
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                            | 9  |
| 1 АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН,<br>ОСЛОЖНЕННЫХ ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ<br>ПРИМЕСЕЙ .....    | 11 |
| 1.1 Влияние песка в скважинной продукции на процесс добычи.....                                                           | 11 |
| 1.2 Причины выноса механических примесей .....                                                                            | 14 |
| 1.3 Обзор современных отечественных и зарубежных технологий борьбы с<br>механическими примесями .....                     | 17 |
| 2 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН, В УСЛОВИЯХ<br>АКТИВНОГО ВЫНОСА МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ НА<br>МЕСТОРОЖДЕНИИ X ..... | 27 |
| 2.1 Расчет установки дополнительного оборудования .....                                                                   | 29 |
| 2.2 Технология подачи ингибитора.....                                                                                     | 30 |
| ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И<br>РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....                                                   | 34 |
| СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....                                                                                          | 57 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                                          | 76 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....                                                                                    | 77 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А .....                                                                                                        | 80 |

## ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

**АСПО** – асфальтосмолопарафиновые отложения;

**ПЗП** – призабойная зона пласта;

**ППД** – поддержание пластового давления;

**НФС** – низкое фильтрационное сопротивление;

**ПОТ** – потокоотклоняющая технология;

**ПАА** – полиакриламид;

**ВУС** – вязкоупругий состав;

**СПС** – сшитая полимерная система (состав);

**ПАВ** – поверхностно-активное вещество;

**ГОС** – гелеобразующий состав;

**ПГС** – полимер-гелевый состав;

**ОГС** – осадкогелеобразующий состав;

**НИЗ** – начальные извлекаемые запасы;

**ЖС** – жидкое стекло;

**ОПЗ** – обработка призабойной зоны;

**ГФУ** – геолого-физические условия геолого-физических условий;

**ОЭ** – обратная эмульсия;

**ЩПСК** – щелочная испытания;

**ИНФП** – изменение направления фильтрационных потоков;

**КИН** – коэффициент извлечения нефти;

**ХОС** – химическая обработка скважин;

**ГСМ** – горюче-смазочные материалы;

**НКТ** – насосно-компрессорная труба;

**ШСНУ** – штанговые скважинные насосные установки;

**УЭЦН** – установка электроприводного центробежного насоса;

**ГКМ** – газоконденсатное месторождение;

**КПД** – коэффициент полезного действия.

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в настоящее время на позднем этапе разработки находится основная часть нефтяных месторождений. Данный этап характеризуется увеличением доли количества воды, трудноизвлекаемых запасов, что снижает производительность и приводит к снижению количества добываемой нефти. Поэтому, для нефтяных компаний становится необходимым проведение различных мероприятий, в состав которых входят физические, химические, тепловые, акустические, волновые и другие принципы, позволяющие увеличить приток нефти и нефтеотдачу пластов.

Коррозионно-опасные составляющие – например, песок, неизбежно образуется в процессе эксплуатации нефтегазовых месторождений.

Общее количество разведанных запасов нефти в мире составляет более 250 миллиардов тонн. Большая часть из них, а это 70 миллиардов тонн, на Ближнем Востоке. Первое место занимает Саудовская Аравия (36 миллиардов тонн), запасы России – в первой десятке.

В России 30-40% составляет доля истощенных скважин, которые, чаще всего, осложнены следующими факторами: высокое содержание свободного газа и механических примесей, коррозия, солеотложение.

Цель работы заключается в исследовании особенностей добычи нефти с высоким содержанием механических примесей на месторождениях Западной Сибири и методов снижения их количества.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Изучить и выявить влияние механических примесей в продукции скважин на процесс добычи;
2. Изучить причины загрязнения продукции механическими примесями;
3. Рассмотреть способы прогнозирования выноса песка при эксплуатации скважин;

4. Провести обзор современных методов борьбы с механическими примесями и выявить наилучший.

5. Рассмотреть оборудование для эксплуатации скважин, в условиях активного выноса механических примесей.

Объект исследования – скважины, имеющие дополнительное оборудование для защиты от механических примесей.

Разработка в области защиты оборудования скважины от механических примесей является научной новизной исследования.

Практическая значимость работы – расчет фильтра механической очистки.

# **1 АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН, ОСЛОЖНЕННЫХ ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ**

## **1.1 Влияние песка в скважинной продукции на процесс добычи**

Часть нефтяного коллектора, которая расположена вблизи от пробуренной зоны, называется призабойная зона пласта (ПЗП) или критическая зона. В процессе добычи в ПЗП происходит наибольшее изменение давления.

В критической зоне, чаще всего, коллектор подвержен засорению, которое определяет производительность скважины в процессе добычи. Обычно, условный радиус засорения не более 2 метров (рисунок 1).

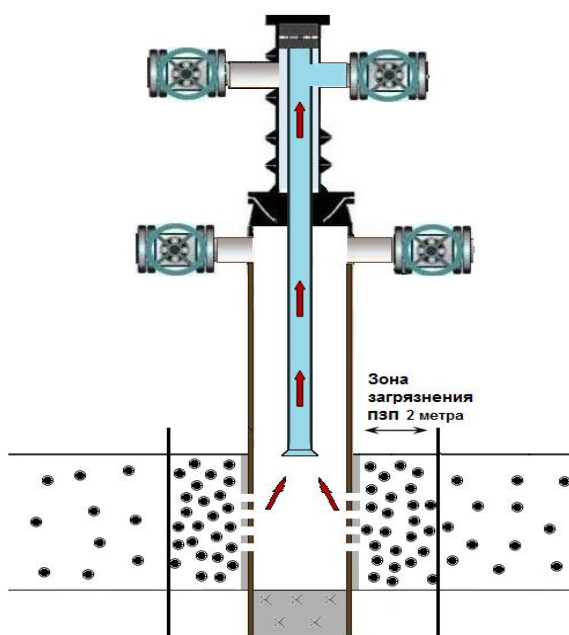


Рисунок 1 – Призабойная зона пласта

Повреждение нижней призабойной зоны пласта может привести к снижению продуктивности скважины при снижении проницаемости. Это может происходить при проведении следующих технологических операций:

- При бурении скважины и первоначального вскрытия эксплуатационного пласта;
- Во время укрепления скважины цементом;
- После проведения ремонтных работ бригад и вторичного вскрытия пласта;
- В процессе последующей эксплуатации скважины (АСПО, эмульсии, соли, механические примеси).

Песок оказывает негативное влияние на поршневую пару, которое ограничено абразивным износом фитингов и клапанов, а также на днище образуются песчаные пробки. Каналы для потока жидкости в резьбовых соединениях быстро разрушаются даже при малейших утечках. Также изнашивается внутренняя поверхность трубы, соединения стержней, особенно в криволинейных скважинах. Влияние песка сказывается и на работе насосов: при остановках, даже кратковременных (до 10-20 минут) в насосе может заклинить поршень, также штоки в трубах могут заклинить при большой тяге. Абразивный износ и эрозия вызывают увеличение утечек жидкости, а утечки, в свою очередь, уменьшают подачу газового насоса и скорость потока ниже входного отверстия. Это приводит к образованию пробки в скважине, что значительно ограничивает приток в скважину.

Преждевременный ремонт с заменой насоса и промывку пробки может вызвать износ оборудования, и соответственно, снижение расхода.

К "песчаным" скважинам относятся те, которые содержат более 1 г/л песка. Во время откачки можно выделить четыре группы методов борьбы с песком.

Механические примеси при эксплуатации месторождений приводят к ряду осложнений. Во-первых, песок, извлеченный из пласта, является высокоабразивным материалом, против которого не может устоять никакая сталь.

Удаление механических примесей оказывает значительное влияние на время работы УЭЦН.

Во время обработки резервуарной жидкости отделяются газы, механические примеси и выделяются более легкие углеводородные фракции. Но полной очистки нефти от всех вредных включений не происходит, так как очиститель не способен очищать мелкие частицы от механических примесей, взвешенных частиц воды и кристаллических компонентов АСПО. При смешивании АСПО и механических примесей образуется нефтешлам.

Установлено, что одной из основных причин отказов работы оборудования являются механические примеси. При попадании во внутреннюю полость машин, они скапливаются и вызывают некорректную работу оборудования.

Согласно исследованиям, проницаемость нефти снижаются в 5-6 раз, если нижняя призабойная зона пласта, загрязнена твердым глинистым раствором, остатками продуктов бурения, частицами породы. Виды механических примесей показаны на рисунках 2 и 3.



а) глина, АСПО, соли, пропант, ржавчина    б) пропант с окислами железа

Рисунок 2 – Пробы с забоя после ГРП со скважины № 904 (а) и 278 (б)



а) разрушенный пропант разного типа

б) глина, пропант, окислы железа

Рисунок 3 – Пробы с забоя со скважины № 3507 ПГ (а) и 3056 ПГ (б)

Механические примеси оказывают необратимое воздействие на большое количество оборудования. Большая часть металлического оборудования подвержена абразивному износу, этот процесс наиболее активен в местах повышенной скорости движения масляной жидкости и давления. Сущность абразивного износа заключается в разрушении металла твердыми зернами механических примесей при извлечении, транспортировке, хранении и переработке. [1]

## **1.2 Причины выноса механических примесей**

Чаще всего, при первоначальном вскрытии пласта во время бурения скважины, начале строительства скважины происходит загрязнение нижней призабойной зоны пласта, причиной которого является засорение пористой части. (рисунок 4). [2]

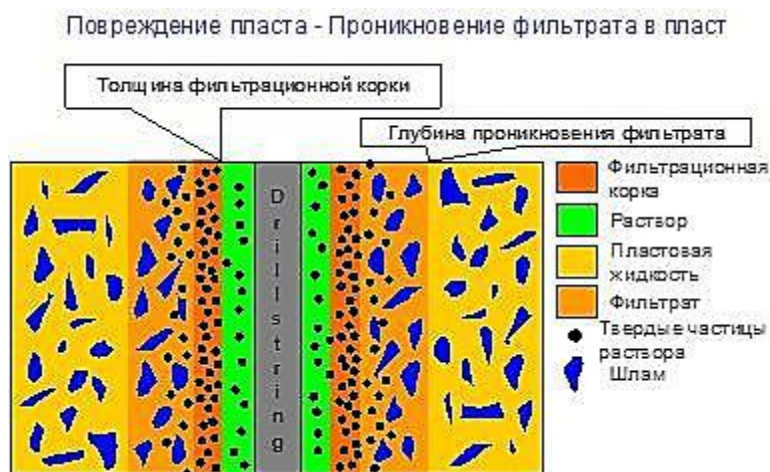


Рисунок 4 – Повреждение пласта с проникновением фильтрата в пласт

Твердая часть глинистого раствора, в зависимости от характеристики пласта, проникает до нескольких сотен метров.

На месторождениях Западной Сибири продуктивные коллекторы почти всегда содержат глинистый материал. Большая часть отложений имеют в составе глинистый цемент и карбонатный. Содержание глинистого цемента в плодородных водоемах мелового периода варьируется в пределах 1-1,5-8-9%, юрского периода увеличивается до 20-25 %. Так как в некоторых данных отмечается, что в слоях пласта месторождения X АВ1 может содержаться до 30% глинистого цемента, можно сделать вывод о том, что глинистый цемент состоит из хлорита, гидрослюда и каолинита. Также в высокопроницаемых песчаниках месторождения X пласта АВ4-5 основную часть глинистого цемента составляют каолинит и железистый хлорит, когда в непроницаемых слоях того же пласта преобладают многочисленные гидросодержащие и смешанослойные образования, содержащие до 60-70% глинистого цемента.

На Рисунке 5 представлено загрязнение призабойной зоны раствором бурения.



Рисунок 5 – Загрязнения призабойной зоны раствором бурения

Хлорид железа составляет до 90-95% проницаемых песчаников пласта БВ8. Глинистый материал, выделенный из пласта АВ4-5 месторождения X, в пресной воде составляет в среднем 15%, а из пласта БВ8 - 27 %.

На рисунке 6 представлены геологические (особенности залегания пласта-коллектора, литология); технологические (условия вскрытия пластов и эксплуатации скважин); технические (конструкция забоя). [4]



Рисунок 6 – Источники механических примесей

Очистка - очень трудоемкий процесс и особенно актуальна для станций с большими резервуарными парками. Учитывая это, очистные работы в настоящее время находятся под пристальным вниманием. Существуют

различные методы и подходы к очистке резервуаров для хранения нефти, выбор которых зависит от физико-химического состава нефтепродуктов, природных условий участка, конструкции резервуара и т.д.

Процентное содержание механических частиц в нефтяном шламе во многом зависит от свойств и типа пород, из которых состоит нефтяной пласт, способа и стадии разработки нефтяной скважины. [1]

### **1.3 Обзор современных отечественных и зарубежных технологий борьбы с механическими примесями**

Применяемые методы борьбы с примесями условно можно разделить на три группы: механические, физико-химические, химические. Указанным методам посвящены работы отечественных и зарубежных специалистов в области добычи нефти и газа.

Механические способы защиты скважинного оборудования от удаления загрязнений включают установку: скважинных фильтров, фильтров для скважинных насосных агрегатов, сепараторов для механических примесей. Фильтры, которые опускаются на корпус, представляют собой: скважинные фильтры в виде перфорированной части ОК; выдвижные, установленные в виде стержня ОК или на обертке под частью нисходящей колонны. При расположении трубной колонны на пакере или в составе насосной установки осушаемые фильтры включают в себя: трубные сопловые фильтры, модульные входные фильтры, механические грязеотделители, шламоуловители. Извлечение и установка фильтров являются сложным процессом и их главным недостатком. Также составляющие элементы фильтра часто подвержены коррозии и эрозии.

Физико-химические методы укрепления ПЗП основаны на малотоннажном гидроразрыве пласта с закачкой в пласт крупнозернистого песка или несущего материала с последующей термической (спекание) или химической (склеивание) фиксацией. Среди их недостатков можно выделить неустойчивое состояние крепи, ее выщелачивание в скважину, технически трудоемкую операцию. [1]

Методы химического упрочнения призабойной зоны пласта основаны на прилипании фрагментов твердого полимера к границе частиц песка в слабо цементированном коллекторе, образует такую систему как «песок – твердый полимер». Использование препаратов на основе синтетических смол для обработки скважин относительно снижает затраты и занимает небольшое время на обработку.

Характеристики основных составов, используемых для крепления слабосцементированных коллекторов, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика химических составов для укрепления слабосцементированного коллектора в нефтяных и газовых скважинах

|  | Группа химических                                                                                           | Формула основного вещества                                                                                                                                                                                    | Отвердитель (добавка)                                                                                        | Растворитель                                   |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|  | Кремнийорганические соединения                                                                              | Алкоксисилан и его производные $(R)_n Si(OR)_{4-n}$ $N=0-3$ ; $R$ -алкил $C_1 - C_3$ ; $R$ - $H$ , или органофункциональная группа, например: $NH_2CH_2CH_2-$                                                 | Вода + специальные добавки                                                                                   | Вода, ксилол, ароматические растворители и др. |
|  | Конденсационные смолы на основе формальдегида (карбамидоформальдегидная смола, фенолформальдегидная и т.п.) | $HO-[CH_2-NH-CO(NH_2)]_n-H$<br>Карбамидоформальдегидная смола - продукт поликонденсации карбамида с формальдегидом.                                                                                           | Специальные добавки, или температура 90 °С, формалин, уротропин, органические и минеральные кислоты, щелочи. | Керосин, ацетон, вода и др.                    |
|  | Эпоксидная смола                                                                                            | $-[O-C_6H_4-C(CH_3)_2-C_6H_4-O-CH_2-C(OH)(CH_3)-CH_2]_n-$<br>эпоксидная смола - продукт конденсации эпихлоргидрина с бисфенолом А, $n = 0-25$                                                                 | Полиамины, многоосновные кислоты и др.                                                                       | Кетоны, эфиры, спирты и др.                    |
|  | Уретановый предполимер                                                                                      | $-C(O)-NH-R^1-NH-C(O)-O-R^2-O-C(O)-NH-R^1-NH-C(O)-O-R^2-O-$<br>Полиуретаны - продукт взаимодействия соединений, содержащих изоцианатные группы с би- и полифункциональными гидроксилсодержащими производными. | Вода                                                                                                         | Низшие кетоны, спирты и др.                    |

Составы, основой для которых являются кремнийорганические соединения, применяют, в основном, для проведения водоизоляционных работ (ВИР), реже – для укрепления песка в слабоцементированном коллекторе.

При использовании кремнийорганических соединений для проведения ВИР происходит гидролиз соединений с образованием геля кремневой кислоты. Образованные гели имеют низкую проницаемость, так как их образование происходит в полном поровом объеме пласта, но, при этом, имеют высокую температурную устойчивость. [5]

Также при проведении ремонтных работ используются конденсационные смолы на основе формальдегида, но при их применении необходимо добавлять специальные вещества – отвердители, которые значительно усложняют процесс ремонта. Данный метод, в свою очередь, имеет ряд недостатков, затрудняющих обработку пласта: исходная высокая вязкость, которая может достигать 3500 мПа, низкая проницаемость.

Для повышения качества ремонтных работ используют метод радонового индикатора, сущностью которого является контроль способом гамма-каротажа поступления в пласт меченого технологического раствора. Эффективность данного метода была доказана опытным путем: на одной из скважин месторождения X были успешно проведены работы по распределению внутрипластового фильтра методом радонового индикатора. В дальнейшем были успешно установлены внутрипластовые фильтры в 80 скважин (рисунок 7).

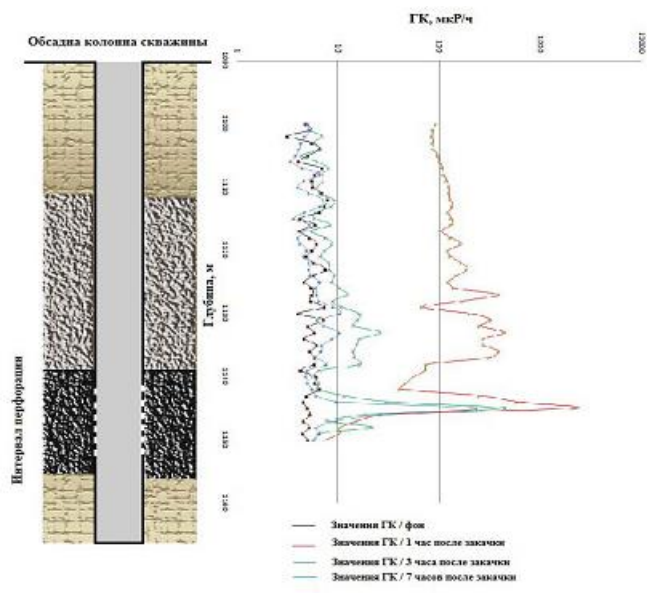


Рисунок 7 – Профиль распределения состава предполимер-растворитель (ИПНГ-Пласт) меченого радоновым индикатором

На рисунке видно, что показатели интенсивности, которые регистрируются прибором ГИС, пропорциональны данным распределения объемов внутрипластового фильтра.

Проведя обзор химических методов борьбы с механическими примесями, можно увидеть, что их использование широко распространено при проведении ремонтных работ. Данные методы предполагают использование большого количества химических реагентов, в основе которых лежит полимер. Выбор конкретных составов для выполнения работ обусловлен характеристикой конкретного месторождения или скважины.

Отсюда можно сделать вывод о том, что не все испытания, проведенные при помощи химических методов с различными составами успешны.

Исходя из литературных данных, можно сформулировать общие требования к результатам химического воздействия на призабойную зону скважины:

- снижение проницаемости не более чем на 15-20 %, а также минимальное воздействие на фильтрационные свойства коллектора и критической зоны;
- достижение прочностных свойств закрепленного коллектора не менее

1-3 мП. [5]

Специалисты ЗАО «Римера» разработали ступень 5-20 на номинальную подачу 20 м<sup>3</sup>/сут с шириной каналов проточной части как у ступени на 125 м<sup>3</sup>/сут (рисунок 8). [6]



Рисунок 8 – Насосы 5-20 с широкими каналами проточной части

Ступени отличаются высокой энергоэффективностью и оптимальным питанием в диапазоне эксплуатации. Насос с шириной канала, например, 80 м<sup>3</sup>/сут и, особенно, 125 м<sup>3</sup>/сут эффективно работают при высоких концентрациях включений, в условиях отложения солей, способности свободного газа. Ступени изготавливают из литого нирезиста. Он значительно превосходит качественные свойства (коррозионная стойкость и износостойкость) порошкового материала, который является традиционным.

Исходя из стандарта надежности и безопасности Американского института нефти для насосов с торцевыми уплотнениями для нефтяной промышленности (API 610), можно увидеть, что рекомендованная зона работы насоса лежит в пределах от 0,7 до 1,1 от оптимальной подачи. На рабочее колесо каждой ступени действует радиальная и осевая силы, которые увеличиваются при работе за пределами рекомендуемой зоны. Это обусловлено тем, что за её пределами возникают обратные токи, приводящие к пульсациям давления и вибрации.

Следует отметить, что насосы с расширенными каналами успешно прошли ОПИ.

Рабочее колесо насоса 5-20 дополнительно оснащено лопастными кольцами специальной конструкции, что позволяет снизить осевое усилие на роторе почти в три раза. Благодаря сочетанию ячеек и каналов в более выступающих кольцах газожидкостная смесь представляет собой эффективную дисперсию, следовательно, позволяет увеличить содержание свободного воздуха на 10%.

Данные испытаний в абразивной среде указывают на то, что при воздействии абразива на поверхность подошвы скорость износа материалов образца должна быть близка к значению. Однако, если рабочие органы из ЖГР предварительно подвергать воздействию кислотного раствора, их износостойкость в абразивной среде снижается. В данном случае особо видны преимущества нирезиста, он более стоек к воздействию подобных «промыслов».

К самому высокому классу оборудования по износоустойчивости можно отнести радиально-стабилизированные насосы компрессионной схемы сборки. Это самое надежное погружное оборудование УЭЦН. Обычно, данное оборудование ставят на высокие подачи добываемого сырья (от 200 м<sup>3</sup>/сут), иначе, при меньшем давлении, заметно снижаются энергетические параметры насоса. [7]

Специалистам ЗАО «Римера» и РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина удалось усовершенствовать конструкцию, сделав линейку ЭЦН на весь диапазон подач. Основываясь на опыте эксплуатации, считается, что в конструкции компрессора должен быть предусмотрен насос с низким расходом. Компрессионные насосы надежно работают в левой зоне НРХ, с высоким содержанием свободного газа, поскольку осевая нагрузка – это ощущение опоры в ГЗ. В правой зоне всплытие не наблюдается. Таким образом, можно расширить рабочую зону насоса.

Компрессорный насос имеет существенный недостаток: сложность сборки. Предполагается, что сборка на скважине возможна только при точной стыковке валов. Поэтому сборка насоса, в данном случае, упрощена, исключена сложная операция расчета и установки вала. А для точного выставления вала используется специальное приспособление.

Можно отметить надежную работу насосов на 15 и 25 м<sup>3</sup>/сут в ОАО «Сургутнефтегаз» (текущая наработка составляет 4,5 года), в ОАО «Томскнефть» ВНК (три года). Отсюда следует, что наработка увеличилась более чем в 3 раза, по сравнению с наработкой ранее используемых насосов. Отсутствие необходимости перерывов в работе насоса (непрерывная работа может достигать от 3 до 5 лет) и в извлечении его из скважины позволяет значительно экономить на ремонте и монтаже насосных установок.

После обкатки в опорной шайбе вся осевая сила ощущается на опорном валу гидравлической защиты. В результате КПД компрессионных насосов может быть на 10-15% выше, чем у погружных ЭЦП в традиционном исполнении.

В ОАО «АЛНАС» освоили производство гидродинамических подшипников, сейчас изделия проходят испытания. Некоторые части гидрозащиты покрыты полимерным антифрикционным материалом РЕЕК, учитывая это осевая нагрузка, принимаемая на гидрозащиту, равна 35 кН (3500 кгс).

Габариты компрессорных насосов, в диапазоне подач от 15 до 1500 м<sup>3</sup>/сут, равны: 3, 4, 5, 5А, 6.

Так как насосы ЭЦН5-125 и ЭЦН5-200 работают на подаче, которую обеспечивает ступень в зоне оптимума КПД, то это может привести к деформации, из-за износа, опорных шайб, повышение осевой силы, снижение работоспособности насосов. Насосные установки, под наблюдением специалистов ООО «АЛНАС», успешно прошли испытания и были рекомендованы к производству на скважинах скважинах месторождения Х ОАО «Томскнефть» и месторождения Х ПАО «Оренбургнефть».

Также успешно завершили испытания насосы со ступенями 5-280 на скважинах месторождения Х ООО «РН-Пурнефтегаз» и месторождения Х ПАО «Оренбургнефть». Было выявлено, что они не уступают по параметрам известным аналогам и были допущены к производству.

В комплект установки входят: высокооборотный насос в компрессионном исполнении, в том числе вентильный двигатель, специальная гидрозащита, скважинный центратор, блок смещения.

Проточка, с заведомо большим диаметром наружного диаметра ступицы рабочего колеса, установлена на внутреннем диаметре ступицы направляющего аппарата. Для каждой ступени, на валу, установлена уплотнительная втулка (бронзовая или бронзографитовая). Её длина равна не менее половины длины ступицы направляющего аппарата. Цельнолитые рабочие колеса изготавливаются с дополнительным лопаточным венцом на ведущем диске.

Новая геометрия проточной части позволила увеличить напор в среднем на 20-30 %, КПД на 5-7 %.

Благодаря второй опоре и устранению попадания механических примесей в радиальную пару трения в каждой ступени, ресурс увеличивается примерно на 30 %, а удельная нагрузка в осевом и радиальном направлении снижается.

Эрозионный износ происходит в процессе эксплуатации УЭЦН при воздействии механических примесей, которые двигаются в потоке пластовой жидкости. Кварц и другие твердые вещества, из которых состоят механические примеси и пыль, вызывают износ элементов проточной части, за счет своей твердости, которая превышает твердость металла рабочей поверхности. Поэтому, абразивному воздействию подвергаются те детали, которые не имеют механический контакт между собой.

Физические свойства «промыва» заключаются в воздействии вихревого потока на поверхности деталей. Присутствие в жидкости абразивных частиц и химически активных веществ усиливает процесс разрушения.

Заметное повышение гидравлической эффективности на новой фазе происходит за счет уменьшения повреждения вихреобразования, соответственно, исходя из чего, это приводит к уменьшению коррозионного износа элементов части потока.

Причиной, которая значительно снижает энергозатраты при высоких энергетических параметрах новой фазы, позволяет отнести насос к категории энергоэффективного оборудования, является повышение КПД.

При увеличении напора на той высоте ступени при монтаже, увеличивается напор УЭЦН. Это значит, что при уменьшении длины насоса на 20-30 % напор остается прежним. Установки с уменьшенным количеством секций можно спускать в искривленные скважины с меньшим риском повреждения кабеля при спуске и подъеме.

Учитывая снижение трат на закупку оборудования, транспортировку и хранение, а также ремонт и обслуживание, устанавливается экономическая привлекательность для потребителя. Общая стоимость владения оборудованием значительно снижается. В условиях падения цен на нефть это значительно повысит рентабельность добычи пластового флюида.

При производстве ступеней из серого чугуна в ОАО «АЛНАС» сокращают затраты, путем их отлива по тем же формам, что из сткпени из нирезиста. В данном случае нет необходимости в модификации станков для механической обработки. Благодаря унификации ступеней снижается себестоимость оборудования и сокращаются сроки поставки.

Увеличение в насосе числа промежуточных подшипников, установленных через 50 см друг от друга, позволяет снизить скорость износа радиальных пар трения ротора.

Также существуют и другие технические решения, которые предполагают наличие погружного проволочного фильтра. Его особенностью является устройство для принудительного охлаждения подшипников, а также расширенная линейка электродвигателей с повышенным напряжением.

Следует отметить и еще одну разработку – новое поколение гидрозащит поршневого и диафрагменного типа с динамическим лабиринтом (рисунок 9).

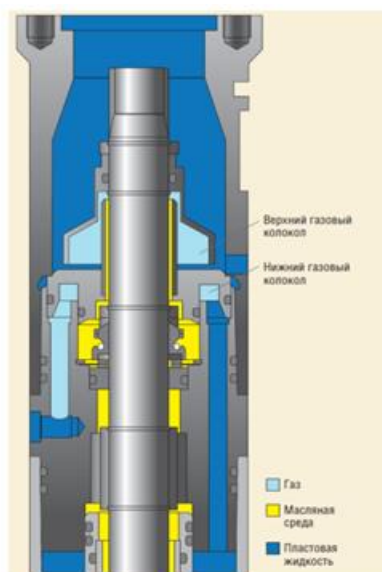


Рисунок 9 – Эскиз верхней части гидрозащиты с динамическим лабиринтом

Преимуществом разработки является замена гравитационного лабиринта на динамический. Это приводит к уменьшению монтажной высоты на 30-40 % и, с учетом меньшего числа деталей, снижается себестоимость и траты на ремонт. Эффективность сепарации при этом увеличивается в 300 раз. Увеличение ресурса работы погружных электродвигателей можно путем более эффективной защиты.

Во-первых, было разработано насосное устройство для обеспечения положительного перепада давления между нефтью и пластовыми жидкостями в области уплотнения, что является одним из обязательных требований для защиты основания слива от попадания пластовой жидкости в нефть.

## 2 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН, В УСЛОВИЯХ АКТИВНОГО ВЫНОСА МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ X

Исходя из опыта использования различных методов борьбы с механическими примесями в нефтедобыче, можно сделать вывод о том, что самым действенным является комплексный подход. Только он может защитить оборудование и нефть от механических примесей. Планируется использование механических и физико-химических методов защиты: установка фильтра, и введение ингибитора. Для работы используются различные конструкции и типы фильтров: сетчатые, спиральные, щелевые, проволочные (однослойные, многослойные) и другие.

Рассмотрим некоторые из них. На рисунке 10 представлен погружной сепаратор механических примесей ПСМ.

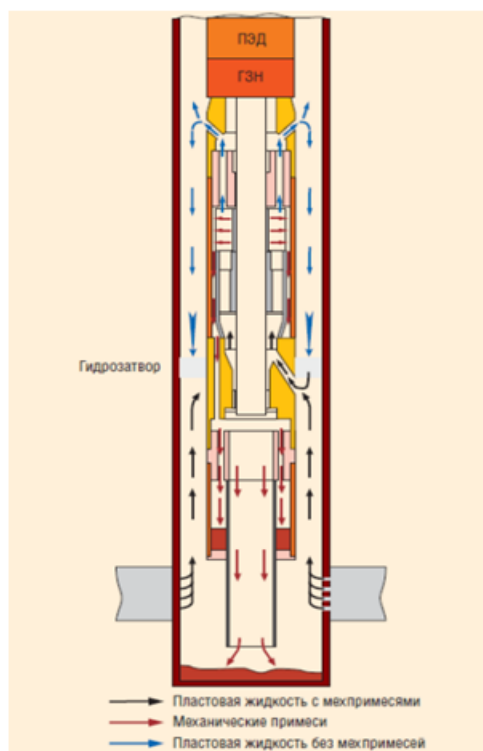


Рисунок 10 - Погружной сепаратор механических примесей ПСМ

Погружной сепаратор механических примесей (ПСМ) был разработан государственным нефтегазовым университетом имени Губкина (производство ЗАО "Новомет-Пермь"). Устанавливается в нижней части погружного аппарата совместно с двухсторонним погружным электродвигателем (ПЭД) и двумя гидравлическими кранами.

Принцип работы ПСМ: продукты, извлекаемые из резервуара, направляются в скважину, затем поступают в приемный центробежный сепаратор, где во вращающемся роторе отделяются механические примеси.

Это устройство имеет преимущество: после разделения твердые частицы сохраняются в резервуаре, что защищает оборудование от удаления механических примесей из резервуара при его запуске. При этом происходит двухступенчатое разделение газа, а также возможна обработка жидкости ингибитором.

Основной недостаток: сложная конструкция.

На рисунке 11 представлена схема скважинного фильтра на провололочной основе типа ФС-73 производства ОАО «Тяжпрессмаш».



Рисунок 11 - Схема скважинного фильтра на провололочной основе типа  
ФС-73

Преимущества данного типа фильтров:

- исключена необходимость подъема фильтра при установке насоса;
- высокая производительность скважины (до 400 м<sup>3</sup>/сут);
- независимый размер УЭЦН.

Недостатком является увеличение рабочего времени, которое влияет на дальнейшую подготовку скважины (необходим монтаж конструкции). [8]

## 2.1 Расчет установки дополнительного оборудования

После установки фильтра необходимо рассчитать количество добытой нефти по формулам: [9]

$$Q_1 = 654 \cdot q \cdot N \cdot \kappa_{\text{э1}} , \quad (1)$$

$$Q_2 = 654 \cdot q \cdot N \cdot \kappa_{\text{э2}} , \quad (2)$$

где 654 - наработка клапана после внедрения, сут.;

q – дебит, т/сут;

N – число скважин;

$\kappa_{\text{э1}}$ ,  $\kappa_{\text{э2}}$  – коэффициенты эксплуатации скважины, соответственно, до и после внедрения нового клапана.

$$\kappa_{\text{э1}} = \frac{654 - (t_{\text{простоя(1)}} / 24 \cdot m)}{654} , \quad (3)$$

$$\kappa_{\text{э2}} = \frac{654 - (t_{\text{простоя(2)}} / 24 \cdot m)}{654} , \quad (4)$$

где  $t_{\text{простоя(1)}}$ ,  $t_{\text{простоя(2)}}$  – соответственно, среднее время возобновления подачи насоса до установки клапана золотникового «Норма-73» и после внедрения клапана, час.;

m – число остановок насоса за время эксплуатации (по данным компании «Татнефть» m=10).

$$\kappa_{\text{Э1}} = \frac{654 - (48 / 24 \cdot 10)}{654} = 0,969 ;$$

$$\kappa_{\text{Э2}} = \frac{654 - (2 / 24 \cdot 10)}{654} = 0,999 ;$$

$$Q_1 = 654 \cdot 115 \cdot 1 \cdot 0,969 = 72878,49 \text{ тонн};$$

$$Q_2 = 654 \cdot 115 \cdot 1 \cdot 0,999 = 75134,79 \text{ тонн}.$$

Рассчитаем объем добычи нефти, который будет дополнительно добыт во время работы фильтра механической очистки УЭЦН:

$$Q_{\text{дон}} = Q_2 - Q_1 ;$$

$$Q_{\text{дон}} = 75134,79 - 72878,49 = 2256,30 \text{ тонн}.$$

## 2.2 Технология подачи ингибитора

Максимальная эффективность метода достигается путем подбора высококачественного ингибитора и внедрения подходящую технологию подачи реагента в скважину. Также необходимо увеличить расход реагентов, для поддержания эффективности процесса.

Ингибиторы - это химические соединения, которые снижают скорость коррозии без существенного изменения концентрации агрессивных реагентов. Также существует антикоррозионный состав химических реагентов. Содержание ингибиторов в агрессивной среде должно быть небольшим.

Рассмотрим существующую квалификацию ингибиторов коррозии:

- катодные, анодные и смешанные (по механизму своего действия);
- неорганические, органические и летучие (по химической природе);
- в кислой, щелочной и нейтральной среде (по сфере своего влияния).

Во время процесса ингибирования коррозии образуются соединения, в которых трудно мало растворяются металлы, это приводит к изменению их поверхности. Образуется слой ингибитора коррозии, который защищает поверхности. Он, обычно, значительно тоньше, чем покрытие, на которое он

воздействует. Действие ингибиторов заключается в уменьшении площади поверхности или изменении энергии активации процесса коррозии. [10]

В нефтяной промышленности существует ряд требований при введении ингибитора:

- молекулярно-дисперсное состояние, в котором находится реагент, позволяет ему за короткое время раствориться в нефти;
- необходима высокая точность подачи реагента с отклонением до 2 г/тонна нефти;
- хорошее состояние оборудования.

Для расчета объема закачиваемого ингибитора нам нужны данные: состояние и зона отложения механических примесей, температура забоя скважины, производительность скважины, содержание воды, давление забоя скважины и т.д., а также информация о конструкции скважины (например, кривизна скважины). Наличие этих данных также позволяет моделировать осаждение механических примесей, определять последовательность инъекций ингибитора.

Перед закачкой ингибитора необходимо удалить газ из кольца.

Необходимо рассчитать объем вводимого реагента:

1. Объем НКТ без присутствия механических примесей:

$$V_1 = 3,14 \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times H, \text{ м}^3, \quad (5)$$

где  $H$  – длина обработанной НКТ, м

$D$  – внутренний диаметр НКТ, мм

2. Объем НКТ с присутствием механических примесей:

$$V_1 = 3,14 \times \left(\frac{D}{2} - d\right)^2 \times H, \text{ м}^3, \quad (6)$$

где  $d$  – толщина отложений, мм

3. Определить объем отложений внутри НКТ:

$$V = V_1 - V_2, \text{ м}^3, \quad (7)$$

4. Рассчитать массу отложений

$$m_{\text{отл}} = V \cdot \rho_{\text{отл}}, \quad (8)$$

где  $m_{\text{отл}}$  – масса примесей для обработки, кг.

Для того, чтобы рассчитать количество ингибитора необходимо знать массу примесей. Примем для расчета следующее соотношение: на 100 кг примесей – 1 м<sup>3</sup> ингибитора.

Объем ингибитора, который был рассчитан, закачивается в затрубное пространство, затем происходит реакция. Время реакции в каждой скважине индивидуально, обычно 1 – 24 часа. Объем вытесняющей жидкости рассчитывается так, чтобы её часть оставался в скважине даже после заполнения трубы ингибитором. Количество реагента, которое осталось после закачки постепенно удаляется насосом. Данный метод закачки ингибитора является традиционным.

Дозирование ингибиторов и растворителей с использованием погружного скважинного резервуара-контейнера (ПСК) является наиболее эффективным способом. ПСК представлен на рисунке 12.



Рисунок 12 – Погружной скважинный контейнер

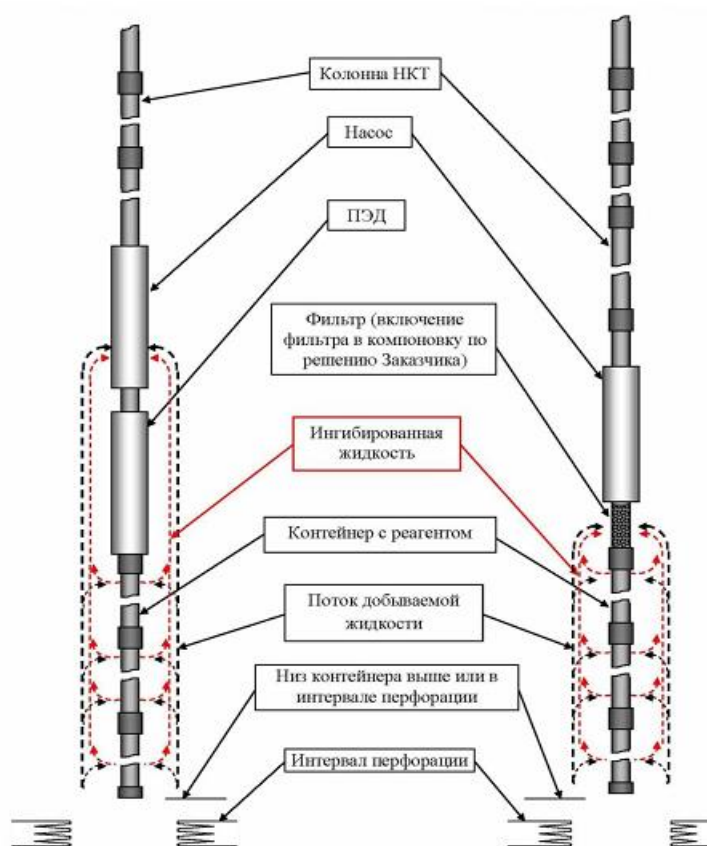


Рисунок 13 – Схема размещения скважинного погружного контейнера в скважинах, оснащенных ЭЦН и ШГН

С помощью погружного скважинного резервуара закачивается ингибитор в требуемой минимальной концентрации. Это обеспечивает его совместимость с любым типом одновременно извлекаемой воды при различных условиях минерализации. Конструкция ПСК имеет следующую особенность: части резервуара снабжены регулировкой, позволяющей индивидуально регулировать параметры скважины, которая была отремонтирована в течение 5-10 минут непосредственно перед спуском. [11]

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

Студенту:

| Группа  | ФИО                     |
|---------|-------------------------|
| 3-2Б7Г2 | Голеву Алексею Юрьевичу |

| Школа               | ИШПР        | Отделение школы (НОЦ)     | Нефтегазовое дело             |
|---------------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 21.03.01<br>Нефтегазовое дело |

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

|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска.<br>Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                           | 30% премии; 20% надбавки; 16% накладные расходы; 30% районный коэффициент.                                                                                                                 |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 20 %.                                                                                                                                       |

## Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ                                                     | 1. Анализ и оценка конкурентоспособности;<br>2. SWOT-анализ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2. Разработка устава научно-технического проекта                                                            | Формирование плана и графика разработки:<br>- анализ конкурентных технических решений;;<br>- SWOT-анализ;<br>- определение трудоемкости работ;<br>- определение структуры работ;<br>- разработка графика Гантта.<br>Формирование бюджета затрат на научное исследование:<br>- расчёт материальных затрат;<br>- расчёт затрат на оборудование;<br>- расчёт заработной платы;<br>- страховые отчисления;<br>- накладные расходы;<br>- формирование бюджета. |
| 3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок | - расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности;<br>- сравнительная оценка характеристик исполнения проекта.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности (табл.)
2. Матрица SWOT (табл.)
3. Матрица ответственности (табл.)
4. Диаграмма Гантта (табл.)
5. Формирование бюджета (табл.)
6. Основные показатели эффективности (табл.)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------------|
| Профессор | Гасанов М.А. | д-р экон. наук         |         | 30.04.2022 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа  | ФИО                   | Подпись | Дата       |
|---------|-----------------------|---------|------------|
| 3-2Б7Г2 | Голев Алексей Юрьевич |         | 30.04.2022 |

### **3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ**

Данная выпускная квалификационная работа заключается в исследовании методов борьбы с механическими примесями на нефтяных месторождениях Западной Сибири.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НИ, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НИ;
2. Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
3. Рассчитать бюджет затрат на исследования;
4. Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

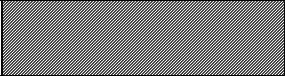
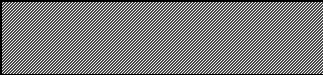
#### **3.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

В последнее время коммерческая ценность разработки определяет перспективность научного исследования, что является неотъемлемым условием при выполнении поиска источников финансирования для реализации научного исследования и коммерциализации его результатов.

В данной работе отличием является высокая ресурсоэффективность и её спонсирование это выгодное финансовое вложение, так как роль анализа методов борьбы с механическими примесями в нефтеперерабатывающей промышленности возрастает, на сегодняшний день в данной области наблюдается необходимость в разработке программных комплексов, которые будут реализовывать на месторождениях Западной Сибири.

Сегментировать рынок услуг можно по степени потребности использования данных расчетов. Результаты сегментирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – карта сегментирования рынка услуг по разработке и производству нефтяного оборудования

|                 |         | Специализация                                                                     |                                                                                    |                                                                                     |
|-----------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |         | Производство оборудования для ремонта скважин различной сложности                 | Производство оборудования для нефтегазовой отрасли                                 | Разработка, производство и сервисное обслуживание оборудования для добычи нефти     |
| Размер компании | Крупные |  |  |  |
|                 | Средние |  |  |  |
|                 | Мелкие  |  |  |  |


Фирма А


Фирма Б


Фирма В

### 3.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо систематически проводить, так как на рынках наблюдается постоянное движение. Данный анализ может помочь внести коррективы в научные исследования, с целью успешного противостояния своим соперникам.

Важной деталью является реалистичность оценки сильных и слабых сторон разработок конкурентов.

Анализ технологических решений конкурентов с позиции ресурсосбережения и ресурсоэффективности дает нам возможность в проведении сравнительной оценки эффективности данной научной разработки, и определении направлений в ее будущем повышении.

В конечном итоге, в качестве конкурирующих решений были выбраны следующие продукты:

1. Погружной сепаратор механических примесей (ПСМ);

## 2. Скважинный фильтр на проволоочной основе типа ФС-73

Данный анализ был произведен с помощью оценочной карты, в которой:  
 $\phi$  – оборудование для ремонта,  $k_1$  – нефтепромысловое оборудование для добычи,  $k_2$  – оборудование для добычи и сервисное обслуживание

Оценочная карта технических решений в таблице 3.

Таблица 3 — Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки                                                     | Вес критерия | Баллы          |                 |                 | Конкурентоспособность |                 |                 |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
|                                                                     |              | Б <sub>ф</sub> | Б <sub>к1</sub> | Б <sub>к2</sub> | К <sub>ф</sub>        | К <sub>к1</sub> | К <sub>к2</sub> |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности                    |              |                |                 |                 |                       |                 |                 |
| Повышение производительности труда пользователя                     | 0,05         | 5              | 5               | 3               | 0,25                  | 0,25            | 0,15            |
| Удобство в эксплуатации<br>(соответствует требованиям потребителей) | 0,1          | 5              | 4               | 3               | 0,50                  | 0,40            | 0,30            |
| Надежность                                                          | 0,05         | 4              | 4               | 3               | 0,20                  | 0,20            | 0,15            |
| Безопасность                                                        | 0,01         | 5              | 5               | 5               | 0,05                  | 0,05            | 0,05            |
| Качество интеллектуального интерфейса                               | 0,05         | 4              | 5               | 4               | 0,20                  | 0,25            | 0,20            |
| Экономические критерии оценки эффективности                         |              |                |                 |                 |                       |                 |                 |
| Конкурентоспособность продукта                                      | 0,3          | 5              | 5               | 3               | 1,50                  | 1,50            | 0,90            |
| Уровень проникновения на рынок                                      | 0,1          | 4              | 5               | 2               | 0,40                  | 0,50            | 0,20            |
| Предполагаемый срок эксплуатации                                    | 0,05         | 5              | 5               | 4               | 0,25                  | 0,25            | 0,20            |
| Послепродажное обслуживание                                         | 0,05         | 5              | 4               | 2               | 0,25                  | 0,20            | 0,10            |
| Финансирование научной разработки                                   | 0,04         | 3              | 4               | 2               | 0,12                  | 0,16            | 0,08            |
| Срок выхода на рынок                                                | 0,2          | 2              | 4               | 3               | 0,40                  | 0,80            | 0,60            |
| Итого                                                               | 1            | 47             | 50              | 34              | 4,12                  | 4,56            | 2,93            |

Исходя из проведенного анализа, можно заключить, что погружной сепаратор механических примесей (ПСМ) лидирует по таким весомым критериям как «Повышение производительности труда пользователя», «Удобство в эксплуатации», «Предполагаемый срок эксплуатации», «Послепродажное обслуживание». Данные конкурентные преимущества помогут предлагаемому продукту завоевать доверие покупателя и оставаться на рынке.

Помимо преимуществ выявлены и недостатки предлагаемого продукта, такие как «Качество интеллектуального интерфейса» и «Финансирование научной разработки», «Срок выхода на рынок».

### **3.2.1 SWOT-анализ**

Произведем также в данном разделе SWOT – анализ НИ, позволяющий оценить факторы и явления, способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок.

Сильные стороны — это факторы, которые положительно сказываются на развитии проекта. Сюда обычно включают все, что превращает функционирование в успешную и конкурентную работу.

Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта: тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту.

На первом этапе SWOT анализа в таблице 3 были описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НИ.

Таблица 4– Первый этап SWOT-анализа

|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                   | <b>Сильные стороны:</b><br>С <sub>1</sub> .Повышение качества добываемой нефти.<br>С <sub>2</sub> .Ускорение процесса очистки.<br>С <sub>3</sub> . Малое количество стадий очистки. | <b>Слабые стороны:</b><br>С <sub>1</sub> .Сложная конструкция оборудования.<br>С <sub>2</sub> .Неэкологичность технологии.<br>С <sub>3</sub> .Высокая вероятность отказа оборудования, образования свища |
| <b>Возможности:</b><br>В <sub>1</sub> .Повышенный сбыт готовой продукции.<br>В <sub>2</sub> .Высокий спрос среди потребителей.<br>В <sub>3</sub> .Повышение стоимости                             |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Угрозы:</b><br>У <sub>1</sub> .Повышение цен на дополнительное оборудование.<br>У <sub>2</sub> .Природные и технологические катастрофы.<br>У <sub>3</sub> .Недостаточность природных ресурсов. |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                          |

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского 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. Каждый фактор помечается 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 представлены в таблицах 5, 6, 7, 8.

Таблица 5 – Интерактивная матрица «Сильные стороны и возможности»

|                           | Сильные стороны технологии |                |                |                |
|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Возможности<br>технологии |                            | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> |
|                           | B <sub>1</sub>             | +              | +              | 0              |
|                           | B <sub>2</sub>             | +              | +              | -              |
|                           | B <sub>3</sub>             | +              | +              | +              |

Таблица 6 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и возможности»

|                           | Слабые стороны технологии |                |                |                |
|---------------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Возможности<br>технологии |                           | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> |
|                           | B <sub>1</sub>            | -              | -              | +              |
|                           | B <sub>2</sub>            | -              | 0              | -              |
|                           | B <sub>3</sub>            | +              | -              | -              |

Таблица 7 – Интерактивная матрица «Сильные стороны и угрозы»

|                      | Сильные стороны технологии |                |                |                |
|----------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Угрозы<br>технологии |                            | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> |
|                      | Y <sub>1</sub>             | +              | -              | -              |
|                      | Y <sub>2</sub>             | 0              | -              | -              |
|                      | Y <sub>3</sub>             | +              | -              | -              |

Таблица 8 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и угрозы»

|                   | Слабые стороны технологии |                |                |                |
|-------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Угрозы технологии |                           | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> |
|                   | Y <sub>1</sub>            | +              | -              | -              |
|                   | Y <sub>2</sub>            | +              | -              | -              |
|                   | Y <sub>3</sub>            | +              | -              | -              |

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей или слабых сторон и возможностей:

- B1B2B3C1C2;B1B2B3C3;
- B3C1B1C3;
- Y1Y3C1;
- Y1Y2Y3C1.

Самой большой угрозой для проекта является повышение цен на дополнительное оборудования, которое необходимо для борьбы с механическими примесями при добыче на месторождениях Западной Сибири.

Что касемо слабых сторон, то для данных методов требуется сложная конструкция оборудования.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 9.

Таблица 9 – Итоговая матрица SWOT-анализа

|                                                                                                                                                                                                                | <b>Сильные стороны:</b>                                                                                                                                           | <b>Слабые стороны:</b>                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                | <p>С<sub>1</sub>.Повышение качества добываемой нефти.</p> <p>С<sub>2</sub>.Ускорение процесса очистки.</p> <p>С<sub>3</sub>. Малое количество стадий очистки.</p> | <p>С<sub>1</sub>.Сложная конструкция оборудования.</p> <p>С<sub>2</sub>.Неэкологичность технологии.</p> <p>С<sub>3</sub>.Высокая вероятность отказа оборудования, образования свища</p> |
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В<sub>1</sub>.Повышенный сбыт готовой продукции.</p> <p>В<sub>2</sub>.Высокий спрос среди потребителей.</p> <p>В<sub>3</sub>.Повышение стоимости</p>                             | <p>Сильные стороны положительно влияют на возможности технологии очистки, что приводит к его развитию.</p>                                                        | <p>Слабые стороны очень мало влияют на возможности.</p>                                                                                                                                 |
| <p><b>Угрозы:</b></p> <p>У<sub>1</sub>.Повышение цен на дополнительное оборудование.</p> <p>У<sub>2</sub>.Природные и технологические катастрофы.</p> <p>У<sub>3</sub>.Недостаточность природных ресурсов.</p> | <p>Сильные стороны не имеют особого влияния на угрозы.</p>                                                                                                        | <p>Слабые стороны мало влияют на возможные угрозы.</p>                                                                                                                                  |

Вывод: В результате выполнения данного раздела и проведенного SWOT - анализа можно сделать вывод о том, что методика очистки добываемой нефти от механических примесей имеет сильные стороны,

которые положительно влияют на возможности технологии. Слабые стороны не имеют особого влияния на возможности и угрозы, что говорит о будущем развитии.

### **3.3 Планирование работ по научно-техническому исследованию**

#### **3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| <b>Основные этапы</b>           | <b>№<br/>раб</b> | <b>Содержание работ</b>                        | <b>Должность<br/>исполнителя</b> |
|---------------------------------|------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|
| Разработка технического задания | 1                | Составление и утверждение технического задания | Руководитель                     |
| Выбор направления исследований  | 2                | Выбор направления исследований                 | Бакалавр                         |
|                                 | 3                | Подбор и изучение материалов по теме           | Бакалавр                         |
|                                 | 4                | Календарное планирование работ                 | Руководитель<br>Бакалавр         |

Продолжение таблицы 10.

|                                                |   |                                                                                                  |                          |
|------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Теоретические и экспериментальные исследования | 5 | Изучение методик очистки нефти от механических примесей и способов закачки ингибитора в скважину | Руководитель<br>Бакалавр |
|                                                | 6 | Выбор методики очистки                                                                           | Бакалавр                 |
| Обобщение и оценка результатов                 | 7 | Оценка эффективности полученных результатов                                                      | Бакалавр                 |
| Оформление отчета по НИР                       | 8 | Составление пояснительной записки                                                                | Бакалавр                 |

### 3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, который зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожи}$  используется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мин i} + 2t_{макс i}}{5}, \quad (9)$$

где  $t_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{мин i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{макс i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ по нескольким исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{ч_i}, \quad (10)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

### 1.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным представлением проведения научных работ является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (11)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}, \quad (12)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} = \frac{365}{365 - (108 - 14)} = 1,5$$

Все вычисления в таблице 11.

На основе полученной таблицы строим календарный план-график (таблица 12).

Таблица 11 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы                       | Трудоёмкость работ  |       |       |                     |       |       |                      |       |       | Исполнители                   | Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$ |       |       | Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$ |       |       |
|---------------------------------------|---------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------------------------------|--------------------------------------------|-------|-------|------------------------------------------------|-------|-------|
|                                       | $T_{min}$ , чел–дни |       |       | $T_{max}$ , чел–дни |       |       | $T_{ожі}$ , чел– дни |       |       |                               | Исп.1                                      | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1                                          | Исп.2 | Исп.3 |
|                                       | Исп.1               | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1               | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1                | Исп.2 | Исп.3 |                               |                                            |       |       |                                                |       |       |
| Выбор темы ВКР                        | 1                   | 1     | 1     | 2                   | 2     | 2     | 1,4                  | 1,4   | 1,4   | Студент, научный руководитель | 1                                          | 1     | 1     | 1                                              | 1     | 1     |
| Составление и утверждение плана работ | 1                   | 1     | 1     | 2                   | 2     | 2     | 1,4                  | 1,4   | 1,4   | Научный руководитель          | 1                                          | 1     | 2     | 1                                              | 1     | 2     |
| Подбор и изучение материалов по теме  | 2                   | 2     | 3     | 4                   | 4     | 5     | 2,8                  | 2,8   | 3,8   | Студент                       | 2                                          | 2     | 3     | 2                                              | 2     | 4     |
| Выбор направления исследования        | 1                   | 1     | 1     | 3                   | 2     | 2     | 1,8                  | 1,4   | 1,4   | Студент, научный руководитель | 2                                          | 2     | 2     | 2                                              | 2     | 2     |
| Календарное планирование работ        | 1                   | 1     | 1     | 3                   | 4     | 4     | 1,8                  | 2,2   | 2,2   | Студент, научный руководитель | 2                                          | 3     | 3     | 2                                              | 3     | 3     |
| Подбор и изучение материалов по теме  | 9                   | 10    | 13    | 12                  | 16    | 17    | 10,2                 | 12,4  | 14,6  | Студент                       | 12                                         | 13    | 16    | 16                                             | 17    | 22    |

Продолжение таблицы 11.

|                                                                                                  |    |        |    |    |    |    |      |      |      |                                     |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Изучение методик очистки нефти от механических примесей и способов закачки ингибитора в скважину | 10 | 1<br>2 | 14 | 12 | 15 | 17 | 10,8 | 13,2 | 15,8 | Студент,<br>научный<br>руководитель | 11 | 14 | 15 | 13 | 18 | 19 |
| Выбор методики очистки                                                                           | 5  | 6      | 7  | 8  | 9  | 10 | 6,2  | 7,2  | 8,2  | Студент                             | 7  | 7  | 9  | 9  | 9  | 11 |
| Оценка эффективности полученных результатов                                                      | 4  | 4      | 5  | 6  | 6  | 8  | 4,8  | 4,8  | 6,2  | Студент                             | 4  | 5  | 5  | 4  | 7  | 7  |
| Написание раздела «Финансовый менеджмент»                                                        | 4  | 4      | 4  | 6  | 6  | 6  | 4,8  | 4,8  | 4,8  | Студент                             | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  |
| Написание раздела «Социальная ответственность»                                                   | 1  | 2      | 2  | 3  | 4  | 4  | 1,8  | 2,8  | 2,8  | Студент                             | 1  | 2  | 2  | 1  | 2  | 2  |
| Оформление ВКР                                                                                   | 5  | 4      | 6  | 7  | 7  | 8  | 5,8  | 5,2  | 6,2  | Студент                             | 5  | 6  | 7  | 5  | 8  | 9  |

Составлен план научного исследования, в котором разработан календарный план выполнения работ (таблица 10). Для иллюстрации календарного плана была использована диаграмма Ганта, указывающая на целесообразность проведения данного исследования.

Таблица 12 – Календарный рейтинг-план

| № работ | Вид работ                                         | Исполнители | Т <sub>кi</sub> , кал. дн. | Продолжительность выполнения работ           |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              |   |     |   |   |  |
|---------|---------------------------------------------------|-------------|----------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---|-----|---|---|--|
|         |                                                   |             |                            | февраль                                      |                                              | март                                         |                                              |                                              | апрель                                       |                                              |   | май |   |   |  |
|         |                                                   |             |                            | 2                                            | 3                                            | 1                                            | 2                                            | 3                                            | 1                                            | 2                                            | 3 | 1   | 2 | 3 |  |
| 1       | Выбор темы ВКР                                    | Ст, НР      | 1                          | <div><div></div><div></div><div></div></div> |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              |   |     |   |   |  |
| 2       | Составление и утверждение плана работ             | НР          | 1                          |                                              | <div><div></div><div></div><div></div></div> |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              |   |     |   |   |  |
| 3       | Подбор и изучение материалов по теме              | Ст          | 2                          |                                              |                                              | <div><div></div><div></div><div></div></div> |                                              |                                              |                                              |                                              |   |     |   |   |  |
| 4       | Выбор направления исследования                    | Ст, НР      | 2                          |                                              |                                              |                                              | <div><div></div><div></div><div></div></div> |                                              |                                              |                                              |   |     |   |   |  |
| 5       | Календарное планирование работ                    | Ст, НР      | 2                          |                                              |                                              |                                              |                                              | <div><div></div><div></div><div></div></div> |                                              |                                              |   |     |   |   |  |
| 6       | Подбор и изучение материалов по теме              | Ст          | 16                         |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              | <div><div></div><div></div><div></div></div> |                                              |   |     |   |   |  |
| 7       | Создание процесса отделения механических примесей | Ст, НР      | 13                         |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              | <div><div></div><div></div><div></div></div> |   |     |   |   |  |
| 8       | Разработка методики                               | Ст          | 9                          |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              |                                              | <div><div></div><div></div><div></div></div> |   |     |   |   |  |

## Продолжение таблицы 12.

|    |                                                         |    |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|---------------------------------------------------------|----|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 9  | Оценка<br>эффективности<br>полученных<br>результатов    | Ст | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | Написание<br>раздела<br>«Финансовый<br>менеджмент»      | Ст | 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 | Написание<br>раздела<br>«Социальная<br>ответственность» | Ст | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 | Оформление ВКР                                          | Ст | 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Обозначения: Руководитель – ; Бакалавр .

### 3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В ходе развития бюджета научно-технического исследования применяется следующая классификация расходов:

- материальные расходы исследования;
- расходы на оборудование;
- основная заработная оплата исполнителей темы;
- дополнительная заработная оплата исполнителей темы;
- страховые отчисления;
- накладные затраты.

### 3.4.1 Расчёт материальных затрат НТИ

С целью выполнения данного раздела необходимы материальные траты на:

- покупаемые со стороны материалы, требуемые для получения научно-технической продукции;
- покупные материалы, применяемые в ходе формирования научно-технического продукта с целью предоставления стандартного технологического процесса, а также для упаковки продукта или расходуемые на прочие производственные нужды;

- покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты, подвергающиеся впоследствии монтажу или другой обработке.

### 3.4.2 Расчёт материальных затрат

Расчет проводим по формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх } i}, \quad (13)$$

где  $m$  – число разновидностей материальных ресурсов, употребляемых при выполнении НТИ;

$N_{\text{расх } i}$  – число материальных ресурсов  $i$ -го вида, предполагаемых к применению при выполнении НТИ;

$k_T$  – коэффициент, рассматривающий транспортно-заготовленные затраты,  $k_T = 0,2$ ;

$C_i$  – стоимость получения единицы  $i$ -го вида употребляемых материальных ресурсов.

В таблице 13 представлены материальные расходы этого научно-технического исследования.

Таблица 13 – Материальные расходы НТИ

| Наименование материала, единица измерения | Норма расхода материала, нат. ед. | Цена за единицу, руб./нат. ед. | Стоимость материалов, руб. |
|-------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Образец ингибитора коррозии               | 1                                 | 1925                           | 1925                       |
| Электроэнергия                            | 300 Вт*ч                          | 4,0                            | 1200                       |
| Итого                                     |                                   |                                | 3125                       |

### 3.4.3 Расчёт затрат на оборудование для НТИ

Рассчитаем расходы, сопряженные с получением специального оборудования для выполнения НТИ.

Значение ежегодной амортизации найдём по формуле:

$$A_{\text{год}} = \frac{C_{\text{перв}}}{T_{\text{пи}}}, \quad (14)$$

где  $C_{\text{перв}}$  – первоначальная цена, руб;

$T_{\text{пи}}$  – продолжительность полезного использования, год.

Все вычисления по приобретению оборудования заносим в таблицу 14.

Таблица 14 - Расчёт затрат на оборудование для НТИ

| Наименование              | Количество единиц | Цена за единицу, руб | Время полезного использования, год | Сумма амортизационных отчислений, руб |
|---------------------------|-------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Блок дозирования реагента | 1                 | 950000               | 10                                 | 950000                                |
| Фильтр                    | 1                 | 75000                | 10                                 | 75000                                 |
| Итого                     |                   |                      |                                    | 1025000                               |

### 3.4.4 Основная заработная плата исполнителей темы

Раздел содержит основную и дополнительную заработную плату сотрудников, напрямую занимающихся исполнением НТИ. Сюда также прибавляется ежемесячная премия, составляющая 30 % от оклада:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}, \quad (15)$$

где  $З_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата научного руководителя считается по формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}}, \quad (16)$$

где  $З_{\text{дн}}$  – средняя ежедневная оплата сотруднику, руб.;

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работы, проделанной сотрудником, раб. дни.

Средняя ежедневная заработная плата сотрудника:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}}, \quad (17)$$

где  $З_{\text{м}}$  – оклад сотрудника за месяц, руб.;

$М$  – количество рабочих месяцев в год, для 5-дневной недели  $М=11,2$ , для 6-дневной  $М=10,4$ ;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени сотрудника, раб дни.

Составим баланс рабочего времени каждого сотрудника НТИ в таблице 15.

Таблица 15 - Баланс рабочего времени каждого сотрудника НТИ

| Показатель рабочего времени  | Научный руководитель | Инженер |
|------------------------------|----------------------|---------|
| Число дней в году            | 365                  | 365     |
| Количество нерабочих дней:   |                      |         |
| Выходные и праздничные дни   | 122                  | 122     |
| Потери рабочего времени:     |                      |         |
| Отпуск                       | 28                   | 28      |
| Больничный лист              | 0                    | 0       |
| Действительное рабочее время | 215                  | 215     |

Рассчитаем месячный оклад сотрудника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (18)$$

где  $З_{\text{тс}}$  – заработная плата по окладу, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент,  $k_{\text{пр}} = 0,3$ ;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат,  $k_{\text{д}} = 0,3$ ;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент,  $k_{\text{р}} = 1,3/1,25$ .

Расчёт заработной платы сотрудников НТИ представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Основная заработная оплата сотрудников

| Сотрудник            | З <sub>тс</sub> , руб. | $k_d$ | $k_p$ | З <sub>м</sub> , руб. | З <sub>дн</sub> , руб. | Т <sub>р</sub> , раб. дни | З <sub>осн</sub> , руб. |
|----------------------|------------------------|-------|-------|-----------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Научный руководитель | 35000                  | 0,3   | 1,3   | 58240                 | 4846                   | 6                         | 29076                   |
| Инженер              | 15000                  | 0,3   | 1,3   | 24960                 | 2077                   | 6                         | 12462                   |
| Итого                |                        |       |       |                       |                        |                           | 41538                   |

Рассчитаем дополнительную заработную оплату:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (19)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы,  $k_{\text{доп}} = 0,13$ .

Общая заработная оплата сотрудников приведена в таблице 17.

Таблица 17 – Общая заработная оплата сотрудников НТИ

| Сотрудник            | З <sub>осн</sub> , руб. | З <sub>доп</sub> , руб. | З <sub>зп</sub> , руб. |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Научный руководитель | 29076                   | 3780                    | 32856                  |
| Инженер              | 12462                   | 1620                    | 14082                  |
| Итого                |                         |                         | 46938                  |

### 3.4.5 Страховые отчисления

В данном разделе затрат отобразим обязательные отчисления согласно установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, а также медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Сумму страховых отчислений определим по формуле:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (20)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

На 2022 год для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, вводится пониженная ставка – 20 %.

В таблице 18 представлены отчисления во внебюджетные фонды.

Таблица 18– Отчисления во внебюджетные фонды

| Сотрудник            | $З_{\text{зп}}$ , руб. | $З_{\text{внеб}}$ , руб. |
|----------------------|------------------------|--------------------------|
| Научный руководитель | 32856                  | 6571                     |
| Инженер              | 14082                  | 2816                     |
| Итого                |                        | 9387                     |

### 3.4.6 Накладные расходы

Накладные затраты принимают во внимание другие расходы компании, не попавшие в предшествующие разделы затрат. К накладным затратам относят печать и копирование различных графических материалов, оплата услуг связи и электричества, автотранспортные расходы и прочее.

Определим их по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1/7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (21)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы,  $k_{\text{нр}} = 16 \%$ .

Тогда накладные расходы:

$$Z_{\text{накл}} = (3125 + 1025000 + 46938 + 9387) \cdot 0,16 = 173512 \text{ руб.}$$

### 3.4.7 Формирование бюджета НТИ

Рассчитанный размер расходов НТИ считается базой для формирования расходов проекта, который при создании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижней границы расходов в процессе разработки научно-технической продукции.

Бюджет для НТИ в таблице 19.

Таблица 19 – Бюджет НТИ

| Наименование статьи               | Сумма, руб. | Структура затрат, % |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|
| Материальные затраты              | 3125        | 0,25                |
| Затраты на оборудование           | 1025000     | 82,09               |
| Затраты по общей заработной плате | 46938       | 3,76                |
| Отчисления во внебюджетные фонды  | 9387        | 0,75                |
| Накладные расходы                 | 173512      | 13,90               |
| Бюджет затрат проекта             | 1248575     | 100,00              |

Вывод: В данном разделе были распределены обязанности каждого участника научно-исследовательского проекта, определены трудоёмкость работ и значение трудозатратности всех исполнителей, разработан и построен календарный план-график для каждого сотрудника проекта.

Произведены расчёты и сформирован бюджет НТИ, который составил 1299279 руб. По полученным значениям можно сделать вывод, что наибольшие затраты производства приходятся на оборудование, а наименьшие на материальные затраты НТИ.

### **3.5 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель найдем по формуле:

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

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения НТИ.\

Определим интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (23)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности НТИ.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Таблица 20 — Сравнительная оценка характеристик исполнения проекта

| Критерии                | Весовой коэффициент | Бальная оценка разработки |
|-------------------------|---------------------|---------------------------|
| Надежность              | 0,25                | 5                         |
| Безопасность            | 0,20                | 4                         |
| Простота в эксплуатации | 0,20                | 5                         |
| Энергосбережение        | 0,20                | 5                         |
| Материалоемкость        | 0,15                | 5                         |
| Итого                   | 1,00                |                           |

$$I_{pi.} = 0,25 * 5 + 0,20 * 4 + 0,20 * 5 + 0,20 * 5 + 0,15 * 5 = 4,8$$

Вывод: В данном разделе приведена сравнительная оценка характеристик исполнения проекта. Было определено значение интегрального показателя ресурсоэффективности, которое равно 4,8 и близко к максимальному значению (по 5 бальной шкале), что говорит о достаточной эффективности проекта.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|                     |                                     |                              |                              |
|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Группа<br>3-2Б7Г2   |                                     | ФИО<br>Голев Алексей Юрьевич |                              |
| Школа               | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение (НОЦ)              | Нефтегазовое дело            |
| Уровень образования | Бакалавриат                         | Направление/специальность    | Нефтегазовое дело (21.03.01) |

Тема ВКР:

|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Подбор оборудования для эксплуатации скважин в условиях активного выноса механических примесей на нефтяных месторождениях Западной Сибири</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Введение</b>                                                                                                                                  | <p><b>Объект исследования:</b> механические примеси и методы борьбы с ними.</p> <p><b>Область применения:</b> нефтегазовая промышленность.</p> <p><b>Рабочая зона:</b> полевые условия.</p> <p><b>Климатическая зона:</b> умеренная.</p> <p><b>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</b> эксплуатационная колонна; поверхность колес насосов; насосно-компрессорные трубы, наземные коммуникации, блок дозирования реагента.</p> <p><b>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</b> контроль параметров процессов, мероприятия по удалению газа из затрубного пространства, закачка ингибитора.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации</b>                                                           | <p>Трудовой кодекс Российской Федерации;</p> <p>Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" (от 15 декабря 2020 года N 534);</p> <p>СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение;</p> <p>СП 51.13330.2011. Защита от шума;</p> <p>СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания";</p> <p>ГОСТ 12.2.003–91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности;</p> <p>Федеральный закон от 28.12.2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;</p> <p>Постановление Правительства РФ от 28.04.2020 N 601 (ред. от 02.12.2021) "Об утверждении Временных правил работы вахтовым методом";</p> <p>Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды";</p> <p>Федеральный закон 123-ФЗ от 13.07.2015г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;</p> <p>Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности от 15 декабря 2020 года N 536 "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением".</p> |

|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> | <p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести: движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие деревья и их части;</li> <li>2. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;</li> <li>3. Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями, неионизирующими ткани тела человека, связанного с повышенным образованием электростатических зарядов;</li> <li>4. Производственные факторы, связанные с использованием оборудования, работающего под избыточным давлением.</li> </ol> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Производственные факторы, связанные с чрезмерно или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать обморожения тканей организма человека;</li> <li>2. Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся: повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума;</li> <li>3. Производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся: повышенным уровнем локальной вибрации;</li> <li>4. Производственные факторы, связанные со световой средой (некогерентными неионизирующими излучениями оптического диапазона электромагнитных полей) и характеризующиеся чрезмерными (аномальными относительно природных значений и спектра) характеристиками световой среды, затрудняющими безопасное ведение трудовой и производственной деятельности: отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения, отсутствие или недостатка необходимого искусственного освещения;</li> <li>5. Производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести: неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы.</li> <li>6. Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека, такие как физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса, нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.</li> </ol> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты:</b> Спецодежда, солнцезащитные очки, каска, наушники, резиновые перчатки, диэлектрические коврики, заземление,</p> |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                  | ограждения, предохранительная арматура.<br><b>Расчёт:</b> Расчёт уровня шума.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b>            | <b>Воздействие на селитебную зону:</b> на промышленных объектах по добыче нефти и природного газа необходима санитарно-защитная зона класса-I, протяженностью 1000м.<br><b>Воздействие на литосферу:</b> химическое загрязнение при авариях, уничтожение растительных сообществ и почвенного покрова, загрязнение отходами производства и потребления.<br><b>Воздействие на гидросферу:</b> загрязнение вод чужеродными веществами, используемыми в составе ингибитора; жидкие отходы бурения; производственно-дождевые и хозяйственно-бытовые стоки.<br><b>Воздействие на атмосферу:</b> выбросы вредных веществ от объектов промысла. |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b> | <b>Возможные ЧС:</b><br>Природного характера: паводковые наводнения, лесные и торфяные пожары, ураганы, метели и снежные заносы.<br>Техногенного характера: прекращение подачи электроэнергии, пожар на объекте, нарушение герметичности аппаратов и трубопроводов, пропуск сальников насосов, арматуры, взрыв.<br><b>Наиболее типичная ЧС:</b> пропуск ингибитора в связи с нарушением герметичности соединений.                                                                                                                                                                                                                       |
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

**Задание выдал консультант:**

| Должность             | ФИО                    | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------------------|------------------------|------------------------|---------|------------|
| Старший преподаватель | Авдеева Ирина Ивановна | -                      |         | 30.04.2022 |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа  | ФИО                   | Подпись | Дата       |
|---------|-----------------------|---------|------------|
| 3-2Б7Г2 | Голев Алексей Юрьевич |         | 30.04.2022 |

## **4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Область применения разрабатываемого решения - нефтегазовая промышленность. Реальные и потенциальные пользователи – нефтяные компании.

Объектом исследования являются скважины, имеющие дополнительное оборудование для защиты от механических примесей. Рабочая зона расположена непосредственно на скважине месторождения Х. Месторождение находится в северо-западной части Сургутского района Ханты-мансийского автономного округа, в 17 км северо-западнее г. Когалыма и в 140 км к северу от г.Сургута. Климатическая зона - умеренная.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в настоящее время на позднем этапе разработке находится основная часть нефтяных месторождений. Данный этап характеризуется увеличением доли количества воды, трудноизвлекаемых запасов, что снижает производительность и приводит к снижению количества добываемой нефти. Поэтому, для нефтяных компаний становится необходимым проведение различных мероприятий, позволяющих увеличить приток нефти и нефтеотдачу пластов и сделать это максимально безопасно для жизни и здоровья работников, а также для окружающей среды.

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Для обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе выполнения трудовой деятельности применяется комплекс мер, содержащий правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Обеспечение охраны здоровья и условий труда, соответствующих требованиям безопасности, изложены в Статье 37 Конституции РФ и являются незыблемыми правами граждан. На основании данного документа

базируется ряд законов и нормативных актов, уточняющих и расширяющих понятие охраны и защиты труда.

Значимым документом является Трудовой кодекс, охватывающий вопросы от правового возникновения трудовых отношений, до детального рассмотрения трудового договора, времени отдыха и профессиональной подготовки работника, охраны труда, разрешения трудовых споров и т.д. Согласно Главе 35 для обеспечения контроля за соблюдением на предприятиях мер по охране труда и здоровья работников, существует ряд служб – федеральные и органы исполнительной власти субъектов РФ, а также органы местного самоуправления. Государственный надзор за исполнением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, осуществляют Генеральный прокурор Российской Федерации и подчиненные ему прокуроры в соответствии с федеральным законом.[12]

Кроме того, непосредственно на предприятии согласно уполномоченной организацией проводится социальная оценка условий труда, согласно Федеральному закону от 28.12.2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда». Возможно создание на предприятии внутренних комиссий или комитетов на базе профсоюзов.[18]

Правовой документ конкретизирует правовые аспекты взаимоотношений работодателей и работников в области охраны труда (гарантии, права и обязанности работников; обязанности работодателей; полномочия органов государственной власти в области охраны труда и т.д.). Статья 8 гласит, что рабочее место должно соответствовать требованиям охраны труда и быть защищенным от влияния вредных и опасных производственных факторов и её организация должна соответствовать правовым нормам, а также антропометрическим, социальным, психофизическим данным работника.

Кроме того, работник должен быть проинформирован об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных или опасных

производственных факторов и ознакомлен с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" (от 15 декабря 2020 года N 534).

Сохранение жизни и здоровья работника является приоритетной задачей. Для её выполнения при поступлении на работу проводится медосмотр, с целью проверки здоровья кандидата на соответствие. В соответствии с Приложением N1 ТК, для выявления воздействия вредных факторов и вероятности развития профессиональных заболеваний, проводятся плановые медосмотры с участием врачей и проведением лабораторных исследований.[12]

Также должны соблюдаться нормы, согласно СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".[16]

#### **4.2 Производственная безопасность**

При выполнении работ по подаче ингибитора в скважину используются токсичные вещества, которые могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Также опасность представляют движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования.

Данный технологический процесс относится к вредным и опасным для здоровья персонала.

Наиболее опасные места на установке:

1. эксплуатационная колонна;
2. поверхность колес насосов;
3. насосно-компрессорные трубы;
4. блок дозирования реагента.

Перечень вредных и опасных факторов, представлен в таблице 21.[23]

Таблица 21 – Перечень возможных опасных и вредных производственных факторов

| Факторы<br>(ГОСТ 12.0.003-2015)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Нормативные документы                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести: движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие деревья и их части;               | ГОСТ 12.2.003–91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности                                                                            |
| 2. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»                                                                          |
| 3. Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями, неионизирующими ткани тела человека, связанного с повышенным образованием электростатических зарядов                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»                                                                          |
| 4. Производственные факторы, связанные с использованием оборудования, работающего под избыточным давлением                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности от 15 декабря 2020 года N 536 "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением" |
| 5. Производственные факторы, связанные с чрезмерно или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать обморожения тканей организма человека                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"                                                         |
| 6. Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуются: повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума                                                                                                                                                                                                                                                                                                | СП 51.13330.2011. Защита от шума                                                                                                                                                                       |
| 7. Производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризуются: повышенным уровнем локальной вибрации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ГОСТ 26568-85 «Вибрация. Методы и средства защиты»                                                                                                                                                     |
| 8. Производственные факторы, связанные со световой средой (некогерентными неионизирующими излучениями оптического диапазона электромагнитных полей) и характеризуются чрезмерными (аномальными) относительно природных значений и спектра) характеристиками световой среды, затрудняющими безопасное ведение трудовой и производственной деятельности: отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения, отсутствие или недостатки необходимого искусственного осв. | СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение                                                                                                                                               |

Продолжение таблицы 21 – Перечень возможных опасных и вредных производственных факторов

| Факторы<br>(ГОСТ 12.0.003-2015)                                                                                                                                                                                                                                     | Нормативные документы                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека, такие как физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса, нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса. | СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" |

#### 4.2.1 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

К опасным производственным факторам при подаче ингибиторов в скважины и оборудование относятся:

- 1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования*

При проведении работ используется автомобильный транспорт – автоцистерна вакуумная, насос (АКН), в связи с чем необходимо проводить мероприятия по устранению возможных механических травм. К методам обеспечения безопасности 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. В качестве профилактических мер необходимо устанавливать предупреждающие знаки в виде табличек, согласно ГОСТ Р 12.4.026-2001. Также планируется систематически производить проверку наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановую и внеплановую проверку 54 пусковых и тормозных устройств; проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов ГОСТ 12.2.003 – 91.[17]

## *2. Электрический ток*

На месторождениях используется осветительная и силовая сеть с напряжением 220 В, которая является источником освещения бытовых, складских, конторских и промышленных объектов разработки и эксплуатации скважин. Силовая сеть ~380 В – используется для привода электродвигателей во вспомогательных цехах (мастерских, растворных узлах и т. д.), а также на объектах нефтедобычи (кустах) для приводов УЭЦН и бригадного хозяйства по ремонту скважин. Токопроводящими проводниками для осветительной сети являются токоизолирующие проводники типа полихлорвиниловой изоляции необходимого сечения – 4 - 1,5. Необходимо проводить для сотрудников инструктажи по электробезопасности перед началом работ.

На месторождении используются следующие средства защиты людей:

- обеспечение недоступности токоведущих частей (кожухи, камеры);
- индивидуальные средства защиты (резиновые перчатки, диэлектрические коврики);
- заземление.

Методы защиты от статического электричества следующие:

- замена горючих средств менее горючими;
- изменение способности горючих веществ к электризации (антистатические присадки);
- вынос объектов, опасных по генерированию статического электричества, за пределы производственных помещений, в которых могут образоваться пожаро- и взрывоопасные смеси паров и газов.[24]

## *3. Работы с оборудованием под высоким давлением*

Превышение максимального допустимого давления, отказы или выход из строя регулирующих и предохранительных клапанов. Высокий уровень давления в технологическом оборудовании и трубопроводах могут привести к разрушению оборудования и как следствие нанести травмы работникам в том числе не совместимые с жизнью. Для предотвращения возникновения инцидентов на производстве применяют средства измерения КИПиА и

предохранительную арматуру, а также соблюдение техники безопасности при работе с объектами, находящимися под большим давлением. Каждый сотрудник обязан иметь удостоверение о допуске к работе с оборудованием под высоким давлением.[22]

#### **4.2.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

К вредным производственным факторам при проведении работ по защите оборудования от механических примесей относятся:

##### *1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе*

Микроклимат определяет действующие на организм человека сочетания температуры, влажности, скорости движения воздуха и других условий рабочей зоны. Температура воздуха ниже минус 45°C даже при незначительной скорости ветра 2 м/с служит основанием для прекращения работ.

Расстояние от рабочего места до помещения для обогрева должно быть не более 150 м для открытых территорий и 75 м – для необогреваемых помещений.

При температуре воздуха выше 30°C и при скорости ветра более 15 м/с все виды работ на открытом воздухе прекращаются.

На промысле применяются следующие средства индивидуальной защиты: спецодежда и обувь на все сезоны (солнцезащитные очки, каска, перчатки, шапка).[16]

##### *2. Повышенный уровень шума на рабочем месте*

Шум исследуется при наличии на рабочем месте источников шума, создаваемыми следующими объектами:

- оборудование скважин;
- буровые установки, специальные машины (передвижная паровая установка);
- блок дозирования реагента.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности для производственных объектов приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Предельно допустимые уровни звука

| Вид трудовой деятельности, рабочее место                                                                           | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц |    |     |     |     |      |      |      |      | Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|---------------------------------------------------|
|                                                                                                                    | 31,5                                                                                     | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                                                   |
| Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятия |                                                                                          |    |     |     |     |      |      |      |      | 80                                                |
|                                                                                                                    | 107                                                                                      | 95 | 87  | 82  | 78  | 75   | 73   | 71   | 69   |                                                   |

Значение уровня звука на рабочем месте составляет 70-80 дБА. Доставка рабочих на месторождения осуществляется путем перелета на вертолетах, который создают уровень шума 95-100 дБА, превышающий допустимый. Для защиты органов слуха рабочих применяются специальные наушники. [15]

### 3. Повышенный уровень вибрации

Длительное воздействие производственной вибрации на организм работающих приводит к развитию вибрационной болезни.

Источники вибрации на объекте:

- оборудование скважин;
- буровые установки, специальные машины (передвижная паровая установка);
- блок дозирования реагента.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) от вибрации по месту контакта оператора с вибрирующим объектом подразделяют:

- СИЗ рук оператора: рукавицы; перчатки; вкладыши; прокладки;
- СИЗ ног оператора: обувь; подметки; наколенники;
- СИЗ тела оператора: нагрудники; пояса, специальные костюмы.

Также защитой от влияния вибрации будет являться сокращение времени проведения работ. [25]

#### *4. Недостаточная освещенность*

Минимальная освещенность кузовных площадок в темное время суток или при недостаточном естественном освещении составляет 20 лк, что соответствует норме.

Согласно СП 52.13330.2016. «Естественное и искусственное освещение», средняя освещенность рабочих поверхностей мест производства работ, расположенных вне зданий, на эстажерках вне зданий и под навесом, при разряде зрительной работы XVI (постоянное наблюдение за ходом производственного процесса) равна 20 лк. Удельные мощности искусственного освещения мест производства работ вне зданий не должны превышать 1 Вт/м<sup>2</sup>.

Для искусственного освещения следует использовать энергоэффективные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшими световой отдачей и сроком службы, с учетом требований к цветоразличению.

#### *5. Укусы насекомых*

Для защиты от укусов насекомых используются следующие СИЗ: спецодежда, очки, москитная сетка, репелленты. Также каждый сотрудник подвергается обязательному страхованию жизни и здоровья от клещевого энцефалита.[13]

#### *6. Психофизиологические факторы*

Психофизиологическое воздействие на организм человека, такие как физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса, нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.

Для защиты применяют:

- снижение физических нагрузок;
- перевод рабочих на другие условия труда;
- устройство коротких, но частых перерывов в работе;

- переключение при умственной деятельности.

### **4.3 Экологическая безопасность**

При проведении работ по приему и подаче ингибитора мы можем наблюдать вредное воздействие на селитебную зону, литосферу, гидросферу и атмосферу. Исторически в качестве основы для ингибиторов использовались соли тяжелых металлов, такие как хроматы, фосфаты, полифосфаты, ортофосфаты.

Чтобы максимально минимизировать отрицательное воздействие, необходимо соблюдать все установленные правила для такого рода работ.

#### **4.3.1 Источники загрязнения атмосферы и мероприятия по охране атмосферного воздуха**

Исторически в качестве основы для ингибиторов использовались соли тяжелых металлов, такие как хроматы, фосфаты, полифосфаты, ортофосфаты.

Как показывает опыт эксплуатации нефтегазоконденсатных месторождений, основными источниками загрязнения атмосферы является оборудование основного технологического процесса. На месторождениях с сопоставимыми запасами выбросы вредных веществ от объектов промысла создают повышенные концентрации загрязняющих веществ на площадке промысла и в непосредственной близости от нее.

Минимизация негативного воздействия на атмосферный воздух достигается:

- полной герметизацией всего технологического оборудования;
- контролем швов сварных соединений трубопроводов;
- защитой оборудования от коррозии;
- оснащением предохранительными клапанами всей аппаратуры, в которой может возникнуть давление, превышающее расчетное;
- откачкой нефти и продуктов переработки при аварийной ситуации в дренажные емкости;

- испытанием оборудования и трубопроводов на прочность и герметичность после монтажа;

На случай опасного превышения давления в технологических аппаратах и трубопроводах они оснащаются автоматическими системами управления клапанами и задвижками, которые обеспечивают отключение отдельных установок и участков трубопроводов в предаварийных ситуациях.

#### **4.3.2. Источники загрязнения поверхностных вод и охрана водоемов от загрязнения**

Существенным фактором воздействия на водоемы может стать загрязнение вод чужеродными веществами, используемыми в составе ингибитора. Наиболее вероятными загрязнителями при освоении месторождения являются взвешенные вещества, компоненты буровых растворов, хлорид-ион, нефтепродукты, метанол.

При обустройстве и эксплуатации месторождения будут образовываться стоки:

- жидкие отходы бурения;
- производственно-дождевые;
- хозяйственно-бытовые.

В целях обеспечения экологической безопасности и предотвращения загрязнения охраны окружающей среды стоки будут очищаться на специально построенных канализационных очистных сооружениях до установленных нормативов, и закачиваться в поглощающие скважины. В качестве поглощающих будут использоваться специально построенные для закачки стоков скважины.

#### **4.3.3 Источники загрязнения почвы и мероприятия по предупреждению загрязнения**

Негативное воздействие на земли при разработке месторождения оказывается при изъятии земель под объекты промысла, механическим нарушением почв, при строительстве объектов и химическим загрязнением земель при авариях.

На землях краткосрочного пользования происходит сведение древесных насаждений (трансформация растительных сообществ), нарушение почвенного покрова.

На землях долгосрочного пользования происходит уничтожение растительных сообществ и почвенного покрова. Восстановление их возможно только после ликвидации объектов.

При освоении нефтегазоконденсатных месторождений воздействие на земли происходит в результате:

- изъятия земель из существующей структуры землепользования при размещении объектов обустройства;

- подтоплении земель в результате нарушения режима поверхностного стока;

- загрязнении почв технологическими жидкостями и отходами производства и потребления. В целях охраны и рационального использования земель при освоении Казанского месторождения предусматривается:

- строительство скважин группами («кустами») на общих технологических площадках и прокладка трубопроводов, ЛЭП и автодорог в едином коридоре коммуникаций;

- использование в технологическом процессе объектов, расположенных за пределами лицензионного участка и обслуживающих одновременно два и более промысла (установки подготовки нефти и газа, вертолетные площадки, вахтовые поселки и т.д.);

- снятие плодородного слоя почв перед строительством объектов на отводимых участках и использование его для рекультивации земель по окончании строительства;

- строительство водопропускных сооружений;

- создание обваловки вокруг технологических площадок, представляющих особую опасность для окружающей среды (кустовые площадки, шламовые амбары, склады ГСМ).

#### **4.3.4 Воздействие на селитебную зону**

На промышленных объектах по добыче нефти и природного газа необходима санитарно-защитная зона класса-I, протяженностью 1000м для защиты жилых зон месторождения от химического загрязнения атмосферы, почвы и шума от производственных площадок промысла.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

На месторождении могут возникнуть различные чрезвычайные ситуации:

а) Природного характера: паводковые наводнения, лесные и торфяные пожары, ураганы, метели и снежные заносы.

б) Техногенного характера: прекращение подачи электроэнергии, пожар на объекте, нарушение герметичности аппаратов и трубопроводов, пропуск сальников насосов, арматуры, что приводит к загазованности, утечки нефтепродуктов, возможности отравления продуктами горения, пожару, взрыву.

Наиболее часто встречается пропуск ингибитора в связи с нарушением герметичности соединений на устье скважины, из-за нарушения герметичности.

Возможные причины аварии:

- Механические повреждения;
- Коррозия, износ, утоньшение стенок оборудования, трубопроводов;
- Некачественные сварные соединения;
- Заводские дефекты;
- Возникновение в конструкции оборудования, трубопроводов, арматуры напряжений и давлений превышающих расчетные;
- Износ и не герметичность уплотнительных соединений;
- Нарушение (прогар) изоляции нефтепогружного кабеля.

Причинами пожара на промысле, является горение паровоздушных смесей углеводородов и легковоспламеняющихся веществ, и как следствие образование огневого шара, время которого колеблется от нескольких секунд

до нескольких минут. Опасным фактором огневого шара является тепловой импульс.

Пожарная профилактика на производстве достигается правильным проектированием, эксплуатации и обеспечением средствами пожаротушения, а также проведением своевременных инструктажей по пожарной безопасности.

Пожарный инвентарь:

Также следует соблюдать правила хранения взрывоопасных веществ.

Действия производственного персонала по спасению людей, ликвидации аварийных ситуаций и аварий:

- Сообщить об аварии непосредственному руководителю;
- Оповестить об аварии руководителей и специалистов согласно списку оповещения;
- Оценив обстановку, в зависимости от степени опасности, дать распоряжение о вызове требуемых для ликвидации специалистов;
- Определить опасную зону. Вывести людей, не занятых ведением технологического процесса и не участвующих в ликвидации аварии из опасной зоны. Выставить посты, предупредительные знаки на путях возможного появления людей и техники. Оказать первую помощь пострадавшим;
- Вывести технику за пределы территории куста скважин или заглушить;
- Отсечь аварийный участок, закрыть задвижки на скважине и в АГЗУ, произвести сброс давления с поврежденного участка;
- Приступить к ремонтно – восстановительным работам.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАЗДЕЛУ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

В данном разделе была рассмотрена технология закачки ингибитора в скважину и непосредственно рабочее место. В результате проделанной работы было проведено исследование вредных и опасных факторов, возникающих в процессе закачки ингибитора и очистки добываемой нефти от механических примесей. Рассмотрены методы и способы защиты персонала.

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были продемонстрированы в данном разделе, за исключением фактора, связанного с повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума. Для минимизации влияния данного фактора на организм человека, достаточно соблюдать меры, приведенные в СП 51.13330.2011. «Защита от шума». [15]

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать I группой допуска по электробезопасности. Присвоение группы I по электробезопасности производится путем проведения инструктажа, который должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током. [24]

Категория тяжести труда в лаборатории по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к категории Пб (работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением).[16]

В процессе работы используются токсичные легковоспламеняющиеся жидкости, пары которых образуют с воздухом взрывоопасные смеси.

Данный технологический процесс относится к вредным для здоровья персонала, так как связан с использованием токсичных веществ, движущегося оборудования. Также негативно влияет на организм человека повышенный уровень шума, вибрации. Высокая вероятность аварии, взрыва или пожара.

Рассмотренный объект оказывает незначительное негативное воздействие на окружающую среду и относится к объектам I категории. [26]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы был сделан вывод о том, что замена изношенного оборудования, на новое отечественное, разработанное для скважин с большим содержанием механических примесей не только экономически выгодно для нефтедобывающего предприятия, но и поддерживает отечественного производителя.

Наиболее эффективным подходом к проблеме удаления механических примесей вместе с извлеченными продуктами является разработка и применение комплекса мер, направленных на предотвращение и уменьшение негативного воздействия примесей на промышленное оборудование. Среди них: укрепление призабойной зоны скважины физико-химическими или химическими методами, оснащение скважин фильтром, капитальный ремонт скважин с непрерывным отслеживанием количества включений, перевод скважины на оптимальный режим с учетом комплексного воздействия элемента воздействия. В то же время вся технология эксплуатации должна рассматриваться как единое целое, а не отдельные технические решения.

Результаты исследования показали, что при установке фильтра на максимальной глубине, на которой твердая фаза не извлекается, песок со дна скважины, увеличивается в связи с соответствующей глубокой работой без появления включений. В то же время тип фильтра зависит в основном от коэффициента, зависящего от формы частиц и скорости радиуса, где значения давления в резервуаре начали меняться.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Особенности добычи нефти с высоким содержанием механических примесей: электронный научный журнал «Нефтегазовое дело» / Бахтизин Р.Н, Смольников Р.Н. – Уфа, 2012. – 169с.
2. Технологические решения, направленные на ограничение выноса пластового песка из добывающих скважин: электронный научный журнал / Гасумов Р.А., Кукулинская Е.Ю. – Ставрополь, 2016. – 176с.
3. Методы интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи для месторождений Западной Сибири: учебное пособие / Т. К. Апасов, Р. Т. Апасов, Г. Т. Апасов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 187с.
4. Комплексные схемы ультразвукового воздействия на пласты Самотлорского месторождения: Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. Наука и ТЭК / Т.К. Апасов, В.О. Абрамов, М.С. Муллакаев, Ю.А. Салтыков, Г.Т. Апасов. – Тюмень, 2011. – № 6. – 80 с.
5. Химические методы ограничения выноса песка в нефтяный и газовых скважинах: ИПНГ РАН/. Цицорин А.И, Демьяновский В.Б., Каушанский Д.А. – Москва, 2010. – 8 с.
6. УЭЦН с широкими каналами в проточной части для малодебитных скважин с высоким содержанием механических примесей. Производственно-технический журнал «Инженерная практика» / Трулев А.В., Сабиров А.А., Сибирев С.В., Вербицкий В.С., Тимушев Ф.С. – Москва, 2017. – 142 с.
7. Апасов, Т.К. Анализ применения комплексных аппаратов ГП-105 на скважинах Кошильского месторождения: Известия высших учебных заведений. Сер. Нефть и газ / Т.К. Апасов, Г.Т. Апасов, М.Л. Макурин, Р.Т. Апасов . – Тюмень, ТюмГНГУ. 2011. – № 2. – 38с.
8. Обзор существующих методов борьбы с мехпримесями: Производственно-технический журнал «Инженерная практика»/ Камалетдинов Р.С., Лазарев А.Б. – Москва, 2010. – 124 с.

9. Об энергетических показателях УЭЦН: Производственно-технический журнал «Инженерная практика»/ Гинзбург М.Я., Павленко В.И., Климов В.П. – Москва, 2010. – 6 с.
10. Ибрагимов, Г.З. Химические реагенты для добычи нефти: справочник рабочего / Г.З. Ибрагимов, В.А. Сорокин, Н.И. Хисамутдинов. – М.: Недра, 1986. – 240с.
11. Ибрагимов, Г.З. Справочное пособие по применению химических реагентов в добыче нефти / Г.З. Ибрагимов, Н.И. Хисамутдинов. – М.: Недра, 1983. – 312с.
12. Трудовой кодекс Российской Федерации;
13. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" (от 15 декабря 2020 года N 534);
14. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение;
15. СП 51.13330.2011. Защита от шума;
16. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания";
17. ГОСТ 12.2.003–91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
18. Федеральный закон от 28.12.2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;
19. Постановление Правительства РФ от 28.04.2020 N 601 (ред. от 02.12.2021) "Об утверждении Временных правил работы вахтовым методом";
20. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды";
21. Федеральный закон 123-ФЗ от 13.07.2015г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

22. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности от 15 декабря 2020 года N 536 "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением";
23. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы»;
24. ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;
25. ГОСТ 26568-85 «Вибрация. Методы и средства защиты».
26. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 года N 2398 (с изменениями на 7 октября 2021 года) «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».
27. Ушаков А.В. Перспективы применения магнитной обработки пластового флюида с целью управления эффективностью работы погружных электроцентробежных насосов при эксплуатации в осложненных условиях. – Территория «НЕФТЕГАЗ», 2015. № 8. – С. 44-50.

### **МЕТОД ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ КАК ЗАЩИТА ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ**

Воздействие магнитного поля на нефтяной флюид (ОНФ-системы) является одной из более эффективных технологий для защиты от механических примесей. При использовании данной технологии снижается степень влияния сложных элементов, в связи с тем, что метод относится к группе низкоэнергетических. Метод относительно новый, поэтому имеет все шансы получить широкие перспективы для использования.

Анализ известных аппаратурных подходов к воздействию со стороны нефти показал, что представленное решение носит единичный характер, и в то же время системные принципы технологии плохо разработаны.

Исходя из опытных данных, можно сделать следующие выводы:

- Песок при воздействии магнитного поля диспергируется на более мелкие частицы;
- При воздействии магнитным полем на солеотложение, процесс образования соли становится более интенсивным. [27]