

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ВЫБОР ИСТОЧНИКА ЗАКАЧКИ ВОДЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

УДК 622.276.43(571.1)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Кувандыков Марк Рафаэлевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2021 г.

Планируемые результаты обучения

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7П	Кувандыков Марк Рафаэлевич

Тема работы:

Выбор источника закачки воды для поддержания пластового давления в различных геолого-физических условиях при разработке месторождений Западной Сибири	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	89–12/с от 30.03.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Тексты и графические материалы отчетов и исследовательских работ, фондовая и научная литература, технологические регламенты, нормативные документы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Пластовые воды: общая характеристика и классификации. Воды, используемые для закачки в пласт. Основные требования к закачиваемой воде. Критерии выбора оптимального источника воды. Технологическая подготовка пластовой воды. Проблема протекания технологического процесса системы ППД в Васюганском регионе. Анализ имеющейся технологии, используемого оборудования. Проектные показатели распределения подтоварной воды, необходимое оборудование. Гидравлический расчет и

	проектировка трубопровода. Теоретические предпосылки для расчета. Расчет потребного напора водовода низкого давления. Расчет толщины стенки.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, Спицына Любовь Юрьевна
Социальная ответственность	Старший преподаватель, Фех Алина Ильдаровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Обзор качества и требований к закачиваемой воде в продуктивный пласт	
Оптимизация технологического процесса системы ППД	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Юлия Анатольевна			31.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Кувандыков Марк Рафаэлевич		31.03.2021

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

- АРМ** – Асинхронный ролганговый модернизированный;
- БКНС** - Блочная кустовая насосная станция;
- ВНД** – Водовод низкого давления;
- ГОСТ** – Государственный стандарт;
- ДРС** – Датчик расхода;
- ИТР** - Инженерно-технический работник;
- КВЧ** - Количество взвешенных частиц;
- КИПиА** – Контрольно – измерительные приборы и автоматика;
- КО** – Клапан обратный;
- МР** – Методические рекомендации;
- НМШ** – Насос масляный шестереночный;
- ОНП** - Остаточные нефтепродукты;
- ОПЕК** – Организация стран экспортеров нефти;
- ПДК** - Предельно допустимая концентрация;
- ПЗП** - Призабойная зона пласта;
- ППД** - Поддержание пластового давления;
- ПРС** - Подземный ремонт скважин;
- РВС** – Резервуар вертикальный стальной;
- РТП** - Руководитель тушения пожара;
- СИЗ** - Средство индивидуальной защиты;
- СНиП** – Строительные нормы и правила;
- СП** – Свод правил;
- СТД** – Синхронный трехфазный двигатель;
- УПН** - Установка подготовки нефти;
- УПСВ** – Установка предварительного сброса воды;
- УЭЦН** – Установка электропогружного насоса;
- ЦНС** – Центробежный насос секционный;

ЦППД – Цех поддержания пластового давления;

NPV – Чистый дисконтированный доход;

IRR – Внутренняя норма дисконтирования;

PP – Простой срок окупаемости;

DPP – Срок окупаемости дисконтированный.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 85 страниц, в том числе 6 рисунков, 19 таблиц. Список литературы включает 34 источников.

Ключевые слова: блочная кустовая насосная станция закачка рабочего агента в пласт, пластовые воды, сточные воды, увеличение нефтеотдачи, поддержание пластового давления, поддержание пластового давления.

Объектом исследования являются источники закачки воды для ППД.

Цель исследования – обоснование критериев оптимального выбора источника закачки воды для ППД на месторождениях Западной Сибири.

В выпускной квалификационной работе были рассмотрены качества и требования к закачиваемой воде, её источники, а также подготовка этих вод для ППД.

Для поддержания пластового давления в залежь можно нагнетать как природные (пресные или слабоминерализованные), так и сточные (дренажные) воды, состоящие в основном, из пластовых (-85 %), пресных (~ 10 %) и ливневых (~ 5 %) вод. В пласт закачивается более 1 млрд м³ воды, в том числе 700-750 млн м³ пресной. С помощью заводнения сегодня добывается более 86 % всей нефти.

Область применения: нефтяные и газовые месторождения, добывающие и нагнетательные скважины.

Потенциальная экономическая эффективность связана с дополнительной добычей нефти за счет применения системы поддержания пластового давления

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ОБЗОР КАЧЕСТВА И ТРЕБОВАНИЙ К ЗАКАЧИВАЕМОЙ ВОДЕ В ПРОДУКТИВНЫЙ ПЛАСТ.....	12
1.1 Пластовые воды: общая характеристика и классификации	12
1.2 Воды, используемые для закачки в пласт	19
1.3 Основные требования к закачиваемой воде.....	20
1.4 Критерии выбора оптимального источника воды	24
2 ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СИСТЕМЫ ППД.....	28
2.1 Технологическая подготовка пластовой воды.....	28
2.2 Проблема протекания технологического процесса системы ППД в Васюганском регионе	32
2.3 Анализ имеющейся технологии, используемого оборудования.....	34
2.4 Проектные показатели распределения подтоварной воды, необходимое оборудование.....	36
2.5 Гидравлический расчет и проектировка трубопровода	39
2.5.1 Теоретические предпосылки для расчета.....	39
2.5.2 Расчет потребного напора водовода низкого давления	43
2.5.3 Расчет толщины стенки.....	48
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	53
3.1 Расчет совокупного изменения доходов и расходов проекта	53
3.2 Расчет основных экономических показателей.....	57
3.3 Выводы по разделу «Экономическая эффективность».....	59
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	62
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	62
4.2 Производственная безопасность	64

4.2.1 Анализ вредных производственных факторов, которые могут возникнуть в процессе строительства трубопровода	65
4.2.2 Анализ опасных производственных факторов, которые могут возникнуть в процессе строительства трубопровода	69
4.2.3. Мероприятия по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций в условиях действия опасных факторов	72
4.3 Экологическая безопасность	75
4.3.1 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух	75
4.3.2 Воздействие на поверхностные и подземные воды	76
4.3.3 Воздействие на земельные ресурсы и почвенный покров.....	76
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	77
4.5 Выводы по разделу «социальная ответственность».....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	81

ВВЕДЕНИЕ

Современная нефтегазовая промышленность сталкивается с необходимостью достижения максимальных показателей отбора нефти из пласта. Для этого принимают меры по поддержанию пластового давления за счёт системы ППД, представляющей из себя комплекс технологического оборудования, которое необходимо для подготовки, транспортировки и закачки воды в нефтяной пласт.

Поддержание пластового давления (ППД) закачкой воды, кроме повышения нефтеотдачи обеспечивает интенсификацию процесса разработки. Это обуславливается приближением зоны повышенного давления, создаваемого за счет закачки воды в водонагнетательные скважины, к добывающим.

На различных стадиях разработки нефтяных месторождений методы интенсификации добычи нефти, в зависимости от геолого-физической характеристики объектов, имеют свои особенности, которые проявляются при использовании их на практике в условиях конкретных месторождений.

Значимость решения задач по интенсификации добычи нефти кратко возрастают с вводом в разработку нефтяных месторождений с малопродуктивными пластами.

Опыт показывает, что проблема интенсификации возникает практически с момента вскрытия пласта в процессе бурения скважины.

Актуальность данной работы: востребованность достижения максимальных показателей отбора нефти из пласта улучшения интенсификации нефти.

Целью данной работы является обоснование критериев оптимального выбора источника закачки воды для ППД на месторождениях Западной Сибири.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Определить качество, используемой воды для ППД;
2. Проанализировать требования к закачиваемой воде в пласт;

3. Проанализировать технологический процесс поддержания пластового давления;

4. Предложить технико-экономические рекомендации по выбору источника воды для процесса поддержания пластового давления.

1. ОБЗОР КАЧЕСТВА И ТРЕБОВАНИЙ К ЗАКАЧИВАЕМОЙ ВОДЕ В ПРОДУКТИВНЫЙ ПЛАСТ

1.1 Пластовые воды: общая характеристика и классификации

В недрах нефтяной залежи попутно с нефтью и газом присутствует пластовая вода. Под термином «пластовые воды» (англ. Formation water; нем. Lagerstättenwasser, Flozwasser; франц. eaus de formation) – подземные воды, циркулирующие в пластах горных пород.

Исходя из литературных данных видно, что в залежах нефти и газа распределение жидкостей происходит по их плотностям. Самую верхнюю часть залежи занимает свободный газ, чуть ниже залегает нефть, а самый нижний пласт залежи – пластовая вода, которая в своем роде подпирает пласт нефти.

Но в природе пластовая минерализованная вода в залежах находится не только в водной зоне, но и в других пластах, тем самым насыщая продуктивные породы залежи. При эксплуатации скважин месторождений именно эта часть воды остается неподвижной. Данную воду называют «связанной» с породой, «реликтовой», «погребенной», «остаточной». Данный тип воды занимает до 20 % объема пустот. Оставшаяся часть воды выносятся к забоям скважин при бурении и поднимается на поверхность вместе с нефтью или газом. Данный тип воды называют пластовой водой [1].

Все разнообразие природных вод, добываемых попутно с нефтью и газом, представлено в основном минерализованными водами.

В нефтепромысловой геологии под пластовыми водами понимают воды, которые находятся в нефтяном пласте, или их иначе называют нефтяные воды (законтурные, подошвенные, промежуточные пластовые) [2].

Вода является неизменным спутником нефти и газа. В нефтяном месторождении вода залегает либо в водоносных пластах, либо в продуктивных пластах вместе с нефтью и газом. В ходе разработки месторождения вода, поступая в продуктивные пласты, далее продвигается по данным нефтегазоносным пластам. Иногда наблюдается поступление воды в

скважины при ее разработке из водоносных пластов, расположенных по всей глубине скважины. В последнее время при разработке скважин применяют технологию закачки добываемой воды в скважину для поддержания давления.

С точки зрения промысловой геологии все воды, находящиеся в нефтяных и газовых месторождениях, делятся на собственные воды, чуждые и техногенные (иначе называемые искусственно введенные в пласт) [3].

Собственные воды, или иначе остаточные воды представляют собой пластовые напорные воды, залегающие в нефтегазоносном пласте. Данный тип пластовых вод является основным видом подземных вод. В свою очередь, пластовые воды делятся на контурные или краевые, подошвенные и промежуточные.

- Контурные или краевые воды – это воды, залегающие за внешним контуром нефтеносности залежи газа или нефти.
- Подошвенная воды – это воды, залегающие под водонефтяным контактом или газо-водяным контактом.
- Промежуточными водами считают воды водоносных пропластков, которые только иногда залегают внутри нефтегазоносных пластов.
- Чужие или посторонние воды- это воды водоносных горизонтов, которые залегают либо выше или ниже нефтегазоносного пласта.
- Техногенные воды или искусственно введенные- это воды, закаченные в пласт для поддержания пластового давления, а также попавшие вместе с фильтратом промывочной жидкости при бурении или при ремонтных работах в скважине.

Разработками классификаций природных подземных вод занимались такие выдающиеся ученые как В. И. Вернадский, Жирмунский А.М., Козырев А.А., Ланге О.К., Лебедев А.Ф., Личков Б.Л., Мейнцер О.Э., Славянов Н.Н. и другие. Все предлагаемые классификации природных вод были основаны на

различных геохимических и гидродинамических критериях, условиях залегания и происхождением вод.

По одной из классификаций все пластовые воды делятся на две основные группы:

- 1) жесткие – хлоркальциевые или хлормагниевые;
- 2) щелочные – гидрокарбонатнатриевые.

По классификации И. К. Зайцева в гидрогеологии подземные воды подразделяются на 3 класса: порово-пластовые, трещинно-пластовые, карстовопластовые, каждый из которых может быть верховодной, грунтовой, межпластовой безнапорной или напорной (артезианской) водой.

По классификации Жданова М.А., пластовые воды нефтяных и газовых месторождений по отношению к залежи нефтеносного пласта делятся на несколько разновидностей (рисунок 1).

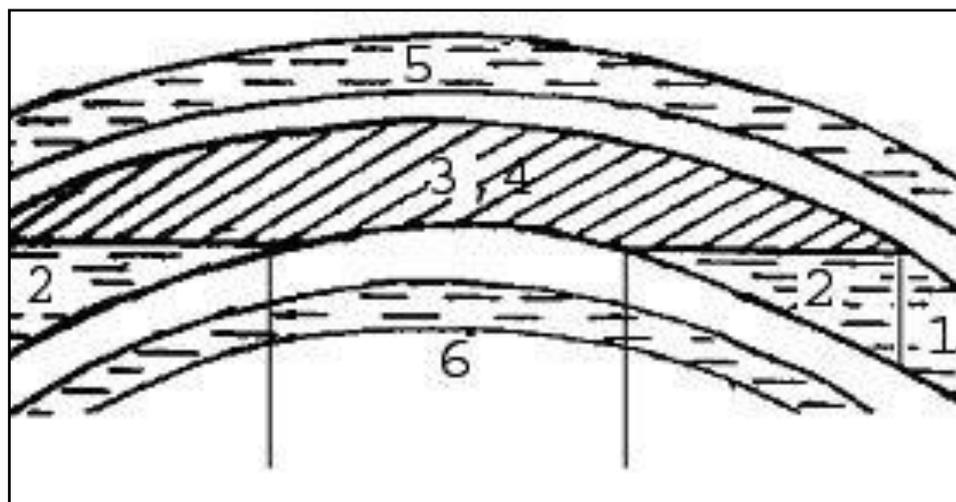


Рисунок 1 - Схема расположения пластовой воды в залежи:

- 1 – нижняя краевая вода, 2 – подошвенная, 3 – остаточная,
- 4 – промежуточная, 5 – верхняя, 6 – нижняя.

Нижняя краевая вода располагается в пониженных частях нефтяного пласта, подпирая нефтеносную залежь; подошвенная располагается в нижней, подошвенной части нефтяного пласта, в пределах всей структуры, включая ее сводовую часть; остаточная вода, оставшаяся со времен образования залежи; промежуточная вода приурочена к водоносным пластам или пропласткам в нефтяном пласте, являющимся единым объектом

разработки; верхняя — к чисто водоносным пластам, залегающим выше нефтяной залежи; нижняя — к чисто водоносным пластам, залегающим ниже нефтяной залежи [4].

Воды, которые обрамляют залежь, то есть заполняют вокруг залежи поровое пространство, называют подошвенными или краевыми. Иначе говоря, краевые воды представляют собой воды пониженных участков нефтяных пластов, которые подпирают залежь со стороны контура нефтеносности. При геологических исследованиях скважин наблюдаются краевые воды, которые находятся в верхних размытых сводовых частях антиклинальных складок или в головных частях моноклиально залегающих нефтеносных пластов, тогда данный тип вод называются верхними краевыми водами. Встречаются и воды, которые залегают в водоносных пропластках продуктивного пласта. Промежуточными называют воды, приуроченные к водоносным пропласткам, залегающим в самом нефтеносном пласте. Верхние и нижние воды- это воды исключительно водоносных пластов, которые залегают либо выше или ниже нефтеносного пласта.

Рассматривая классификацию расположения пластовых вод относительно продуктивных горизонтов, пластовые воды можно разделить на следующие виды: подошвенные, промежуточные, верхние, нижние, смешанные. В свою очередь, верхние воды представлены природными водами, которые залегают выше продуктивного пласта, соответственно нижние - ниже продуктивного пласта. В качестве смешанных пластовых вод подразумевают воды, которые поступают из ниже и выше лежащих водоносных горизонтов.

Для различных месторождений минерализация пластовых вод изменяется в пределах от 15 до 3000 г/л. Минерализация пластовых вод, как правило, возрастает с глубиной залегания продуктивных горизонтов, из которых извлекается нефть.

Классификация, предложенная Овчинниковым А.М. (1948), основана на сочетании принципов, которые основываются на выделении природных

обстановок формирования вод по составу газов и классов вод в пределах каждой обстановки по преобладающим компонентам. Овчинников А.М. различает три обстановки формирования вод: окислительную, восстановительную и метаморфическую [5].

По Овчинникову А.М. все природные воды по минерализации классифицируются на 6 типов (таблица 1).

Таблица 1 - Классификация природных вод по величине минерализации по Овчинникову А.М.

Тип вод	Минерализация, г/дм ³
ультрапресные	> 0,2
пресные	0,2- 0,5
воды с относительно повышенной минерализацией	0,5- 1
соленоватые	1- 3
соленые	3- 10
воды повышенной солености	10- 35

Согласно академику В.И. Вернадскому (1933), все пластовые воды (в том числе и поверхностные) по величине минерализации подразделяются на четыре класса (таблица 2).

Таблица 2 – Классификация вод по величине минерализации по Вернадскому В.И. [6].

Класс вод	Минерализация, г/л
пресные	< 1
соленоватые (слабоминерализованные)	1- 10
солевые (минерализованные)	10- 50
рассолы	> 50

При всем разнообразии пластовых вод можно выделить следующие типы:

- тектонические,
- шельфовые

- технические.

К тектоническому типу пластовых вод относят воды, поступающие в основном по тектоническим трещинам из пластов с более высоким напором. Шельфовыми водами считают подземные воды шельфовых частей материков, другими словами, прибрежных частей дна Мирового океана. Техническая вода при бурении и эксплуатации месторождения поступает в нефтегазовые пласты с низким давлением, а также при ремонтных работах в скважине.

Так называемые нефтяные коллекторы, которые отлагались в водных бассейнах, представлены осадочными породами. Следственно, все поровое пространство в осадочных породах до просачивания в них нефти было заполнено водой. В результате всех тектонических процессов и вертикальных перемещений нефтяных и газовых коллекторов, присутствующие углеводороды мигрировали в верхние части пластов, где, исходя из плотности, происходило их распределение. В нефтяной залежи количество связанной воды распределяется от нескольких долей процентов до почти 70% объема порового пространства. В настоящее время, в ходе длительных исследований было доказано, что если пласт в залежи имеет небольшую проницаемость и содержит до 35-40% воды, то тогда из данной скважины может добываться безводная нефть. Это объясняется тем, что при данных условиях связанная вода в пласте не перемещается.

Неотъемлемой составной частью выбросов месторождений служит пластовая вода. Именно из-за пластовых вод возникают различные осложнения в процессе эксплуатации месторождений, а особенно при подготовке нефти.

В классификации пластовых вод по степени полезности выделяют соленые, слабосоленые и пресные.

Важнейшей характеристикой пластовой воды является также показатель концентрации водородных ионов рН, который указывает на кислотную или щелочную среду водных растворов.

В практике нефтегазовой гидрогеологии по рН все воды делят на 5 типов:

- 1) до 3 – кислые;
- 2) 4 – 6 – слабокислые;
- 3) 7 – нейтральные;
- 4) 8-10 – слабощелочные;
- 5) 11-14 – щелочные.

На данный момент насчитывается несколько десятков классификаций природных вод по химическому составу. К наиболее распространенным классификациям относятся классификации Алекина О.А., Валяшко М.Г. (1935) и Сулина В.А (1948).

В основу классификации Сулина В.А положены такие критерии, как преобладание определенных ионов, соотношение между этими ионами и характеристик Пальмера (таблица 3).

Таблица 3 - Определение типов природных вод по В.А. Сулину (1948)

Тип вод	$r \frac{Na}{Cl}$	$\frac{Na - Cl}{SO_4}$	$r \frac{Cl - Na}{Mg}$
Сульфатно-натриевый	>1	<1	-
Гидрокарбонатно-натриевый	>1	>1	-
Хлоридно-магниевый	<1	-	<1
Хлоридно-кальциевый	<1	-	>1

Наиболее часто применяемая классификация природных вод Алекина О.А. Данная классификация основана на преобладании аниона и делении на 3 класса: гидрокарбонатные и карбонатные воды, сульфатные и хлоридные воды. В свою очередь, каждый класс делится на три группы по преобладающему катиону, а каждая группа делится на четыре типа вод.

Основой классификации по Валяшко М.Г. (1935) является растворимость карбонатов кальция, магния и сульфата кальция и метаморфизация природных вод.

Валяшко с соавторами выделяет четыре типа пластовых вод: карбонатные, сульфатные, хлоридные и кислые.

Для территории России все пластовые воды по степени вредности объединены в пять групп: 1) хлоридно-натриевые с минерализацией (свыше 100 г/л), 2) хлориднокальциевые (свыше 100 г/л), 3) хлоридно-натриевые (100-50 г/л), 4) хлориднонатриевые (50-10 г/л), 5) хлоридно-натриевые (10-1 г/л). [7].

1.2 Воды, используемые для закачки в пласт

Для поддержания пластового давления в залежь можно нагнетать как природным (пресные или слабоминерализованные), так и сточные(дренажные) воды, состоящие в основном, из пластовых (-85 %), пресных (~ 10 %) и ливневых (~ 5 %) вод. В пласт закачивается более 1 млрд м³ воды, в том числе 700-750 млн м³ пресной. С помощью заводнения сегодня добывается более 86 % всей нефти. При этом около 700 млн т пластовых вод откачивается из коллекторов вместе с нефтью. Сброс в водоем единицы объема такой воды делает 40-60 объемов чистой воды непригодными для употребления. Обычно при площадном заводнении требуется 10-15 м³ воды на 1 т добытой нефти (иногда 25-30 м³). При законтурном и внутриконтурном заводнении расход воды значительно меньше и составляет в среднем от 1,5 до 2 м³ на 1 т нефти. Пресные воды открытых водоемов предпочтительны для заводнения нефтяных пластов как легкодоступные и не требующие сложной специальной подготовки до закачки их в нефтяные залежи.

Природные и сточные воды могут содержать примеси органического и неорганического происхождения. В природных водах могут содержаться различные газы, механические примеси, гидроксид Fe(OH)₂ и гидроокись

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ железа, а также микроорганизмы, в той или иной степени влияющие на процесс заводнения пластов. В сточных водах, кроме того, могут присутствовать капельки нефти, а также большое количество солей, достигающее до 300 г/л.

Частицы водорослей, ила и соединения железа, содержащиеся в нагнетаемой воде, закупоривают поровые каналы продуктивного пласта, снижая приемистость нагнетательных скважин. Присутствующие же в закачиваемой воде микроорганизмы могут образовать нежелательные соединения. Так, сульфатвосстанавливающие бактерии при своей жизнедеятельности вырабатывают сероводород в количестве до 100 мг/л. В последующем этот коррозионно-активный газ вместе с нефтью извлекается на поверхность и подвергает разрушению трубопроводы, аппараты и оборудование.

1.3 Основные требования к закачиваемой воде

При заводнении с целью поддержания пластового давления основное значение системы водоснабжения к изысканию и добыч необходимого количества качественной воды, распределению и закачки ее в пласт через систему нагнетательных скважин. Выбор системы водоснабжения во многом зависит от стадии разработки месторождения. В последнее время все чаще заводнение начинают осуществлять с самого начала разработки месторождения. Учитывая, что в первоначальный период разработки месторождения нефть добывается безводной, в это время требуется большое количество пресной воды. В проектах обустройства месторождений должно учитываться, что в последующее время добыча нефти будет сопровождаться ростом обводненности продукции скважин, поэтому система водоснабжения должна быть запроектирована и построена с учетом 100% утилизации в системе ППД всех промышленных сточных вод с промышленных установок подготовки нефти. На последней стадии разработки, чтобы извлечь одну тонну нефти, приходится извлекать двенадцать и более м³ пластовой воды.

Это усложняет и удорожает систему водоснабжения, так как с увеличением объемов добычи пластовых вод увеличиваются затраты на подготовку и очистку этой воды от механических примесей, пленочной нефти, а также увеличиваются работы на борьбу с коррозией технологического оборудования, водоводов, запорной арматуры. В то же время в сточных водах после установок по обезвоживанию и обессоливанию нефти содержатся поверхностно-активные вещества, которые обладают хорошим отмывающим и нефтewытесняющими способностями, что приводит к увеличению конечного извлечения [8].

Как показывает опыт разработки отечественных и зарубежных месторождений заводнение является довольно эффективным методом воздействия для поддержания пластового давления, но при строгом соблюдении необходимых требований к технологии его осуществления.

При установлении необходимой степени подготовки вод, используемых для системы ППД, основное значение имеют геолого-физические свойства нефтяного пласта (пористость, проницаемость), состав пород, диапазон изменения основных свойств коллекторов, слагающих пласт, качественный состав и количество в горной породе глин, физико-химические свойства пластовой и нагнетаемой воды.

Основным требованием, предъявляемым к закачиваемым в пласт водам, наряду с высокими нефтewытесняющими свойствами является обеспечение высокой степени фильтрации. Характер снижения приемистости нагнетательных скважин даже в пределах одного месторождения весьма разнообразен и зависит от качества применяемых вод.

Ухудшение коллекторских свойств зоны, примыкающей к скважине, происходит в результате:

- сужения поровых каналов и полной закупорки части из них за счет проникновения твердых частиц дисперсной фаз (промывочной жидкости или загрязненной закачиваемой воды);

- набухания глинистых минералов пласта при контакте с закачиваемой водой;

- образования нерастворимых осадков при взаимодействии закачиваемых вод с пластовыми;

- образования стойких водонефтяных эмульсий, уменьшающих подвижность пластовой жидкости в зоне контакта;

- отрицательного влияния капиллярных и поверхностных явлений.

В настоящее время при подготовке воды для системы ППД при эксплуатации месторождений количество взвешенных частиц (КВЧ) и содержание остаточных нефтепродуктов (ОНП), являющихся важными нормируемыми параметрами, должны быть приведены в соответствие с требованиями действующего отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству» (таблица 4).

Таблица 4 – Допустимое содержание механических примесей и нефти в закачиваемой воде в зависимости от проницаемости продуктивного коллектора

Проницаемость пористой среды 2 коллектора, мкм	Коэффициент относительной * трещиноватости коллектора	Допустимое содержание в воде, мг/л	
		механические примесей	нефти
до 0,1 вкл. свыше 0,1	- -	до 3 до 5	до 5 до 10
до 0,35 вкл. свыше 0,35	от 6,5 до 2 вкл. менее 2	до 15 до 30	до 15 до 30
до 0,6 вкл. свыше 0,6	от 35 до 3,6 вкл. менее 3,6	до 40 до 50	до 40 до 50
* - коэффициент относительной трещиноватости определяется в соответствии с РДС 39-01-041-81 «Методика прогнозного определения норм качества сточных вод для внутриконтурного заводнения новых нефтяных месторождений платформенного типа. Содержание механических примесей и нефти в сточной воде»			

При единой системе организации ППД нагнетаемая вода должна по качеству соответствовать нормативам для самых низкопроницаемых пластов.

Таким образом, согласно ОСТ 39-225-88 используемая для системы ППД вода должна соответствовать нижеперечисленным требованиям.

Допустимое содержание твердых взвешенных частиц в нагнетаемых водах не должно превышать 3 мг/л, а остаточных нефтепродуктов – 5 мг/л. Наличие механических примесей является одним из основных факторов, вызывающих снижение проницаемости призабойной зоны пласта при использовании как пресных, так и пластовых вод.

Механические примеси присутствуют в воде как «изначально» (песок, частицы слагающих породу минералов, глин, гидроокиси железа, малорастворимых солей, агрегаты асфальтенов, кристаллики парафинов) так и образуются в результате различных химических реакций, протекающих при контакте закачиваемых вод с пластовой водой, нефтью и породой, химическими реагентами.

При использовании для заводнения продуктивных пластов подтоварной воды ощутимое снижение приемистости скважины (вплоть до полного прекращения закачки) вызывает присутствие остаточного количества нефтепродуктов. Это чаще всего нефть со значительным содержанием асфальтосмолпарафиновых отложений, диспергированных в водной фазе. Показано, что глобулы остаточной нефти имеют диаметр от 0,1 до 10,0 мкм. Остаточная нефть, проникая в более крупные капиллярные каналы ПЗП, постепенно коалесцируя и накапливаясь, может снизить приемистость скважины до полного прекращения закачки.

Закачиваемые воды должны быть совместимы с пластовыми. Наличие механических примесей иногда связано с нарушением стабильности вод. Это может быть следствием необратимых химических реакций, сопровождающихся выпадением твердых солей из пересыщенных растворов. Происходит это обычно при смешении вод разного состава, химически несовместимых друг с другом. Для предотвращения образования и осаждения солей, не следует допускать смешения вод различного состава.

Ограничение или исключение возможности смешения вод различного состава является технологическим приемом предотвращения солеотложения и в нефтепромысловом оборудовании.

Набухаемость глин коллекторов в закачиваемой воде не должна превышать значения их набухаемости в воде конкретного месторождения. Возможность использования различных вод для заводнения нефтяных месторождений в значительной степени определяется взаимодействием этих вод с породой коллектора.

В качестве вытесняющего агента для разработки продуктивных пластов нефтяных месторождений предпочтительно выглядят собственно пластовые, сеноманские и подтоварные воды.

Таким образом, учитывая средненабухающий тип цемента, можно сказать, что использование подтоварной воды для системы ППД не будет иметь значительного отрицательного влияния. Применение же пресной речной воды может привести к увеличению набухания цемента продуктивных коллекторов.

Высокая дисперсность и значительная удельная поверхность глинистых частиц усиливают обменные реакции, что может вызвать дезагрегацию и отрыв глинистых минералов от обломочных зерен с последующим вовлечением их в приток, что также может привести к частичному закупориванию фильтрующих каналов.

1.4 Критерии выбора оптимального источника воды

Основное назначение системы водоснабжения при поддержании пластового давления - добыть нужное количество воды, пригодной для закачки в пласт, распределить ее между нагнетательными скважинами и закачать в пласт. Конкретный выбор системы водоснабжения зависит от того, на какой стадии разработки находится данное месторождение.

В настоящее время ППД стремятся осуществить с самого начала разработки месторождения. В этом случае необходимо большое количество

(практически 100%) пресной воды, так как добывающие скважины на этой стадии практически дают безводную продукцию. В дальнейшем скважины все больше обводняются, появляется во все возрастающих количествах попутная вода, которая должна быть утилизирована. В связи с этим системы водоснабжения должны видоизменяться и приспосабливаться к конкретным условиям разработки месторождения. Проектируемая система водоснабжения должна предусматривать рост обводненности продукции скважин и необходимость утилизации всех так называемых промышленных сточных вод, включая ливневые, попутные, воды установок по подготовке нефти и др.

Для соблюдения мер по охране природы и окружающей среды система водоснабжения в любом случае должна предусматривать 100%-ную утилизацию сточных вод и работу всей системы ППД по замкнутому технологическому циклу.

Это усложняет и несколько удорожает систему водоснабжения, так как возникает необходимость специальной подготовки сточных вод, очистки их от нефтепродуктов и взвеси, борьбы с возрастающей коррозией технологического оборудования и водоводов. Однако сточные воды, как правило, содержащие ПАВы, вводимые на установках по обезвоживанию и обессоливанию нефти, обладают улучшенными отмывающими и нефтewытесняющими способностями, что должно привести к увеличению нефтеотдачи пласта.

Конкретный выбор системы водоснабжения зависит от источников воды для закачки в пласт, которыми могут быть:

- открытые водоемы (рек, озер, морей);
- грунтовые, к которым относятся подрусловые воды;
- водоносные горизонты данного месторождения;
- сточные воды, состоящие из смеси, добытой вместе с нефтью пластовой воды;
- воды отстойных резервуарных парков, установок по подготовке нефти, ливневые воды промышленных объектов. Сточные воды загрязнены нефтепродуктами и требуют специальной очистки.

Используемая для ППД вода не должна вызывать образование нерастворимых соединений при контакте с пластовой водой, что может привести к закупорке пор, или, как говорят, должна обладать химической совместимостью с пластовой. [9]

Грунтовые воды характеризуются значительным многообразием химического состава (минерализация 100 200 мг/л), небольшим содержанием взвешенных частиц.

Воды открытых водоемов значительно уступают по качеству, содержат большое количество механических примесей (глины или песка), особенно в период ливней и паводков, снеготаяния, способны вызвать набухание глин.

Воды глубинных водоносных горизонтов в большей степени минерализованы и часто не требуют дополнительной подготовки.

Сточные воды состоят в основном из пластовых, добываемых вместе с нефтью, пресных, подаваемых в установки подготовки нефти и ливневых вод. Они минерализованы (15 3000 г/л) и обладают хорошими нефтewытесняющими свойствами.

Но содержат большое количество эмульгированной нефти, механических примесей, а также диоксида углерода и сероводорода. [10]

Источник воды выбирают на основе данных технико-экономического анализа с учетом технологии водоподготовки.

Все эти воды отличны друг от друга физико-химическими свойствами и, следовательно, эффективностью воздействия на пласт не только для повышения давления, но и повышения нефтеотдачи.

Основными качественными показателями вод, делающими возможным их применение, являются:

- 1) содержание взвешенных частиц: оценивается характеристикой заводняемого пласта;
- 2) содержание кислорода;
- 3) содержание железа;
- 4) концентрация водородных ионов (рН);

5) содержание нефти.

Эти данные различны для каждого месторождения и должны быть пересмотрены при организации ППД в других районах. [11]

2. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СИСТЕМЫ ПВД

2.1 Технологическая подготовка пластовой воды

Подготовка вод, закачиваемых в пласт, предусматривает:

- 1) осветление мутных вод коагулированием;
- 2) декарбонизацию;
- 3) обезжелезивание;
- 4) ингибирование.

Осветление мутных вод коагулированием осуществляется с целью удаления очень мелких взвешенных частиц, которые практически не осаждаются под действием силы тяжести. Для этого в воду добавляют реагенты (сернокислый алюминий, хлорное железо, железный купорос и др.), называемые коагулянтами. В результате реакции коагуляции происходит укрупнение взвешенных частиц и образуются хлопьевидные соединения, которые оседают в воде.

Декарбонизация выполняется с целью удаления из воды бикарбонатов кальция и магния. В противном случае, отлагаясь в пласте, соли кальция и магния могут существенно затруднить фильтрацию нефти и газа. Сущность декарбонизации состоит в подщелачивании воды гашеной известью с тем, чтобы вызвать коагуляцию ненужных примесей.

Обезжелезиванием называется удаление солей железа из воды с целью предотвращения загрязнения фильтрующих поверхностей скважин железистыми осадками. Для этого применяют аэрацию, известкование и другие методы.

В ходе аэрации- процесса обогащения воды кислородом воздуха - из солей железа образуется нерастворимый гидрат окиси железа, оседающий в воде в виде хлопьев. Однако при аэрации из воды удаляются не все соли железа, а сам процесс требует использования весьма громоздкого и сложного оборудования. Кроме того, аэрация повышает коррозионную активность воды.

При известковании в воду добавляют известковое молоко, что также приводит к образованию нерастворимого осадка гидрата окиси железа.

Ингибированием называется обработка воды ингибиторами - веществами, замедляющими процесс коррозии. По направленности действия различают ингибиторы сероводородной, кислородной и углекислотной коррозии.

Реагенты-бактерициды используют для подавления жизнедеятельности сульфатовосстанавливающих бактерий. Одним из наиболее эффективных реагентов является формалин.

Типовая схема установки подготовки природных вод (рисунок 2). Насос 1 забирает воду и подает ее в смеситель 3. По пути дозирочное устройство 2 вводит в нее коагулянт. В смесителе 3 коагулянт интенсивно перемешивается с водой, после чего обработанная вода поступает в осветлитель 4, где образуются и задерживаются хлопья. Окончательная очистка воды от хлопьев осуществляется в фильтре 5, откуда она самотеком направляется в резервуары 6. Затем насос 7 перекачивает воду на кустовые насосные станции (КНС), которые через нагнетательные скважины закачивают ее в пласт. Насос 8 служит для периодической очистки фильтра 5 от взвешенных частиц путем прокачки через него чистой воды.

Для предупреждения коррозии и стабилизации химического состава воды в нее при помощи дозирочных насосов добавляют реагент гексаметафосфат натрия в количестве 2...3 г/м. С целью уничтожения бактерий и других микроорганизмов применяют обработку воды хлором - ее хлорирование.

В отличие от природных, сточные воды могут содержать нефть, углекислый газ, сероводород и микроорганизмы. Соответственно их подготовка предусматривает:

- 1) отстаивание от нефти и газа;
- 2) уничтожение микроорганизмов.

Для подготовки сточных вод на промыслах используют схемы открытого и закрытого типа.

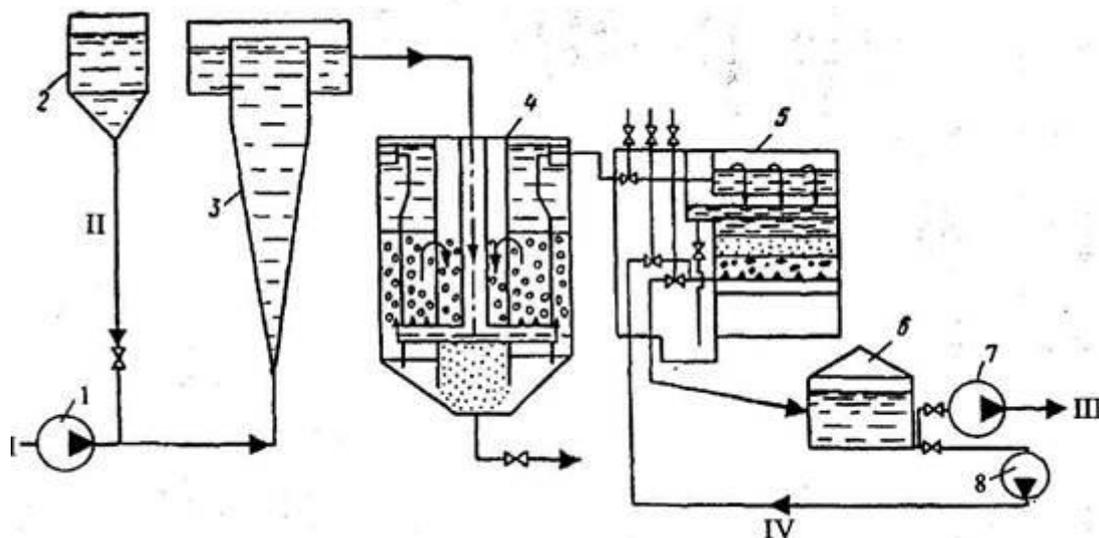


Рисунок 2 - Принципиальная схема установки подготовки природных вод:

1,7,8 - насос; 2 - дозировочное устройство; 3 - смеситель; 4 - осветлитель; 5 - фильтр; 6 - резервуары

I - неподготовленные природные воды; II - коагулянт;

III - подготовленная вода на кустовые насосные станции;

IV - вода для очистки фильтра

Принципиальная схема установки очистки пластовых сточных вод открытого типа (рисунок 3). Отделенная при подготовке нефти вода сбрасывается по водоводу в песколовку 1 для удаления механических примесей. Далее вода, содержащая нефть, поступает в нефтеловушку 2, где за счет низкой скорости движения смеси капельки нефти успевают всплыть и откуда она периодически откачивается насосом 3 на УКПН. Далее вода с остаточным содержанием нефти (диаметр капель 70...80 мкм) самотеком поступает в два параллельно соединенных пруда-отстойника 4, в которых скорость воды не превышает 8 мм/с, в результате чего в ней всплывают практически все оставшиеся капельки нефти. Из прудов-отстойников вода самотеком поступает в приемную камеру 5, из которой забирается насосом 6 и через попеременно работающие фильтры 7 подается в емкость чистой воды 8.

Затем эта вода насосом 9 откачивается на КНС. По мере загрязнения фильтры отключают и ставят на промывку чистой водой из емкости 8 с помощью насоса 10. Загрязненную после промывки воду сбрасывают в илонакопитель 11.

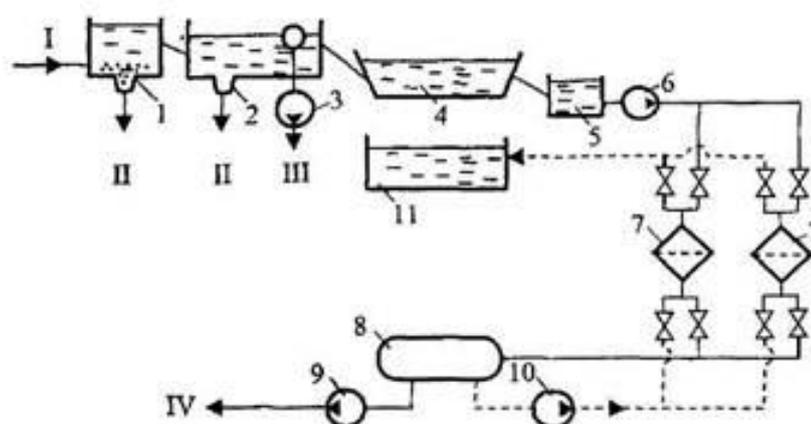


Рисунок 3 - Схема установки очистки пластовых вод открытого типа:

1 - песколовка; 2 - нефтеловушка; 3,6,9,10 - насосы; 4 - пруд-отстойник;

5 - приёмная камера; 7 - фильтр; 8 - емкость чистой воды; 11 -

илонакопитель;

I - загрязнённая вода; II - мехпримеси; III - нефть на УКПН; IV - вода на КНС

Схема водоподготовки открытого типа позволяет очищать пластовые и ливневые сточные воды в одном потоке независимо от состава, давления и газонасыщенности воды, а также совместно закачивать их в нагнетательные скважины. Обычно ее рекомендуют использовать для сточных вод с большим содержанием сероводорода и углекислого газа, а кроме того, для более глубокой очистки воды от капелек нефти и механических примесей. Однако на сооружение нефтеловушек и прудов-отстойников затрачиваются значительные средства. Кроме того, в результате контакта с кислородом воздуха увеличивается коррозионная активность воды.

Принципиальная схема установки очистки пластовых сточных вод закрытого типа (рисунок 4). Отделенная от нефти в отстойнике предварительного сброса (ОПС) вода по линии сброса 1 направляется в резервуар-отстойник 2, а частично обезвоженная нефть (до 5 %), пройдя УПН, поступает в теплоизолированные отстойники 3. Процесс отделения воды в них

ускоряется, благодаря произведенному в УПН нагреву и вводу ПАВ. Отделенная горячая вода поступает на прием насоса 4 и снова подается в отстойник предварительного сброса УПН, что позволяет уменьшить расход деэмульгатора и температуру нагрева эмульсии. Из резервуара-отстойника 2 пластовая сточная вода забирается насосом 5 и подается на КНС.

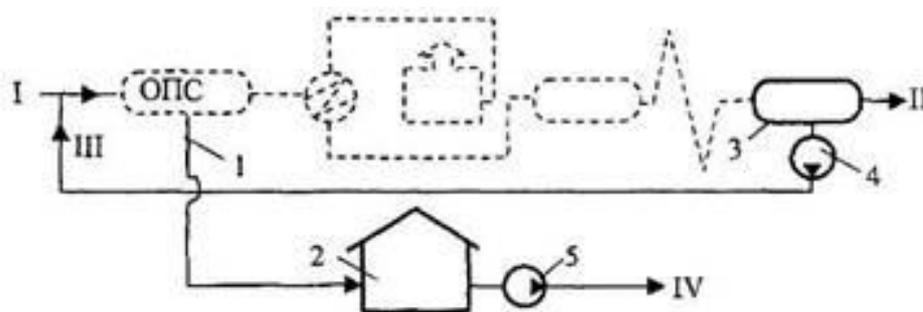


Рисунок 4 - Схема установки очистки пластовых сточных вод закрытого типа:

1 - линия сброса воды из отстойника; 2 - резервуар-отстойник; 3 — теплоизолированный отстойник; 4,5 - насосы;

I - холодная "сырая" нефть; II - обезвоженная нефть; III - горячая вода с ПАВ; IV - подготовленная вода на КНС

Применение закрытой системы очистки позволяет интенсифицировать процесс подготовки воды с применением отстоя и фильтрования под давлением, существенно снизить агрессивность сточной воды путем исключения ее контакта с кислородом воздуха, использовать остаточное давление, существующее в системе подготовки нефти. К недостаткам закрытых систем относится необходимость строительства блока для параллельной очистки поверхностных ливневых стоков. [12]

2.2 Проблема протекания технологического процесса системы ППД в Васюганском регионе

В связи с увеличением процента обводнённости (средняя обводненность по обществу составляет 88%) в скважинной продукции, а, следовательно, увеличения сброса подтоварной воды, на многих месторождениях общества АО

«ТН» ВНК встает вопрос об увеличении мощности блочных кустовых насосных станций (БКНС), а также оптимизации системы поддержания пластового. Учитывая тенденцию к увеличению сброса воды, а также высокую энергозатратность системы ППД, вопрос, о рационализации и увеличения мощностей данной системы, является крайне актуальным.

В рамках данного проекта рассмотрена проблема распределения воды на Васюганском регионе, между объектами УПН п. Пионерный (далее УПН), БКНС-25, БКНС – 32. В данный момент осуществляется не выгодный, с точки зрения экономии энергии и ресурса оборудования, сброс воды с УПН на БКНС-25, БКНС – 32. Основная доля подтоварной воды сбрасывается на объект БКНС – 32. При этом на данный объект также происходит сброс воды с УПСВ-1. Данные обстоятельства ведут к превышению объема поступающей на БКНС – 32 воды над требуемыми значениями закачки в нагнетательные скважины, в связи с чем, излишки утилизируются через поглощающие скважины. В то же время, сброс воды на БКНС - 25 с УПН ограничен вследствие ограничения по пропускной способности водовода низкого давления УПН – БКНС – 25. Объем воды, поступающий на БКНС – 25 по данному трубопроводу меньше значений плана закачки для БКНС – 25, поэтому на данном объекте используются водозаборные скважины. В итоге, БКНС – 25 имеет недостаток воды, который восполняется за счет водозаборных скважин, а БКНС – 32 имеет ее избыток. Очевидно, что данная ситуация приводит к дополнительным трудностям и затратам. Кроме того, БКНС – 32 находится на значительном расстоянии от УПН, в то время как БКНС – 25 удалена от УПН незначительно.

Для решения проблемы существуют два пути:

1. Альтернативный. Установка более мощных насосов на БКНС – 32 (3 насоса ЦНС 240 * 1900), строительство отдельных водоводов высокого давления под нагнетание и поглощение, изыскание дополнительных поглощающих скважин.

Плюсы: частичное решение проблемы, увеличение мощности БКНС -32.

Минусы: Высокие энергозатраты в перспективе, не решен вопрос

рационального распределения воды между УПН, БКНС – 25, БКНС – 32. Также, необходимо выполнить строительство дополнительных водоводов высокого давления, изменение технологического процесса.

2. Рассматриваемый. Выполнить строительство водовода низкого давления от УПН до БКНС - 25, обеспечивающего необходимую пропускную способность.

Плюсы: Решение проблемы нерационального распределения воды между объектами, значительный экономический эффект, вывод из эксплуатации водозаборного и поглощающего фонда на данных объектах, энергосбережение.

Минусы: Затраты на реконструкцию водовода низкого давления (сравнимы с затратами на строительство первого варианта).

Очевидно, что для решения проблемы рационально использовать второй вариант.

2.3 Анализ имеющейся технологии, используемого оборудования

Первым делом, необходимо выполнить анализ текущего режима работы системы БКНС-25 – УПН – БКНС – 32. Показатели объемов потоков воды получены у технологической службы ЦППД – 2 за период 2018 года. Кроме того, были использованы технологические регламенты объектов [13, 14]. Очевидно, что в течение года данные значения значительно колебались, что связано как с особенностями самого технологического процесса, так и с соглашением с ОПЕК на ограничение добычи нефти летом 2018 года. В связи с этим, для лучшего представления текущей ситуации показатели сброса и закачки взяты в среднем за второе полугодие 2018 года. Полученные цифры ежесуточного расхода для наглядности отображены на рисунке 5.

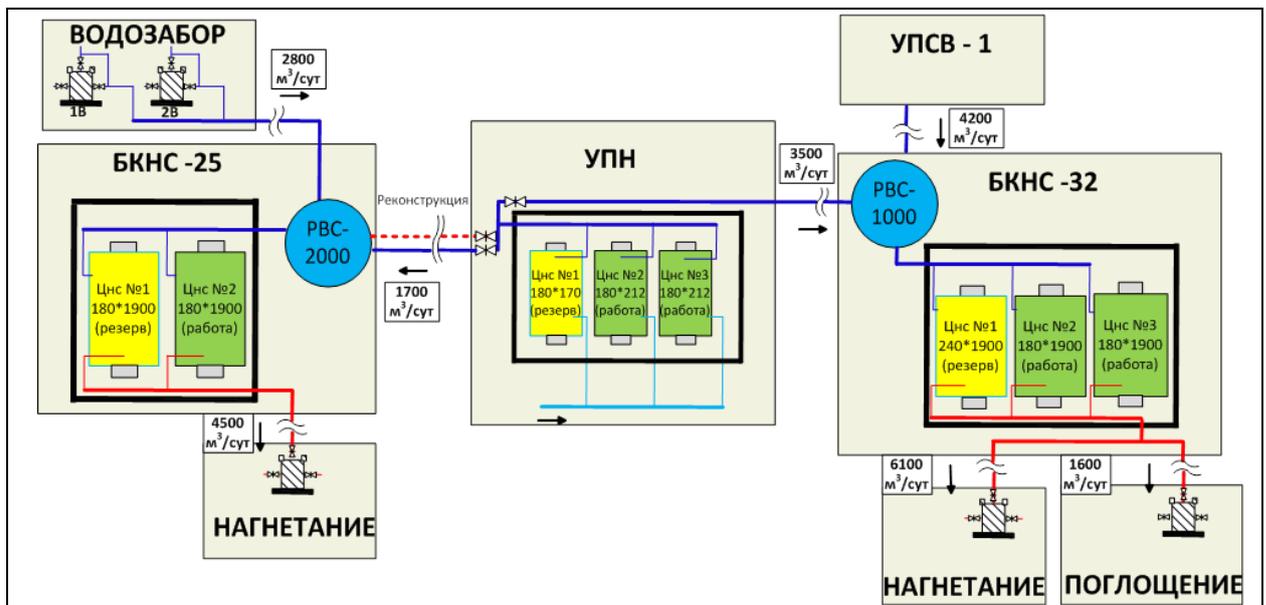


Рисунок 5 – Условная схема распределения и закачки воды между УПН-БКНС-25-БКНС-32

Основное насосное оборудование, используемое для осуществления технологического процесса в данный момент, сведено в таблицу 5.

Таблица 5 – Основное насосное оборудование рассматриваемых объектов

БКНС – 32	
Тип оборудования	Количество, шт.
ЦНС-240-1900 2Т. Тип двигателя СТД-1600	1
ЦНС-180-1900 3ТМ. Тип двигателя СТД-1600	1
ЦНС-180-1900 2Т. Тип двигателя СТД-1600	1
БКНС - 24	
ЦНС-180-1900 3ТМ. Тип двигателя СТД-1600	2
УПН п. Пионерный.	
ЦНС-180-212. Тип двигателя АРМ-250	2
ЦНС-180-170. Тип двигателя АРМ-250	1
Водозаборные скважины №1В, 2В, куста №1.	
УЭЦПК-16-2000-200. Тип двигателя ПЭД - 90	1
УЭЦПК16-3000-200. Тип двигателя ПЭД - 125	1

В данный момент работающее и резервное оборудование распределено следующим образом:

- На БКНС 25 один ЦНС работает, один ЦНС в резерве;
- На кустовой площадке №1 работают две установки УЭЦПК;
- На БКНС 32 работают совместно два насоса ЦНС, один в резерве;
- На УПН п. Пионерный работают совместно два насоса ЦНС, один в резерве.

Основные параметры водоводов низкого давления УПН – БКНС-25 и УПН – БКНС-32 сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Основные параметры эксплуатируемых водоводов

Наименование	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Протяженность, м	Способ прокладки	Категория трубопровода	Назначение трубопровода
УПН-БКНС-32	250	10	24700	подземный	IV	ВНД
УПН-БКНС-25	168	11	3510	подземный	IV	ВНД

2.4 Показатели распределения подтоварной воды, необходимое оборудование

Как было сказано, проблема недостаточной пропускной способности трубопровода УПН-БКНС-25 решается посредством реконструкции данного трубопровода. Реконструкция в свою очередь заключается в прокладке нового трубопровода с потребным диаметром рядом с имеющимся, и последующем включения нового водовода в технологическую линию. При этом эксплуатируемый водовод планируется вывести из эксплуатации.

На схеме, изображенной на рисунке 6, представлено требуемое распределение потоков рабочего агента, после реализации проекта. Планируется вывести из эксплуатации водозаборный и поглощающий фонды в связи с их ненужностью для осуществления требуемых объемов закачки. Показатели, представленные на схеме 6 являются усредненными. В

действительности, в зависимости от ситуации, значения сброса и закачки могут быть больше или меньше представленных. Потребные объемы закачки в пласт согласованы с технологической службой ЦППД-2.

Кроме того, реконструируемый водовод будет рассчитан на пропускную способность в 5000 м³/сут (учитывая возможное увеличение сброса в будущем).

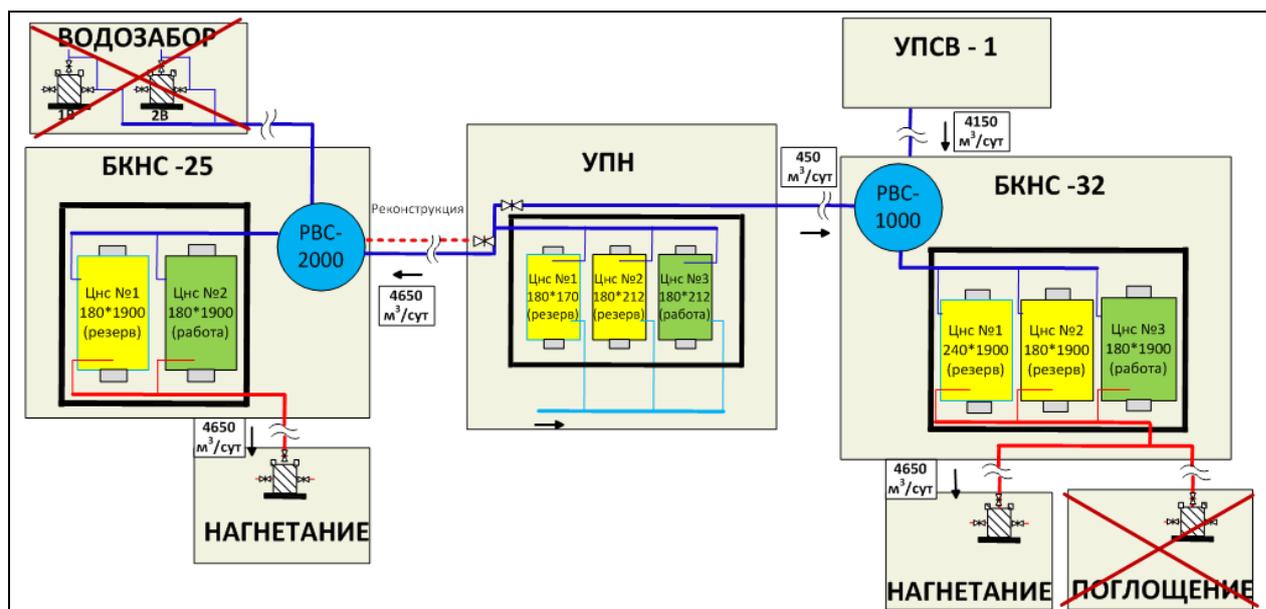


Рисунок 6 – Условная схема распределения воды после реализации проекта

После реализации проекта на объектах планируется эксплуатировать оборудование следующим образом:

- БКНС-25:

Предполагается, что объем закачки будет в пределах с 4500 м³/сут до 4800 м³/сут. Потребный объем закачки после реализации проекта вполне сможет реализовать один насос ЦНС 180*1900, тип двигателя СТД-1600, для этого необходимо обеспечить подачу насоса в пределах 180 – 200 м³/час, что входит в рабочую характеристику агрегата.

- БКНС-32:

Предполагается, что объёмы закачки на БКНС-32 будут в пределах диапазона для БКНС-25, т.е. 4500 м³/сут - 4800 м³/сут. Соответственно для реализации данного объема будет достаточно использование одного ЦНС

180*1900. Тип двигателя СТД-1600. Второй ЦНС 180*1900 и ЦНС 240*1900 будут находиться в резерве.

- УПН п. Пионерный:

После реализации проекта предполагается работа одного насоса для закачки потребного объема жидкости в диапазоне 4800-5200 м³/сут. Данные объемы может реализовать один ЦНС180*212 так как для этого через него необходимо закачивать 200-215 м³/сут, что входит в его рабочую зону характеристики. Второй и третий насосы ЦНС180*212 и ЦНС180*170 будут находиться в резерве и, в случае необходимости, запускаться в работу совместно с уже работающим агрегатом.

Итого, предполагаемое после реализации проекта распределение работающего и резервного оборудования по объектам будет выглядеть следующим образом:

- На БКНС 25 один ЦНС работает, один ЦНС в резерве;
- На кустовой площадке №1 оборудование демонтируется.
- На БКНС 32 работает один насос ЦНС, два в резерве;
- На УПН п. Пионерный работает один насос ЦНС, два в резерве.

Таким образом, наглядно видно, что предлагаемое решение по перераспределению потоков подтоварной воды, позволит отказаться от использования водозаборных скважин, вывести в резерв один насос ЦНС 180*1900 и один ЦНС 180*212. Данные мероприятия позволят значительно сэкономить на электроэнергии и отказаться от расходов по водозаборным скважинам. Расчет экономического эффекта приведен в соответствующей главе.

2.5 Гидравлический расчет и проектировка трубопровода

Задачей гидравлического расчета в данном случае является определение потребного диаметра трубопровода, из условия перекачки через него объема

рабочего агента, протяженности трубопровода и известных значений давлений (напоров) в конце и начале трубопровода.

Требуемый объем перекачки задаем с небольшим запасом. Этот объем составляет 5000 м³/сут. Потребный напор в конце трубопровода задаем в 20 м (напор в РВС 10м и запас в 10 м). Максимальный напор на входе в трубопровод – 212м (характеристика ЦНС 180*212).

Расчет выполнен в соответствии с законами теоретической гидравлики. При расчетах использовалось преимущественно методические указания [15, 16]. Задача по расчету сводится к определению диаметра трубопровода под заданный расход. Необходимо рассчитать такой диаметр, при котором потери напора позволят реализовывать объёмы перекачки, предусмотренные проектом, используя один насос ЦНС 180*212. Следует оговориться, что в данном случае будет вестись расчет горизонтального водовода.

2.5.1 Теоретические предпосылки для расчета

За основу гидравлических расчетов трубопроводов принимается уравнение Бернулли (формула 1), частный случай выражения закона сохранения энергии, которое для идеальной жидкости имеет вид:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\omega_2^2}{2g}; \quad (1)$$

Где:

P_1, P_2 – давление в сечениях 1,2, Па;

ρ - плотность, кг/м³;

$\omega_1 \omega_2$ – средние линейные скорости в сечениях 1 и 2, м/с;

g – ускорение свободного падения;

$Z_{1,2}$ – высота положения точек линий тока над плоскостью сравнения, геометрический напор.

Реальная жидкость обладает вязкостью. В уравнении Бернулли появляется слагаемое, учитывающее потери энергии вследствие гидравлических сопротивлений (формула 2).

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\omega_2^2}{2g} + h_n; \quad (2)$$

Где:

h_n – потери напора на преодоление сопротивления трения и на преодоления местных сопротивлений (формула 3).

$$h_n = h_m + h_m. \quad (3)$$

Где:

h_t – потери напора на трение;

h_m – потери напора на преодоление местных сопротивлений.

Далее приведем формулы для расчета потерь напора на трения и потерь на местных сопротивлениях.

Потери напора на трение

Для определения данного вида потерь напора необходима пользоваться формулой Дарси-Вейсбаха (формула 4).

$$h_m = \lambda \frac{l}{d} * \frac{\omega^2}{2g}, \text{ м.} \quad (4)$$

Где:

λ – коэффициент гидравлического сопротивления;

l – длина трубопровода;

d – диаметр трубопровода.

Скорость движения жидкости ω (формула 5).

$$\omega = \frac{Q}{S}, \text{ м / с.} \quad (5)$$

Где:

Q – расход через сечение водовода, м³/с;

S – площадь сечения трубопровода, м.

Коэффициент гидравлического сопротивления в общем случае зависит от числа Рейнольдса и относительной шероховатости трубопровода ξ (формула 6).

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{d}. \quad (6)$$

Где:

ξ – относительная шероховатость;

Δ - абсолютная шероховатость (мм);

Для ламинарного режима течения ($Re < Re_{кр} = 2320$) , коэффициент гидравлического сопротивления определяется по формуле 7:

$$\lambda = \frac{64}{Re}. \quad (7)$$

Где:

Re – число Рейнольдса (формула 8).

$$Re = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{\omega \cdot d}{\nu} = \frac{4Q}{\pi \cdot d \cdot \nu}. \quad (8)$$

Подставляя (8) в (7), получим:

$$\lambda = \frac{64 \cdot \mu}{\omega \cdot d \cdot \rho} = \frac{64 \cdot \nu}{\omega \cdot d}. \quad (9)$$

При турбулентном режиме течения ($Re > Re_{кр}$) существует три зоны течения:

1. Зона гидравлически гладких труб ($Re_{кр} < Re \leq 10d/\Delta$). Коэффициент гидравлического сопротивления рассчитывается по формуле Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}. \quad (10)$$

Следует сказать, что от скорости течения и вязкости жидкости одна и та же труба может быть, как гладкой, так и шероховатой.

2. Переходная зона ($10d/\Delta < Re \leq 500d/\Delta$). Коэффициент гидравлического сопротивления рассчитывается по формуле Альтиуля:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25}. \quad (11)$$

3. Зона шероховатых труб ($Re > 500d/\Delta$). Коэффициент гидравлического сопротивления рассчитывается по формуле Шифринсона:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} \right)^{0,25}. \quad (12)$$

Потери напора на местных сопротивлениях

Для рассматриваемого случая местными сопротивлениями, в соответствии с планом прокладки трубопровода, будут являться:

- Два плавных поворота на 90° ;
- Четыре крутых поворота на 90° ;
- Две открытые задвижки;
- Одно расширение диаметра водовода.

Для оценки потерь на местные сопротивления используется формула Вейсбаха:

$$h_m = \xi \frac{\omega^2}{2g}. \quad (13)$$

Где:

h_m – Потери на местных сопротивлениях, м;

ξ – Коэффициент местного сопротивления.

Для случая внезапного расширения потока, при оценке коэффициента сопротивления, используется следующая зависимость:

$$\xi = \left(\frac{S_2}{S_1} - 1 \right)^2. \quad (14)$$

Где:

S_1 – площадь сечения перед сопротивлением;

S_2 – площадь сечения за сопротивлением.

В случае внезапного сужения потока, используется зависимость:

$$\xi = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{S_2}{S_1} \right). \quad (15)$$

Для оценки коэффициента местного сопротивления для открытых задвижек и поворотов, используется таблица 7 [16].

Таблица 7 – значение местного сопротивления для типовых случаев

Тип местного сопротивления	ζ
Вход в трубу при острых кромках	0,5
Вход в трубу со скруглёнными кромками	0,2
Резкий поворот трубы на 90° (колени)	1,1
Плавный поворот трубы на 90° (колени)	0,15
Задвижка при полном открытии	0,15
Дроссель при полном открытии	4,0
Всасывающий клапан с сеткой при насосах	2,5÷12,0
Различные краны при полном открытии	5,0
Фильтр	2...3
Золотниковый распределитель	2...4

2.5.2 Расчет потребного напора водовода низкого давления

Целью расчета является поиск оптимального диаметра под заданный расход. Для этого, расчет ведется поэтапно для нескольких диаметров и затем, определяется оптимальный диаметр, при котором реализуется заданный расход и, потери напора, которые позволяют эксплуатировать установленные на УПН насосные агрегаты. Исходные данные сведены в таблицу 8

Дано:

Таблица 8 – Исходные данные для расчета

Параметр	$P_{\text{вых}}$	L	Δ	ρ	Q	v	D1	D2	D3
Ед. изм.	Па	м	м	кг/м ³	м ³ /сек	м ² /сек	м	м	м
Значение	200000	3510	0,0002	1012	0,0578	0,0000015	0,194	0,219	0,2445

Где:

$P_{\text{вых}}$ - Требуемое давление на выходе из трубы, Па;

L - Протяженность трубопровода (такая же как и у действующего), м;

Δ - Коэф. Абсолютной экв. шероховатости. Взят по справочным таблицам (сталь), м;

Q - Потребная пропускная способность проектируемого трубопровода, м³;

ρ - Плотность перекачиваемой воды (предоставлена технологически службой), Кг/м^3 ;

ν - Кинематическая вязкость воды. Взято по справочным пособиям, $\text{м}^2/\text{сек}$.

Определить:

Потребный диаметр трубопровода.

Расчет:

Итак, в данном случае задачей является определение потерей напора для ряда выбранных диаметров и определение минимального потребного напора на входе в трубопровод. В соответствии с формулой (3) необходимо оценить потери напора на преодоления сил трения и, потери на местных сопротивлениях. Потери на трения определяются по формуле Дарси – Вейсбаха (4), потери на местных сопротивлениях по формуле Вейсбаха (13).

1) Определяется площадь внутреннего сечения для выбранных диаметров:

$$S = \pi R^2 \quad (16)$$

$$S_1 = \pi R_1^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{0,194}{2}\right)^2 = 0,0295 \text{ м}^2;$$

$$S_2 = \pi R_2^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{0,219}{2}\right)^2 = 0,0376 \text{ м}^2;$$

$$S_3 = \pi R_3^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{0,2445}{2}\right)^2 = 0,0469 \text{ м}^2.$$

2) Определяется скорость движения жидкости в соответствии с формулой (5):

$$\omega_1 = \frac{Q}{S_1} = \frac{0,0578}{0,0295} = 1,956 \text{ м/с};$$

$$\omega_2 = \frac{Q}{S_2} = \frac{0,0578}{0,0376} = 1,535 \text{ м/с};$$

$$\omega_3 = \frac{Q}{S_3} = \frac{0,0578}{0,0469} = 1,232 \text{ м/с};$$

3) Определяется число Re по формуле (8):

$$\text{Re}_1 = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{\nu} = \frac{1,956 \cdot 0,194}{0,0000015} = 253026;$$

$$Re_2 = \frac{\omega_2 \cdot d_2}{\nu} = \frac{1,535 \cdot 0,219}{0,0000015} = 224142;$$

$$Re_3 = \frac{\omega_3 \cdot d_3}{\nu} = \frac{1,232 \cdot 0,2445}{0,0000015} = 200765;$$

4) Определяется режим течения. В данном случае имеется турбулентный режим, переходная зона, так как:

$$10 * \frac{d}{\Delta} < Re_{1,2,3} \leq 500 * \frac{d}{\Delta}$$

5) Определяется коэффициент λ для переходной зоны в соответствии с формулой (11):

$$\lambda_1 = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re_1} + \frac{\Delta}{d_1} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{253026} + \frac{0,0002}{0,194} \right)^{0,25} = 0,0291179;$$

$$\lambda_2 = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re_2} + \frac{\Delta}{d_2} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{224142} + \frac{0,0002}{0,219} \right)^{0,25} = 0,028736;$$

$$\lambda_3 = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re_3} + \frac{\Delta}{d_3} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{200765} + \frac{0,0002}{0,2445} \right)^{0,25} = 0,028447;$$

6) Определяются потери напора на трение в трубопроводе, пользуясь формулой Дарси – Вейсбаха (4):

$$h_{m1} = \lambda_1 \cdot \frac{l}{d_1} \cdot \frac{\omega_1^2}{2g} = 0,0291179 \cdot \frac{3510}{0,194} \cdot \frac{1,956^2}{2 \cdot 9,81} = 102,8 \text{ м};$$

$$h_{m2} = \lambda_2 \cdot \frac{l}{d_2} \cdot \frac{\omega_2^2}{2g} = 0,028736 \cdot \frac{3510}{0,219} \cdot \frac{1,535^2}{2 \cdot 9,81} = 55,3 \text{ м};$$

$$h_{m3} = \lambda_3 \cdot \frac{l}{d_3} \cdot \frac{\omega_3^2}{2g} = 0,028447 \cdot \frac{3510}{0,2445} \cdot \frac{1,232^2}{2 \cdot 9,81} = 31,6 \text{ м};$$

7) Определяем потери на местных сопротивлениях. В соответствии с маршрутом прокладки водовода, ожидается наличие четырех резких поворотов на 90° , двух плавных поворотов на 90° . Кроме того на водоводе будут установлены две задвижки, предполагается участок сужения потока от диаметра 273 мм до диаметра d . В соответствии с таблицей 3, коэффициент сопротивления при прохождении четырех колен на 90° :

$$\xi_1 = 4 \cdot \xi_{рез.пов.} = 4 \cdot 1,1 = 4,4;$$

При прохождении двух плавных поворотов коэффициент сопротивления равен:

$$\xi_2 = 2 \cdot \xi_{плавн.пов.} = 2 \cdot 0,15 = 0,30;$$

Коэффициент сопротивления на открытых задвижках:

$$\xi_3 = 2 \cdot \xi_{задв.} = 2 \cdot 0,15 = 0,30;$$

Предполагается врезка проектируемого водовода в водовод 273 мм на УПН. С УПН будет вестись сброс, а потому, необходимо учесть коэффициент при внезапном сужении потока в соответствии с формулой (15). Для рассматриваемых диаметров соответственно:

$$\xi_{4(d1)} = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{S_1}{S_{d273}}\right) = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{0,0295}{0,058505}\right) = 0,248;$$

$$\xi_{4(d2)} = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{S_2}{S_{d273}}\right) = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{0,037649}{0,058505}\right) = 0,178;$$

$$\xi_{4(d3)} = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{S_3}{S_{d273}}\right) = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{0,0469}{0,058505}\right) = 0,099;$$

$$S_{d273} = \pi R_{d273}^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{0,273}{2}\right)^2 = 0,0585 \text{ м}^2.$$

$$\omega_{d273} = \frac{Q}{S_{d273}} = \frac{0,0578}{0,0585} = 0,988 \text{ м / с};$$

Где:

S_{d273} – Площадь сечения трубы в которую осуществляется врезка;

ω_{d273} – Скорость движения потока в этой трубе.

8) Потери напора на местные сопротивления определяются по формуле (13).

Для диаметра d_1 :

$$h_{m1} = (\xi_1 + \xi_2 + \xi_3) \cdot \frac{\omega_1^2}{2g} + \xi_{4(d1)} \frac{\omega_{d273}^2}{2g} = (4,4 + 0,3 + 0,3) \cdot \frac{1,956^2}{2 \cdot 9,81} + 0,248 \cdot \frac{0,988^2}{2 \cdot 9,81} = 0,880 \text{ м};$$

Для диаметра d₂:

$$h_{m2} = (\xi_1 + \xi_2 + \xi_3) \cdot \frac{\omega_2^2}{2g} + \xi_{4(d2)} \frac{\omega_{d273}^2}{2g} = (4,4 + 0,3 + 0,3) \cdot \frac{1,535^2}{2 \cdot 9,81} + 0,178 \cdot \frac{0,988^2}{2 \cdot 9,81} = 0,545 \text{ м};$$

Для диаметра d₃:

$$h_{m3} = (\xi_1 + \xi_2 + \xi_3) \cdot \frac{\omega_3^2}{2g} + \xi_{4(d3)} \frac{\omega_{d273}^2}{2g} = (4,4 + 0,3 + 0,3) \cdot \frac{1,232^2}{2 \cdot 9,81} + 0,099 \cdot \frac{0,988^2}{2 \cdot 9,81} = 0,350 \text{ м};$$

9) Суммарные потери напора для рассмотренных диаметров определяются по формуле (3):

$$h_{n1} = h_{m1} + h_{m1} = 102,8 + 0,88 = 103,68 \text{ м};$$

$$h_{n2} = h_{m2} + h_{m2} = 55,3 + 0,545 = 55,845 \text{ м};$$

$$h_{n3} = h_{m3} + h_{m3} = 31,6 + 0,35 = 31,95 \text{ м};$$

10) На выходе из трубопровода давление должно быть больше давления столба жидкости в РВС. Максимальное противодействие в РВС составляет 200000 Па. Напор на выходе должен быть не менее:

$$h_{\text{вых}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\rho g} = \frac{200000}{1012 \cdot 9,81} = 20,15 \text{ м}.$$

11) Потребный напор на входе в трубопровод или напор, развиваемый насосами ЦНС должно быть равен:

$$h_{\text{ex}} = h_n + h_{\text{вых}}; \quad (17)$$

$$h_{\text{ex1}} = h_{n1} + h_{\text{вых}} = 103,68 + 20,15 = 123,83;$$

$$h_{\text{ex2}} = h_{n2} + h_{\text{вых}} = 55,845 + 20,15 = 75,995;$$

$$h_{\text{ex3}} = h_{n3} + h_{\text{вых}} = 31,95 + 20,15 = 52,1.$$

По результатам расчета выбираем диаметр $d_2=219$ мм, так при учете толщины стенки, внутренний диаметр уменьшится, соответственно требуемое давление на входе возрастет.

Если взять диаметр d_1 и учесть его сужение при учете толщины стенки, тогда напора, развиваемого насосом ЦНС 180*212, может не хватить, так как насос будет работать в правой зоне. Итак, принимаем внешний диаметр $d=219$ мм. Проверочный расчет полученных выше результатов выполнен отделом УЭТ в ПО ОИС ПАЙП. Результаты проверочного расчета согласуются с приведенным расчетом.

2.5.3 Расчет толщины стенки

Далее рассчитывается толщина стенки трубопровода. Расчет толщины стенки выполнен в соответствии с ГОСТ 32388-2013, СП 36.13330.2012 и ГОСТ 32678-2014 [17, 18]. Марку стали для водовода низкого давления принимаем 09Гс2 [19]. Исходные данные для расчетов сведены в таблицу 9.

Дано:

Таблица 9 – Исходные данные для расчета

Параметр	d	P	K_1	K_n	R_1^H	m	n
Ед. изм.	М	Мпа	-	-	Мпа	-	-
Значение	0,207	2,5	1,4	1	265	0,9	1,2

Где:

d – номинальный диаметр трубопровода, м;

P – Внутреннее давление, Мпа;

K_1 - Коэф. Надежности по материалу;

K_n - Коэф. Надежности по назначению;

R_1^H – Нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла, Мпа;

m - Коэф. Условий работы трубопровода;

n – Коэф. Надежности по нагрузке.

Определить:

Толщину стенки трубопровода.

Расчет:

1. Расчет сопротивления растяжению (сжатию) труб:

$$R_1 = \frac{R_{1н} * m}{K_1 * K_H} = \frac{265 * 0,9}{1,4 * 1} = 170,35 \text{ Мпа (18)}$$

2. Расчет толщины стенки:

$$\sigma = \frac{n * PD_H}{2 * (R_1 + n * P)} = \frac{1,2 * 2,5 * 0,207}{2 * (170 + 1,2 * 2,5)} = 1,8 \text{ мм (19)}$$

Учитывая полученный результат, с учетом того, что в соответствии с СНиП 2.05.06-85 трубопроводы с диаметром более 200 мм должны иметь толщину стенки не менее 4мм, а также взяв в расчет, запас на коррозию, примем толщину стенки 6 мм.

Итого, получен трубопровод из стали 09гс2, внешним диаметром 219 мм и толщиной стенки 6 мм. Соответственно внутренний диаметр будет равен 207 мм. Далее для окончательно определенного внутреннего диаметра выполняется гидравлический расчет.

Для диаметра 207 мм потери давления в трубопроводе составили 76 м, потребное давление на входе 96 м. Установленный на УПН насос сможет обеспечить данный напор, следовательно, подобранный диаметр соответствует поставленной задаче.

Итак, в ходе расчетов спроектирован трубопровод, параметры которого приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Параметры спроектированного трубопровода

Параметр	Внешний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Протяженность, м	Марка стали	Внутреннее давление, Мпа	Масса 1 м, кг
Значение	219	6	3510	9гс2	2,5	31,5

Параметр	Способ прокладка	Категория трубопровода	Назначение трубопровода
Значение	Подземный	IV	ВНД

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7П	Кувандыкову Марку Рафаэлевичу

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами не более 520000 рублей.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, инструмента, норма амортизации и т.д. Минимальное значение интегрального показателя ресурсоэффективности – 3,0 балла</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Общий налоговый режим Налог на прибыль - 20% НДС – 20%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Экономический эффект за срок мониторинга проекта 4 года, составил 106 млн. руб.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Определение текущих затрат на строительство водовода низкого давления УПН-БКНС-Х</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Показатель внутренней нормы доходности составил 166%, что говорит о низких рисках экономического провала проекта. Реализация возможна в ближайшие годы. NPV проекта 46 млн. руб. Данная цифра является весомой экономией для общества</i>

Перечень графического материала:

<ol style="list-style-type: none"> 1. Удельные показатели для расчета экономического эффекта; 2. Расходы до внедрения мероприятия; 3. Капитальные вложения на внедрение мероприятия; 4. Расходы после внедрения мероприятия; 5. Доходы от реализации проекта; 6. Вспомогательные данные для расчета; 7. Основные экономические показатели проекта.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Кувандыков Марк Рафаэлевич		

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ

В рамках данного раздела дана оценка экономической составляющей проекта строительства водовода низкого давления УПН-БКНС-Х. Изначально представлена таблица № 11, отражающая состояние процессов в текущей ситуации и при ожидаемой ситуации. Далее в таблицах № 12, 13, 14 рассчитаны затраты до реализации проекта, после его реализации, затраты на внедрение. В таблице № 15 представлен совокупный доход от реализации проекта за 4 года. По итогам, в таблице № 17 представлены основные показатели экономической эффективности проекта. Экономический эффект в данном случае достигается за счет экономии по операционным затратам, а конкретно, за счет экономии на электроэнергии, экономии на комплексном обслуживании и временном владении водозаборными скважинами.

3.1 Расчет совокупного изменения доходов и расходов проекта

Основные положения расчета экономического эффекта данного проекта представлены в виде таблиц 11, 12, 13, 14, 15. В данных таблицах показаны основные показатели по протеканию технологического процесса по каждому из рассматриваемых объектов системы, в текущей ситуации и ожидаемой, после реализации проекта. Приведены основные стоимостные показатели и выполнен расчет совокупного изменения в доходах и расходах в период с 2021 по 2024 года.

Таблица 11 – Удельные показатели для расчета экономического эффекта

	Показатели	Единица	Значение
Исходные данные для расчета			
	Текущая ситуация		
	БКНС-25		
1	Потребляемая мощность при работе погружных насосов на кусту № 1	тыс. Квт	1 883
2	Количество водозаборных скважин на БКНС-25, куст № 1	шт	2

3	Среднее количество ремонтов в год с учетом МРП для обеих скважин	шт	1
4	Потребляемая мощность при работе ЦНС № 1 180*1900 или ЦНС № 2 180*1900 отдельно	тыс. Квт	12 100
	БКНС-32		
5	Потребляемая мощность при работе ЦНС 180*1900 №2 при его работе в паре с ЦНС 180*1900 №3	тыс. Квт	11 631
6	Потребляемая мощность при работе ЦНС 180*1900 №3 при его работе в паре с ЦНС 180*1900 №2	тыс. Квт	11 654
	УПН п. Пионерный		
7	Потребляемая мощность насосов ЦНС 180*212 №2 и № 3 при работе в паре	тыс. Квт	825
	Ожидаемая ситуация		
	БКНС-25		
8	Потребляемая мощность при работе погружных насосов	тыс. Квт	0
9	Количество водозаборных скважин на БКНС-25, куст № 1	шт	0
10	Среднее количество ремонтов в год с учетом МРП	шт	0
11	Потребляемая мощность при работе ЦНС № 1 180*1900 или ЦНС № 2 180*1900 отдельно	тыс. Квт	12 469
	БКНС-32		
12	Потребляемая мощность при работе ЦНС 180*1900 №2 или ЦНС 180*1900 №3 отдельно.	тыс. Квт	12 650
	УПН п. Пионерный		
13	Потребляемая мощность при работе ЦНС 180*212 №2 или ЦНС 180*212 №3 отдельно.	тыс. Квт	896
	Стоимостные показатели		
14	Стоимость комплексного обслуживания	руб/сут	4 534
15	Стоимость временного владения	руб/сут	3 104
16	Тариф на покупку э/э	руб/кВтч	3,73
17	Стоимость ТРС	тыс.руб./скв	172

Расходы до внедрения (таблица 12) мероприятия складываются из расходов на комплексное обслуживание, временное владение и выполнение

ремонт по водозаборным скважинам, и, расходов электроэнергии на работу центробежных насосов типа ЦНС и погружных насосных установок типа УЭЦН.

Таблица 12 - Расходы до внедрения мероприятия

N	Объект	Ед. Изм.	Года			
			2021	2022	2023	2024
	БКНС-25					
1	Затраты на комплексное обслуживание водозаборных скважин.	тыс.руб	568	566	566	566
2	Затраты на временное владение и пользование ЭПО.	тыс.руб	761	759	759	759
3	Затраты на подземный ремонт водозаборных скважин	тыс.руб	172	172	172	172
4	Затраты э/э на работу ЦНС для закачки воды	тыс.руб	47516	49223	49228	49232
5	Затраты на ЭЭ на добычу сеномана	тыс.руб	7396	7662	7662	7663
	БКНС-32					
6	Затраты э/э на работу ЦНС для закачки воды	тыс.руб	91438	94722	94731	94740
	УПН п. Пионерный					
7	Затраты э/э на работу ЦНС для закачки воды	тыс.руб	6479	6712	6712	6713
8	ИТОГО ЗАТРАТЫ ДО ВНЕДРЕНИЯ	тыс.руб	154330	159816	159830	159845

Капитальные затраты (таблица 13) включают в себя закупку материальных ценностей, проектно-изыскательные работы и строительные монтажные работы. Все капитальные затраты реализуются в 2021 и 2022 годах.

Таблица 13 – Капитальные вложения на внедрение мероприятия

N	Категория расходов	Ед. Изм.	Года			
			2021	2022	2023	2024
1	Закупочные процедуры для СМР	тыс. руб	6 741	0	0	0
2	ПИР на реконструкцию водовода	тыс. руб	1 631	0	0	0
3	Строительно-монтажные работы	тыс.руб.	0	22 542	0	0
4	ИТОГО ЗАТРАТЫ НА ВНЕДРЕНИЕ	тыс.руб.	8 372	22 542	0	0

Расходы после внедрения (таблица 14) уменьшаются на величину затрат по водозаборным скважинам, затрат электроэнергии на работу двух установок УЭЦН и двух насосов ЦНС.

Таблица 14 – Расходы после внедрения мероприятия

N	Объект	Ед. Изм.	Года			
			2021	2022	2023	2024
	БКНС-25					
1	Затраты на комплексное обслуживание водозаборных скважин.	тыс.руб	568	283	0	0
2	Затраты на временное владение и пользование ЭПО.	тыс.руб	761	379	0	0
3	Затраты на подземный ремонт водозаборных скважин	тыс.руб	172	86	0	0
4	Затраты э/э на работу ЦНС для закачки воды	тыс.руб	47516	49 973	50 727	50732
5	Затраты на ЭЭ на добычу сеномана	тыс.руб	7396	3 698	0	0
	БКНС-32					
6	Затраты э/э на работу ЦНС для закачки воды	тыс.руб	91438	70 556	51 464	51469
	УПН п. Пионерный					
7	Затраты э/э на работу ЦНС для закачки воды	тыс.руб	6479	5 063	3 647	3647
8	ИТОГО ЗАТРАТЫ ПОСЛЕ ВНЕДРЕНИЯ	тыс.руб	154330	130038	105838	105848

Доход от реализации проекта (таблица 15) осуществляется за счет экономии, и рассчитывается путем вычета из суммы расходов до внедрения и капитальных вложений, значений расходов после внедрения.

Таблица 15 – Доходы от реализации проекта

N	Показатель	Ед. Изм.	Года			
			2021	2022	2023	2024
1	Суммарные расходы до внедрения	тыс.руб	154330	159816	159830	159845
2	Суммарные капитальные вложения	тыс.руб	8 372	22 542	0	0
3	Суммарные расходы после внедрения	тыс.руб	154330	130038	105838	105848
4	Доход от реализации проекта по годам	тыс.руб	-8 372	7235	53993	53998
5	Общий доход	млн. руб	106			

Итак, в таблицах, представленных выше, выполнен расчет совокупного изменения в доходах и расходах, посчитаны не приведенные экономические показатели. Экономический эффект за срок мониторинга проекта 4 года, составил 106 млн. руб.

3.2 Расчет основных экономических показателей

Для оценки инвестиционной привлекательности проекта, его окупаемости, необходимо выполнить расчет основных экономических показателей, таких как NPV, IRR, срока окупаемости. Данные показатели также рассчитаны в ПО Excel.

Фиксированные ставки налогов и некоторые другие данные, значимые для расчета сведены в таблицу 16.

Таблица 16 – Вспомогательные данные для расчета

№П/ П	Показатель	Значение	Ед. Измерения
1	Налог на имущество	2,2	%
2	Налог на прибыль	20	%
3	Годовая ставка дисконтирования	20	%
4	Год начала дисконтирования	2021	Год
5	Срок мониторинга проекта	4	Лет

Значение NPV отражает чистый дисконтированный доход, т.е. в выражении на текущую стоимость денег отображает величину денежного потока в течении срока реализации проекта. NPV помогает оценить привлекательность проекта для инвестора, и в общем случае рассчитывается по формуле 20:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t} = -IC + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t}. \quad (20)$$

Где:

n, t – количество временных периодов;

CF – Денежный поток;

IC – Изначальные вложения капитала

R – ставка дисконтирования.

IRR или внутренняя норма доходности — это ставка процента, при которой приведенная стоимость всех денежных потоков инвестиционного проекта (т.е. NPV) равна нулю. Это означает, что при такой ставке процента инвестор сможет возместить свою первоначальную инвестицию, но не более того. В общем случае равенство для расчета IRR выглядит следующим образом (формула 21):

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t}. \quad (21)$$

Где:

IRR – Внутренняя норма доходности.

Срок окупаемости вложений (Payback Period, PP) представляет собой наименьший срок, через который инвестированные средства вернутся и станут приносить прибыль. В случае оценки краткосрочных проектов, используют простой метод, заключающейся в том, что за основу берется значение периода, при котором чистый денежный поток начинания (без учета налогов и операционных затрат) превысит объем инвестированных средств. Простой срок окупаемости выражается формулой 22:

$$PP = \min n, \text{ при котором } \sum_{t=1}^n CF_t > IC. \quad (22)$$

Чтобы получить более точный прогноз, используют дисконтированный срок окупаемости (Discounted Payback Period, DPP). Этот критерий можно рассматривать как временной отрезок, в течение которого инвестор получит такой же доход, приведенный к текущему периоду, как и в случае вложения финансового капитала в альтернативный актив. Формула 23 для расчета DPP:

$$DPP = \min n, \text{при котором } \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t} > IC. \quad (23)$$

Где:

CF_t – Поток денег в период времени t , состоящий из чистой прибыли и начисленной амортизации.

В соответствии с указанной выше информацией и приведенными зависимостями, были рассчитаны основные экономические показатели данного проекта. Результаты расчета сведены в таблицу 17.

Таблица 17 – Основные экономические показатели проекта

Основные показатели проекта			
№П/П	Показатель	Значение	Ед. Измерения
1	NPV Чистый дисконтированный доход	46	млн.руб
2	IRR Внутренняя норма дисконтирования	166	%
3	PP Простой срок окупаемости	1,01	лет
4	DPP Срок окупаемости дисконтированный	1,05	лет

3.3 Выводы по разделу «Экономическая эффективность»

Анализируя полученные данные, можно сделать однозначный вывод об экономической целесообразности реализации данного проекта. Проект достаточно прибыльный, быстро окупаемый. Кроме того, реализация проекта проста в техническом плане. Реализация возможна в ближайшие годы. NPV проекта 46 млн. руб. Данная цифра является весомой экономией для общества. Кроме того, показатель внутренней нормы доходности составил 166%, что говорит о низких рисках экономического провала проекта. Вкупе с технологической целесообразностью, проект является выгодным со всех точек зрения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7П	Кувандыкову Марку Рафаэлевичу

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

Тема ВКР:

Выбор источника закачки воды для поддержания пластового давления в различных геолого-физических условиях при разработке месторождений Западной Сибири	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является Вода и её источники для ППД
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020);</p> <p>2. ГОСТ Р ИСО 6385–2016 Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем;</p> <p>3. ГОСТ Р ИСО 14738–2007. Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин;</p> <p>4. ГОСТ 12.2.033–78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования;</p> <p>5. ГОСТ 21753–76. Система «человек-машина». Рычаги управления. Общие эргономические требования.</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Анализ вредных производственных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Низкие температуры воздуха при работе в холодный период года; - Превышение допустимого уровня шума; - Воздействие ультрафиолетового излучения (сварочные работы); <p>Анализ опасных производственных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Движущиеся машины и механизма; - Подвижные части производственного оборудования; - Открытое пламя, электрическая дуга, металлические искры, нагрев металла до высоких температур; - Повышенная загазованность рабочей зоны;

	- Укусы ядовитых змей, насекомых.
3. Экологическая безопасность:	Охрана окружающей среды: - Охрана атмосферного воздуха от загрязнения. - Охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения. - Охрана и рациональное использование почвы и земельного покрова.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Защита в чрезвычайных ситуациях: В процессе выполнения строительно - монтажных работ возможны такие чрезвычайные ситуации как: механическое травмирование персонала движущейся техникой, грузами; отравление углеводородными газами; возникновение пожара; возникновение взрыва. При возникновении наиболее опасной ситуации – взрыв с пожаром, необходимо организовать следующие действия [ГОСТ 12.1.004-91]: Лицо, первым заметившее факт возникновения аварийной ситуации (угрозы возникновения аварии) окриком, по рации, громкоговорящей системе оповещения, либо с включением sireны предупреждает об опасности людей, находящихся в районе аварии и сообщает в службы: -Радиооператора пожарной охраны; -Медпункт; -Руководству.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Кувандыков Марк Рафаэлевич		

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объект исследования данной работы – система объектов по подготовки нефти. Для достижения цели работы (оптимизации технологического процесса системы) необходимо выполнить реконструкцию водовода низкого давления.

Реализация проекта строительства водовода будет включать в себя такие этапы как:

- Проектно-изыскательные работы
- Материально-техническое обеспечение (закуп и поставка ТМЦ)
- Получение разрешительной документации
- Строительно-монтажные работы
- Пуско-наладочные работы.

В рамках раздела «социальная ответственность» следует рассмотреть требования производственной безопасности и охраны труда применительно к этапу строительно – монтажных работ. Это связано с тем, что данный этап реализации проекта является наиболее опасным, требует особенного внимания к вопросам безопасности труда и охраны окружающей среды и является наиболее сложным и ответственным этапом. Работы по строительству водовода будут вестись в период с января по октябрь, т.е. как в тёплое, так и в холодное время года.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работы по строительству водовода будут производиться на отдаленной местности. В связи с этим, трудовой процесс необходимо осуществлять вахтовым методом. Нормы работы вахтовым методом регламентируются в трудовом кодексе Российской Федерации, статье 297. Условия проживания и быта для рабочего персонала будут предоставлены организацией АО «Томскнефть» ВНК в поселке

Рабочее время и время отдыха регламентируются графиком работы на вахте, который утверждается работодателем с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации в порядке, установленном статьей 372 трудового кодекса, и доводится до сведения работников не позднее чем за два месяца до введения его в действие. В указанном графике предусматривается время, необходимое для доставки работников на вахту и обратно. Дни нахождения в пути к месту работы и обратно в рабочее время не включаются и могут приходиться на дни междувахтового отдыха.

Лицам, выполняющим работы вахтовым методом, за каждый календарный день пребывания в местах производства работ в период вахты, а также за фактические дни нахождения в пути от места нахождения работодателя (пункта сбора) до места выполнения работы и обратно выплачивается взамен суточных надбавка за вахтовый метод работы. Работникам, выезжающим для выполнения работ вахтовым методом в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности из других районов, устанавливается районный коэффициент и выплачиваются процентные надбавки к заработной плате.

Касаемо компоновки рабочего места, в соответствии с ПОТ РО 14000001-98, каждое рабочее место должно размещаться на достаточной площади и должно быть оснащено в соответствии со своим функциональным назначением. Светильники общего локализованного (бокового) освещения должны располагаться на стенах или колоннах с ориентацией на рабочее место и иметь концентрированное или среднее светораспределение. Взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации работающих при аварийной ситуации. Пути эвакуации и проходы должны быть обозначены и иметь достаточную освещенность. При выполнении работ, связанных с воздействием на работающих опасных и (или) вредных производственных факторов, рабочее место должно быть оснащено средствами защиты и при необходимости средствами пожаротушения.

В обществе АО «Томскнефть» ВНК основным локальным нормативным документам, регламентирующим проведение работ, повышенной опасности, является стандарт № ПЗ-05 С-0103 ЮЛ-098 «Порядок организации работ повышенной опасности».

4.2 Производственная безопасность

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 неблагоприятные производственные факторы делят на:

- 1) Вредные факторы – те факторы, длительное воздействие которых приводит к заболеваниям, и усугубляют уже имеющиеся болезни.
- 2) Опасные факторы – факторы, которые могут привести к травме работника, в том числе смертельной.

Кроме того, вредные и опасные производственные факторы различают по виду воздействия на человека и подразделяются на факторы физического воздействия, факторы химического воздействия, факторы биологического воздействия, факторы психофизиологического воздействия.

При выполнении строительно-монтажных работ возможно воздействие всех вышеперечисленных групп факторов, однако наиболее вероятно воздействие факторов физического характера. Перечень неблагоприятных производственных факторов, возникающих при выполнении СМР представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
	Факторы физического воздействия		

Продолжение таблицы 18

Строительно – Монтажные работы	Низкие температуры воздуха при работе в холодный период года.		МР 2.2.7.212906
	Превышение допустимого уровня шума		СанПиН 2.2.4.3359-16
	Воздействие ультрафиолетового излучения (сварочные работы)		СНИП 4557-88
		Движущиеся части машин и механизмов	СНиП 12-032001
		Открытое пламя, электрическая дуга, металлические искры, нагрев металла до высоких температур.	СНиП 12-03-2001 ; ПОТР-М-020-2001 ; ГОСТ 12.1.004-91.
	Факторы химического воздействия		
		Повышенная загазованность рабочей зоны	ГН 2.2.5.1313-03 ; ВСН 64-86
	Факторы биологического воздействия		
	Укусы ядовитых змей, насекомых	ГОСТ12.1.008-78 ССБТ	
Факторы психофизиологического воздействия			
	Физические перегрузки	МР 2189-80	

4.2.1 Анализ вредных производственных факторов, которые могут возникнуть в процессе строительства трубопровода

Низкие температуры при работах в холодное время года.

План график реализации проекта подразумевает работу, как в теплый период года, так и в холодный. При этом климатические условия места проведения работ характеризуются аномально низкими температурами в холодное время года. Географически, место проведения работ расположено

на территории II климатического пояса, характеризуемого суровыми климатическими условиями.

Воздействие низких температур на протяжении длительного времени негативно влияет на человека. Охлаждение организма, как общее, так и локальное способствует изменению его двигательной активности, нарушает координацию и способность выполнять точные операции; вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, способствует развитию патологии. Режим работы и отдыха в холодное время года регламентируется МР 2.2.7.2129-06.

В данном документе регламентируется режим работе на холоде в зависимости от температуры воздуха, скорости ветра в различных климатических регионах.

При выполнении строительно-монтажных работ наиболее характерны работы средней тяжести. В соответствии с этим, режим работы будет нормироваться требованиями, приведенными в таблице 19.

Таблица 19- Режим работ на открытой территории в климатическом регионе II

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с											
	1		2		4		6		8		10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
-10	не регламентируется*						168	1	121	1	92	2
-15	200	1	170	1	127	1	107	1	85	2	70	2
-20	117	1	104	1	84	2	71	2	58	3	49	3
-25	82	2	76	2	64	3	54	3	47	3	40	4
-30	65	3	60	3	52	3	45	4	39	4	34	5
-35	52	3	49	3	43	4	38	4	33	5	29	5
-40	44	4	41	4	37	4	32	5	29	5	25	6
-45	38	4	36	4	32	5	29	5	26	6	20	7

Продолжение таблицы 19

Отдых по причине физической усталости вследствие возможного перегревания следует проводить в теплом помещении

Примечание:

а - продолжительность непрерывного пребывания на холоде, мин; б - число 10-минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены.

Помимо соблюдения режима работы и отдыха необходимо пользоваться следующими средствами индивидуальной защиты: утеплённый рабочий костюм (брюки и куртка), утепленная обувь, утепленный головной убор, утепленные рукавицы, зимняя маска, специальные крема, защищающие от обморожений.

Повышенный уровень шума

При работе тяжелой техники, работе режущего инструмента возможны высокие значения шума на рабочем месте. Продолжительное воздействие шума может повредить слух человека или привести к его потере. Кроме того, в условиях шума возникает риск травмирования, так как человек может не обратить внимания на угрозу из-за высокого уровня фонового шума.

Допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Для отдельных отраслей (подотраслей) экономики допускается эквивалентный уровень шума на рабочих местах от 80 до 85 дБА при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих по результатам проведения оценки профессионального риска здоровью работающих, а также выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих. В случае превышения уровня шума на рабочем месте выше 80 дБА, работодатель должен провести оценку риска здоровью работающих и подтвердить приемлемый риск здоровью работающих. Работы в условиях воздействия эквивалентного уровня шума выше 85 дБА не допускаются. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА.

В данном случае, на месте производства работ источниками шума в полевых условиях, являются звуки, вызванные результатом работы инженерного и производственного оборудования.

К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся: использование звукоизолирующих средств (звукоизолирующие кожухи, кабины), использование звукопоглощающих средств.

Также необходимо использовать рациональные режимы труда и отдыха работников.

В качестве индивидуальных средств индивидуальной защиты используют защитные беруши и защитные наушники.

Воздействие ультрафиолетового излучения

При работе электросварочной дуги выделяется ультрафиолетовое (75 %) и инфракрасное излучение. Наибольшую опасность несет в себе именно ультрафиолетовое излучение, которое вызывает серьезное поражение кожного покрова, глаз, уже после 3-10 минут воздействия на незащищенные участки.

Нормы воздействия данного вида излучения регламентируются СНиП 4557-88. Нормы устанавливают допустимые величины ультрафиолетового излучения на постоянных и непостоянных рабочих местах (облученность) от производственных источников с учетом спектрального состава излучения для длинноволновой (УФ-А), средневолновой (УФ-В), коротковолновой областей.

Допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ и периода облучения до 5 мин, длительности пауз между ними не менее 30 мин и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин - не должна превышать

- $50,0 \text{ Вт/м}^2$ - для области УФ-А;
- $0,05 \text{ Вт/м}^2$ - для области УФ-В;
- $0,001 \text{ Вт/м}^2$ - для области УФ-С.

При выполнении электрогазосварочных работ необходимо использовать следующие СИЗ: щитки, маски, защитные очки, спецодежда, спецобувь, респираторы, диэлектрические коврики и маты, спасательные пояса.

Физические перегрузки

Характер выполнения работ связан с перемещением грузов вручную, значительной физической активностью. Подъем слишком тяжелого груза может привести к травмам опорно-двигательного аппарата, образованию грыж. Переутомление вследствие слишком высокой физической активности ведет к ослаблению и истощению организма, падению внимания, координации. Нормы по перемещению грузов регламентируются правилами по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов и составляют: При чередовании с другой работой (до 2 раз в час) нормы по поднимаемой массе - мужчинами - до 30 кг; женщинами - до 10 кг. Постоянно в течение рабочей смены - мужчинами - до 15 кг; женщинами - до 7 кг. Допустимые нормы разового подъема (без перемещения) тяжестей: мужчинами - не более 50 кг; женщинами - не более 15 кг. Что касается физиологического напряжения, то эти нормы устанавливаются методическими рекомендациями Физиологические нормы напряжения организма при физическом труде.

4.2.2 Анализ опасных производственных факторов, которые могут возникнуть в процессе строительства трубопровода

Движущиеся машины и механизмы

В процессе строительно-монтажных работ наиболее вероятным несчастным случаем является травмированные работников движущимися частями и механизмами техники, падения на человека грузов. Наибольшую опасность несет эксплуатация тяжелой грузоподъемной техники. Падение

грузов на человека, попадание конечностей в движущиеся части грозит серьёзной травмой вплоть до летального исхода.

Согласно СНиП 12-03-2001 на строительные работы с использованием грузоподъемной техники должен оформляться наряд допуск.

При проведении строительно-монтажных работ, независимо от наличия вредных и опасных факторов, необходимо всегда использовать средства индивидуальной защиты, такие как: защитная каска, защитные очки, защитный костюм (роба), специальная обувь, защитные перчатки.

Для дополнительной защиты от данного опасного фактора необходимо использовать сигнальные жилеты.

При использовании спецодежды необходимо следить за тем, чтобы одежда не имела свободно двигающихся частей, которые могли бы зацепиться за движущиеся механизмы.

Повышенная загазованность рабочей зоны

В связи с тем, что прокладка трубопровода осуществляется на территории между опасными производственными объектами, в технологии которых задействован попутный нефтяной газ, существует риск выделения в рабочую зону взрывопожароопасных газов. Наиболее вероятным является выделение газообразных углеводородов. Вдыхание углеводородов в концентрации выше ПДК может привести к отравлению человека, сопровождающегося такими симптомами как кашель, удушье тошнота, рвота головокружение. ПДК веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03. ПДК для природного газа составляет 300 мг/м³. В канавах и траншеях возможно вытеснение кислорода более тяжелыми газами. Минимальное содержание кислорода в воздухе рабочей зоны составляет 20 %, и в случае падение концентрации ниже этого значения все работы необходимо прекратить.

Углеводороды способны образовывать взрывоопасную смесь с кислородом воздуха. Нижняя концентрация газа в газозудушной смеси, при

которой может произойти взрыв, называется нижним концентрационным пределом распространения пламени (НКПР). Для метана НКПР составляет 29 г/м³. Допускаются работы с использованием шланговых противогазов при концентрации углеводородов в воздухе рабочей зоны выше ПДК. Однако при достижении концентрации газа значения в 20 % от НКПР все работы необходимо остановить в срочном порядке. Взрыв газа возможен в определенном интервале его концентрации в воздухе. Верхняя граница данной концентрации носит название верхнего предела распространения пламени и составляет для метана 113 г/м³.

Дополнительно, в ходе работы в загазованной и запыленной рабочей зоне следует использовать: шланговые противогазы, портативные дыхательные устройства (самоспасатели), обувь и одежду, не дающую искр, страховочная привязь (при работе внутри траншей).

Открытое пламя, электрическая дуга, металлические искры, нагрев металла до высоких температур

Монтаж стального трубопровода связан с использованием дуговой, газовой сварки, применение режущего метал инструмента. Данные виды работ являются огневыми работами и представляют большую опасность, учитывая возможность содержания в воздухе взрывопожароопасных газов. К огневым работам на опасных производственных объектах относятся электросварочные, газосварочные, паяльные и иные работы, связанные с применением открытого огня, искрообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций. Вследствие несоблюдения правил и норм охраны труда возможны такие последствия как взрыв, пожар, ожег. Высокие температуры способны причинить человеку, ожоги различной степени тяжести вплоть до смертельного исхода.

При выполнении огневых работ необходимо использовать следующие СИЗ: защитный костюм из огнестойкого материала, огнестойкие перчатки, защитный щиток сварщика.

При выполнении огневых работ также необходимо иметь в наличии первичные средства пожаротушения, такие как: огнетушители (пенные, порошковые), емкости с песком, огнестойкая кошма. Место проведения работ обеспечить аптечкой первой помощи.

Укусы ядовитых змей, насекомых

Реализация проекта предполагает работы в летнее время года. Местность прокладки водовода преимущественно болотистая. В данных условиях наиболее вероятно нападение ядовитых змей на человека и укус энцефалитного клеща. Яд змей и вирус энцефалита поражают нервную систему человека, приводя к необратимым изменениям в организме, и могут повлечь за собой летальный исход. Следует уделить особое внимание мерам по предотвращению укусов ядовитых змей и насекомых. Кроме того, в летнее время ожидается наличие большого числа гнуса.

Для защиты от змей и насекомых необходимо использовать следующие средства: высокие резиновые сапоги (от укуса змей), репелленты (от клещей и комаров), специальный энцефалитный костюм.

Необходимо иметь аптечку первой помощи и транспорт для эвакуации пострадавших.

4.2.3. Мероприятия по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций в условиях действия опасных факторов

Движущиеся машины и механизмы

При работе тяжелой техники, выполнении погрузочно-разгрузочных, во избежание опасных ситуаций работ необходимо выполнять следующие мероприятия:

- Обозначить площадку под складирование трубы, наличие прокладок и подкладок под трубу;
- В зоне перемещение грузов все проемы должны быть закрыты или ограждены и вывешены предупредительные знаки;
- Зацепку груза производить в соответствии со схемами правильной страховки грузов, которые вывешиваются на видном месте;
- Подъем груза производить плавно без раскачиваний. При перемещении, груз необходимо поднять на высоту не менее 0,5 м выше встречающихся на пути предметов;
- При движении техники контролировать нахождение людей на пути ее движения, особое внимание уделять при движении задним ходом.

Повышенная загазованность рабочей зоны

При работах, связанных с повышенным содержанием газа в воздухе рабочей зоны, а также возможностью выделения газа в рабочую зону, необходимо оформлять наряд допуск на производства каждого вида газоопасных работ.

Должны быть приняты меры по уменьшению степени опасности газоопасной работы снятием избыточного давления с оборудования, работающего под давлением, удалением опасных веществ, исключением их поступления из смежных технологических систем, исключением возможных источников искрообразования. Место проведения газоопасной работы в пределах площади, где возможно поступление паров и газов опасных веществ, должно быть обозначено (ограждено), должны быть установлены предупреждающие знаки "Газ" или "Газоопасные работы".

Необходимо выполнять анализ воздушной среды с помощью газоанализатора на содержание углеводородов не выше ПДК=300 мг/м³, что соответствует 1% НКПР взрывоопасных веществ и не менее 20% кислорода.

Газоопасные работы следует выполнять бригадой исполнителей в составе не менее двух человек. Работа должна проводиться в присутствии ответственного ИТР.

Открытое пламя, электрическая дуга, металлические искры, нагрев металла до высоких температур

Огневые работы, как и газоопасные, должны выполняться с оформлением наряда-допуска на данный вид работ. Для снижения воздействия данного фактора, необходимо выполнить следующие мероприятия:

При выполнении огневых работ в помещении следует предусмотреть меры защиты от разлета и попадания искр в проемы межэтажных перекрытий, а также лотков и приемков, в которых могут накапливаться остатки горючих жидкостей, паров и газов.

Место выполнения огневых работ должно быть обеспечено огнетушителем и другими первичными средствами пожаротушения, указанными в наряде-допуске на выполнение огневых работ.

Перед началом выполнения огневых работ и при перерывах в работе, должен быть отобран анализ воздушной среды на содержание опасных веществ (углеводородов).

Проведение огневых работ должны осуществляться в присутствии лица, ответственного за проведение работ.

Укусы ядовитых змей, насекомых

При выполнении СМР для уменьшения фактора укуса ядовитых змей, насекомых необходимо:

- Избегать мест потенциального скопления ядовитых змей и насекомых;
- Выполнять покос травы на территории выполнения работ;
- Рабочий персонал должен быть привит от клещевого энцефалита;

- Необходимо обеспечить ближайшие пункты первой помощи вакциной от ядовитых змей для данной местности;
- На месте выполнения работ иметь резервный транспорт для обеспечения эвакуации пострадавшего.

4.3 Экологическая безопасность

При проведении работ при строительстве трубопровода, будут осуществляться следующие виды воздействия на окружающую среду:

1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
2. Воздействие на поверхностные и подземные водные объекты;
3. Воздействие на земельные ресурсы и почвенный покров.

4.3.1 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

В процессе производства работ выбросы вредных и опасных веществ в атмосферу в больших количествах отсутствуют. Наиболее вредными продуктами сгорания топлива в двигателях, задействованной в работе техники. С учетом этого, основные мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду являются:

- Соблюдение правил пожарной безопасности при выполнении всех видов работ;
- Своевременное проведение технического обслуживания техники, задействованной при проведении работ;
- Глушение двигателей автомобилей и дорожно-строительной техники на время простоев.

Размещение на строительной площадке только того оборудования, которое требуется для выполнения технологических операций, предусмотренных на данном этапе работ.

4.3.2 Воздействие на поверхностные и подземные воды

При выполнении строительных работ предусмотрено проведение гидравлических испытаний прокладываемого участка водовода. Заборы воды из водных объектов не предусматривается.

Планируется заполнить водовод с помощью подтоварной воды, сбрасываемой с УПН, а затем агрегатом ЦА-320 выполнить опресовку водовода на требуемое давление. Затем жидкость, находящуюся в водоводе сбросить на БКНС-Х и закачать в нагнетательные пласты. Работы будут проходить за пределами водоохраной зоны.

В целях охраны поверхностных и подземных вод необходимо:

- Исключить размещение отвалов размываемых грунтов в границах прибрежной защитной полосы (ПЗП);
- Производство работ, движение машин и механизмов, складирование и хранение материалов разрешается только в местах, установленных проектной документацией;
- Заправку строительной техники осуществлять «с колес» автотопливозаправщиком, оборудованным средствами, предотвращающими пролив топлива на грунт;
- Для сбора хозяйственно-бытовых стоков использовать герметичные емкости;
- Складирование отходов, образовавшихся при проведении проектируемых работ, осуществлять в специально размещаемые металлические контейнеры.

4.3.3 Воздействие на земельные ресурсы и почвенный покров

Процесс производства работ по сооружению ППМГ сопровождается воздействием на территорию расположения объекта, которое заключается в следующем:

- Изменение характера землепользования;
- Уплотнение грунта на отводимой площадке;
- Изъятие и перелопачивание грунта при разработке траншеи;
- Загрязнение территории за счет осадения на почву загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при работе техники.

Для рационального использования земельных ресурсов перед началом работ следует произвести снятие почвенно-растительного слоя, и складировать его во временные отвалы в границах полосы ведения работ. После окончания строительных работ следует произвести рекультивацию земель с возвращением почвенно-растительного слоя (ПРС).

В целях охраны земель необходимо выполнение следующих рекомендаций:

- Работы по строительству ПП МГ проводить в границах отведенного участка;
- При строительных работах использовать только исправную технику, своевременно прошедшую технический осмотр;
- Доставку материалов следует производить по мере необходимости с помощью автотранспорта по существующим автодорогам;
- После окончания строительных работ выполнить рекультивацию нарушенных земель.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В процессе выполнения строительно - монтажных работ возможны такие чрезвычайные ситуации как: механическое травмирование персонала движущейся техникой, грузами; отравление углеводородными газами; возникновение пожара; возникновение взрыва.

При возникновении наиболее опасной ситуации – взрыв с пожаром, необходимо организовать следующие действия [ГОСТ 12.1.004-91]:

Лицо, первым заметившее факт возникновения аварийной ситуации (угрозы возникновения аварии) окриком, по радиии, громкоговорящей системе оповещения, либо с включением сирены предупреждает об опасности людей, находящихся в районе аварии и сообщает в службы:

- Радиооператора пожарной охраны;
- Медпункт;
- Руководству.

Персонал, занятый в ликвидации аварии использовать средства индивидуальной защиты, проводит поиск пострадавших и эвакуирует их кратчайшими путями из опасной зоны, оказывает им первую помощь.

До приезда подразделения пожарной охраны персонал приступает к тушению пожара, используя следующие способы:

- Захлестывание огня по кромке пожара (ветвями, вениками);
- Засыпка кромки пожара грунтом (лопатами); - Тушение водой.

По приезду пожарной охраны рабочий персонал встречает подразделение пожарной охраны, сопровождает к месту возгорания. Ответственный руководитель докладывает старшему должностному лицу пожарной охраны РТП сведения об обстановке.

4.5 Выводы по разделу «социальная ответственность»

В разделе социальная ответственность был выполнен анализ основных вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при выполнении строительно-монтажных работ. Данный вид работ подразумевает работы, связанные с высокими рисками для персонала. На основании нормативной документации были выработаны рекомендации по предупреждению возможных опасных ситуаций. Особое внимание уделено вопросам безопасности.

Социальная ответственность является ключевым элементом на опасных производствах. Компания АО «Томскнефть» ВНК считает вопросы безопасности труда высшим приоритетом. Строительно – монтажные работы, выполненные с соблюдением всех указанных рекомендаций, выполнением требований представленных документов, обеспечат качественную и, самое главное, безопасную реализацию проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были рассмотрены качества и требования к закачиваемой воде, её источники и критерии к ним, а также подготовка этих вод для ППД на месторождениях Западной Сибири.

Выбор системы водоснабжения во многом зависит от стадии разработки месторождения. В первоначальный период разработки месторождений Западной Сибири нефть добывается безводной, в это время требуется большое количество пресной воды. На последней стадии разработки, чтобы извлечь 1 т. нефти, приходится извлекать 12 и более м³ пластовой воды.

Закачиваемые воды должны быть совместимы с пластовыми. Наличие механических примесей иногда связано с нарушением стабильности вод. Это может быть следствием необратимых химических реакций, сопровождающихся выпадением твердых солей из пересыщенных растворов.

Как показывает опыт разработки отечественных и зарубежных месторождений заводнение является довольно эффективным методом воздействия для поддержания пластового давления, но при строгом соблюдении необходимых требований к технологии его осуществления.

При установлении необходимой степени подготовки вод, используемых для системы ППД, основное значение имеют геолого-физические свойства нефтяного пласта (пористость, проницаемость), состав пород, диапазон изменения основных свойств коллекторов, слагающих пласт, качественный состав и количество в горной породе глин, физико-химические свойства пластовой и нагнетаемой воды.

Были рассмотрены меры производственной безопасности при выполнении работ в процессе поддержания пластового давления, которые позволяют избежать наступления вредных и опасных производственных факторов. Также были рекомендованы мероприятия по их устранению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ильницкий А.П. Канцерогенные углеводороды в почве, воде и растительности/ А.П. Ильницкий// Канцерогены в окружающей среде. – М.: Гидрометеиздат, 1975. - С. 53-71.
2. Король В.В. Утилизация отходов бурения скважин/ В.В. Король, Г.Н. Позднышев, В.Н. Манырин // Экология и промышленность России. – 2005. - №1. – С. 40-42.
3. Кирюхин Л.Г. Геологическое строение и нефтегазоносность Калмыкии/ Л.Г. Кирюхин, И.Н. Эльвартынов. – Элиста: Калмыцкое книжное изд-во, 1986. – 154 с.
4. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение/ В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1997. – 151 с.
5. Роева Н.Н. Специфические особенности поведения тяжелых металлов в различных природных средах/ Н.Н. Роева, Ф.Я. Ровинский, Э.Я. Кононов// Журнал аналитической химии. – 1996. – Т.51. - №4. – С. 384-397.
6. Воронин В.М. Канцерогенные вещества в окружающей среде/ В.М. Воронин // Гигиена и санитария, 1993, №9. - с.51-56.
7. Богомоллов Г.В. Гидрогеология Волго-Уральской нефтегазоносной области/ Г.В. Богомоллов, В.Г.Герасимов. – М.: Недра, 1967. – 422 с.
8. Кудинов В.И. Основы нефтегазопромыслового дела. – Москва – Ижевск: Институт компьютерных исследований; Удмуртский госуниверситет, 2005. – 720 с.
9. Водоснабжение систем ППД // <https://studopedia.ru/> URL: https://studopedia.ru/2_36047_vodosnabzhenie-sistem-ppd.html (дата обращения: 16.02.2021).

10. Источники закачиваемой воды в пласт // <http://oilloot.ru/> URL: <http://oilloot.ru/77-geologiya-geofizika-razrabotka-neftyanykh-i-gazovykh-mestorozhdenij/549-istochniki-zakachivaemoj-vody-v-plast> (дата обращения: 16.02.2021).
11. Характеристика закачиваемых в пласт вод // <https://infopedia.su/> URL: <https://infopedia.su/10xbfe7.html> (дата обращения: 16.02.2021).
12. Подготовка воды для закачки в пласт // <https://helpiks.org/> URL: <https://helpiks.org/6-80628.html> (дата обращения: 16.02.2021).
13. Технологический регламент "Блочная кустовая насосная станция, БКНС №32 Первомайское м.р" № П1-01.05 ТР-1045 ЮЛ-098 версия 1.04.
14. Технологический регламент "Блочная кустовая насосная станция, БКНС № 25 Катыльгинское м.р" № П5-01 ТР-0011 ЮЛ-098 версия 1.03.
15. Чухарева Н.В. Расчет простых и сложных промысловых трубопроводов. - Томск: Издательство Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2010.
16. Н.С. Галдин, И.А. Семенова Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Основы гидромеханики». Омск: Омск СибАДИ, 2012.
17. СП 36.13330.2012. Свод правил. Магистральные трубопроводы. Утв. приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 25 декабря 2012 г.
18. ГОСТ 32678-2014. Межгосударственный стандарт. Трубы стальные бесшовные и сварные холоднодеформированные общего назначения. Дата введения 2016-01-01.
19. Стандарт компании ПАО «НК» «Роснефть». Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке промысловых трубопроводов на объектах ОАО «НК «Роснефть» и его Дочерних обществ. № П1-01.05 С-0038 версия 1.00.

20. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: https://znaytovar.ru/gost/2/GOST_12000374_SSBT_Opasnye_i_v.html (дата обращения: 20.04.19).
21. МР 2.2.7.2129-06. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: <http://docs.cntd.ru/document/1200047514.html> (дата обращения: 21.04.19).
22. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: <http://docs.cntd.ru/document/420362948> (дата обращения: 22.04.19).
23. СНиП 4557-88. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: http://snipov.net/c_4655_snip_110805.html (дата обращения: 20.04.19).
24. СНиП 12-03-2001. Строительные нормы и правила СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования". [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: <https://base.garant.ru/12123914/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33> (дата обращения: 18.04.19).
25. ПОТ-Р-М-020-2001. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: <http://docs.cntd.ru/document/1200029443> (дата обращения: 18.04.19).
26. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: <http://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 20.04.19).

27. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: <http://docs.cntd.ru/document/901862250> (дата обращения: 19.04.19).
28. ВСН 64-86 Методические указания по установке сигнализаторов и газоанализаторов контроля дозврывоопасных и предельно допустимых концентраций химических веществ в воздухе производственных помещений. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: <http://gostrf.com/normadata/1/4293823/4293823508.htm> (дата обращения: 25.04.19).
29. ГОСТ12.1.008-78 ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Биологическая безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: <http://docs.cntd.ru/document/5200275> (дата обращения: 28.04.19).
30. МР 2189-80. Физиологические нормы напряжения организма при физическом труде. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293750/4293750683.htm> (дата обращения: 20.04.19).
31. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: <https://files.stroyinf.ru/Data1/2/2019> (дата обращения: 18.04.19).
32. ТК РФ. Нрудовой кодекс российской федерации. [Электронный ресурс]. – режим доступа к странице: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683. (дата обращения: 16.04.19).
33. ПОТ РО 14000-001-98. Правила по охране труда на предприятиях и в организациях машиностроения. [Электронный ресурс]. – режим доступа к

странице: http://www.snip-info.ru/Pot_r_o_14000-001-98.htm (дата обращения: 05.04.19).

34. № ПЗ-05 С-0103 ЮЛ-098. Версия 4.04. Порядок организации работ повышенной опасности.