

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

ООП «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Отделение нефтегазового дела

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
«Разработка комплекса мероприятий по строительству газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов»

УДК 622.691.4.07:551.345

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8А1	Баранов Виктор Иванович		06.06.2023

Руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		06.06.2023

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Креницына З.В.	к.т.н., доцент		06.06.2023

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев М.В.	-		06.06.2023

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		06.06.2023

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

По основной образовательной программе подготовки бакалавров
по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль подготовки «Эксплуатация и
обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально- историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-10	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
ОПК(У)-2	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
ОПК(У)-3	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента
ОПК(У)-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК(У)-5	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК(У)-6	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ОПК(У)-7	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-2	Способен проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-3	Способен выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-4	Способен применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-5	Способен обеспечивать заданные режимы эксплуатации нефтегазотранспортного оборудования и контролировать выполнение производственных показателей процессов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки
ПК(У)-6	Способен проводить планово-предупредительные, локализационно-ликвидационные и аварийно-восстановительные работы линейной части магистральных газонефтепроводов и перекачивающих станций
ПК(У)-7	Способен выполнять работы по проектированию технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-8	Способен использовать нормативно-технические основы и принципы производственного проектирования для подготовки предложений по повышению эффективности работы объектов трубопроводного транспорта углеводородов

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Уровень образования бакалавриат
Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП ОНД ИШПР

(Подпись) _____ (Дата) Чухарева Н.В.
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б8А1	Баранов Виктор Иванович

Тема работы:

Разработка комплекса мероприятий по строительству газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	07.02.2023 г. № 38-108/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

_31.05.2023 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Проектируемый участок магистрального газопровода диаметром 1400 мм. от КС-1 до КС-М протяженностью 25 км., расположенный в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none">1. Литературный обзор по теме исследования;2. Анализ влияния опасных инженерно-геологических процессов на конструктивные элементы газопроводов;3. Проектирование и строительство участка магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов;4. Разработка комплекса инженерных решений по повышению эксплуатационной надежности

	<p>магистральных газопровод;</p> <p>5. Расчет толщины стенки трубопровода, максимально допустимый пролет подземного трубопровода при образовании карстовых пустот;</p> <p>6. Проведение проверочного расчета прочности трубопровода на максимальном расчетном карстовом пролете.</p>
Перечень графического материала	<ul style="list-style-type: none"> - Профиль проектируемого участка магистрального газопровода; - Схема типа подземной прокладки трубопровода; - План-схема проектируемого газопровода; - Рисунки; - Таблицы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Креницына Зоя Васильевна Доцент (ОСГН, ШБИП), к.т.н.
«Социальная ответственность»	Гуляев Милий Всеволодович Старший преподаватель
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	07.02.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		07.02.2023 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8А1	Баранов В.И.		07.02.2023 г.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-2Б8А1	Баранов Виктор Иванович

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделения нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	В данном разделе ВКР необходимо представить: график выполнения работ, в соответствии с ВКР; трудоёмкость выполнения операций; нормативноправовую базу, используемую для расчётов; результаты расчётов затрат на выполняемые работы; оценить эффективность нововведений и др. Раздел ВКР должен включать: методику расчёта показателей; исходные данные для расчёта и их источники; результаты расчётов и их анализ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе выполнения операций согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет затрат и финансового результата реализации проекта.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	График выполнения работ.

3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономической эффективности внедрения новой техники или технологии
---	---

Дата выдачи задания для раздела в соответствии с календарным учебным графиком	
---	--

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Креницына З.В.	к.т.н., доцент		__.__.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8А1	Баранов Виктор Иванович		__.__.2023

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-2Б8А1	Баранов Виктор Иванович

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделения нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение:

- Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.

Объектом исследования: Разработка комплекса мероприятий по строительству газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

Рабочее место: находится на открытом воздухе Трасса газопровода проходит по многолетнемерзлым грунтам.

При эксплуатации газопровода могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека.

Негативное воздействие на природу (атмосферу, гидросферу, литосферу).

Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)

ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;

ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

Земельный кодекс «Охранные зоны трубопроводов».

2. Производственная безопасность:

- Анализ потенциальных вредных и опасных факторов;
- Обоснование мероприятий по снижению их воздействия.

Вредные факторы:

- Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;

- Повышенный уровень шума на рабочем месте;

- Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу;

	<ul style="list-style-type: none"> – Недостаточная освещенность рабочей зоны; – Физические перегрузки. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования – Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола); – Производственные факторы, связанные с электрическим током; – Электрическая дуга и металлические искры при сварке; – Пожаровзрывоопасность объекта.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации:	<p>При строительстве и обслуживании магистрального газопровода необходимо соблюдать требования по защите окружающей среды, охрану водоемов, условия землепользования.</p> <p>Воздействие на литосферу: загрязнение почвенно-растительного покрова производственными отходами, оттаивание многолетнемерзлых грунтов</p> <p>Воздействие на гидросферу: загрязнение сточными водами и производственных отходов</p> <p>Воздействие на атмосферу: выбросы природного газа.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможные причины возникновения ЧС при эксплуатации газопроводов: техногенного характера (аварии, инциденты), стихийное бедствие (лесные пожары, паводки);</p> <p>Наиболее типичная ЧС: техногенный характер.</p>

Дата выдачи задания для раздела в соответствии с календарным учебным графиком

__ . __ . 2023 г.

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев М.В.	-		__ . __ . 2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8А1	Баранов Виктор Иванович		__ . __ . 2023 г.

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Уровень образования бакалавриат
Отделение нефтегазового дела
Период выполнения осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
07.02.2023	<i>Введение</i>	5
28.02.2023	<i>Обзор литературы</i>	10
15.03.2023	<i>Изучение характеристик многолетнемерзлых грунтов</i>	5
18.03.2023	<i>Характеристика объекта исследования</i>	5
27.03.2023	<i>Анализ влияния опасных инженерно-геологических процессов на конструктивные элементы газопроводов</i>	10
07.04.2023	<i>Проектирование и строительство участка магистрального газопровода</i>	5
14.04.2023	<i>Разработка комплекса инженерных решений по повышению эксплуатационной надежности газопровода</i>	15
05.05.2023	<i>Расчетная часть</i>	10
04.05.2023	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
15.05.2023	<i>Социальная ответственность</i>	10
25.05.2023	<i>Заключение</i>	5
01.06.2023	<i>Презентация</i>	10
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		07.02.2023

Согласовано:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		07.02.2023

Реферат

Выпускная квалификационная работа 123 с., 22 рис., 19 табл., 35 источников, 2 прил.

Ключевые слова: Природный газ, магистральный газопровод, подземная прокладка, многолетнемерзлые грунты, геокриологические процессы, проектирование, эффективность, строительство, надежность.

Объектом исследования является исследование особенностей строительства магистральных газопроводов в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

Цель работы – разработка комплекса мероприятий по строительству газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

Методология проведения работы: В работе проведены расчеты толщины стенки трубопровода, максимально допустимый пролет подземного трубопровода при образовании карстовых пустот, проверочный расчет прочности трубопровода на максимальном расчетном карстовом пролете.

Основные конструктивные решения: Применение комплекса инженерных решений по повышению эксплуатационной надежности магистральных газопроводов.

Область применения: Проектирование и эксплуатация магистральных газопроводов в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

Значимость работы: Устойчивое функционирование трубопровода по перекачке природного газа в осложненных природно-климатических условиях.

					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Реферат	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Баранов В.И.</i>						11	123
<i>Руковод.</i>	<i>Чухарева Н.В.</i>							
<i>Рук-ль ООП</i>	<i>Чухарева Н.В.</i>							
						Отделение нефтегазового дела		
						Группа 3-2Б8А1		

Abstract

Graduate qualification work 123 p., 22 fig., 19 tabl., 35 sources, 2 appendix.

Keywords: Natural gas, main gas pipeline, underground laying, permafrost soils, geocryological processes, design, efficiency, construction, reliability.

The object of the study is to study the features of the construction of main gas pipelines in the conditions of the spread of permafrost soils.

The purpose of the work is the development of a set of measures for the construction of a gas pipeline in conditions of the spread of permafrost soils.

Methodology of the work: Calculations of the wall thickness of the pipeline, the maximum allowable span of the underground pipeline during the formation of karst voids, a verification calculation of the strength of the pipeline at the maximum calculated karst span were carried out.

Main design solutions: Application of a complex of engineering solutions to improve the operational reliability of main gas pipelines.

Scope of application: Design and operation of main gas pipelines in conditions of permafrost distribution.

Significance of the work: Sustainable operation of the pipeline for pumping natural gas in complicated natural and climatic conditions.

					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Баранов В.И.</i>			Abstract	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>					12	123
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>				Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1		

Определения, сокращения

Определения:

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Магистральный газопровод (МГ): Комплекс производственных объектов, обеспечивающих транспорт природного или попутного нефтяного газа, в состав которого входят одноконтурный газопровод, компрессорные станции, установки дополнительной подготовки газа (например, перед морским участком), участки с лупингами, переходы через водные преграды, запорная арматура, камеры приема и запуска очистных устройств, газораспределительные станции, газоизмерительные станции, станции охлаждения газа.

Рабочее давление: Максимальное, из всех предусмотренных в проектной документации стационарных режимов перекачки, избыточное давление в секции трубопровода.

Напряженно-деформированное состояние трубопровода (НДС): Совокупность внутренних напряжений и деформаций, возникающих при действии на трубопровод внешних нагрузок, температурных полей и других факторов.

Надёжность: Свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Грунт: горные породы (включая почвы), техногенные образования, залегающие преимущественно в пределах зоны выветривания,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
					Определения, сокращения		
Разраб.		Баранов В.И.					
Руковод.		Чухарева Н.В.					
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.					
					Лит.	Лист	Листов
						13	123
						Отделение нефтегазового дела	
						Группа 3-2Б8А1	

представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Криолитозона: Часть криосферы в пределах верхнего слоя земной коры, характеризуется наличием отрицательных температур и возможностью существования подземных льдов.

Многолетнемерзлые грунты (вечномерзлые): Грунты, которые находятся в мерзлом состоянии на протяжении многих лет (от трех и более).

Морозное (криогенное) пучение: Процесс, вызванный промерзанием грунта, миграцией влаги, образованием ледяных прослоев, деформацией скелета, приводящих к увеличению объема грунта, поднятию дневной поверхности.

Термокарст: Процесс оттаивания льдистых грунтов, подземных льдов, сопровождающийся их осадкой и образованием отрицательных форм рельефа.

Сезоннопромерзающий грунт: Оттаивающий летом и промерзающий зимой, без слияния с толщей многолетнемерзлого грунта.

Сезоннооттаивающий грунт: Оттаивающий летом и промерзающий зимой, до полного слияния с толщей многолетнемерзлого грунта.

Нормативный документ: Документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

Сокращения:

АКМ - аэрокосмический метод;

ДС – деятельный слой;

ГРС - газораспределительные станции;

ММП – многолетнемерзлые породы;

ММГ – многолетнемерзлые грунты;

МГ – магистральный газопровод;

					Определения, сокращения	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ОВПФ - опасные и вредные производственные факторы;
СГ – сжиженный газ;
СПГ – сжиженный природный газ;
СИЗ – средства индивидуальной защиты;
НТД – нормативно-техническая документация;
НДС – напряженно-деформированное состояние;
НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение;
ПТ – пропан технический;
ПДК – предельно-допустимая концентрация;
ППР - проект производства работ;
ТЭО - технико-экономическое обоснование;
КС – компрессорная станция;
ЧС – чрезвычайная ситуация.

					Определения, сокращения	<i>Лист</i>
						15
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Оглавление

Введение	19
Глава 1. Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	22
1.1. Географическое распространение многолетнемерзлых грунтов.	22
1.2. Классификация и строение многолетнемерзлых грунтов	23
1.3. Физические свойства мерзлых грунтов.....	26
1.4. Геоморфологические процессы	28
1.4.1. Классификация геоморфологических процессов.....	29
1.4.2. Воздействие опасных инженерно-геологических процессов на конструктивные элементы газопроводов	35
Глава 2. Устойчивое функционирование трубопровода в осложненных природно-климатических условиях	42
2.1. Анализ и классификация дефектов магистрального газопровода	43
2.2. Анализ методов повышения эксплуатационной надежности магистральных газопровод в условиях многолетнемерзлых грунтов	47
Глава 3. Характеристика объекта исследования	52
3.1. Природно-климатическая характеристика района	52
3.2. Сложные инженерно-геологические и геокриологические условия .	53
3.3. Проектирования магистральных газопроводов	56
3.4. Технология и организация строительства магистральных трубопроводов	61
3.5. Комплекс инженерных решений	68
3.5.1. Инженерная подготовка площадок.....	68
3.5.2. Строительство автомобильных дорог	70

					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Баранов В.И.</i>			Оглавление	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>				16	123	
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>				<i>Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1</i>		

3.5.3. Прокладка трубопроводов.....	71
3.5.4. Дополнительные защитные мероприятия	72
Глава 4. Расчетная часть	77
4.1. Общие данные. Характеристика трубопровода и трассы МГ	77
4.2. Определение толщины стенки труб	78
4.3. Расчет максимально допустимых пролетов подземного трубопровода при образовании карстовых пустот	79
4.4. Расчет МГ на участке карстообразования.....	83
Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	89
5.1. Анализ перспективности исследования	89
5.1.1. SWOT-анализ	89
5.1.2. Оценка готовности проекта к коммерциализации	91
5.2. Планирование научно-исследовательских работ	93
5.3. Оценка экономической эффективности реализации результатов исследования	94
5.3.1. Расчет сметной стоимости строительства участка газопровода	95
Глава 6. Социальная ответственность.....	99
6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	99
6.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства	99
6.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	100
6.2. Производственная безопасность	101
6.2.1. Анализ потенциальных вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	102
6.2.2. Анализ потенциальных опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	107

6.3. Экологическая безопасность	111
6.3.1. Воздействие на окружающую среду.....	112
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	114
Заключение	116
Список использованной литературы.....	117
Приложение А.1 – Профиль трассы магистрального газопровода.....	122
Приложение А.2 - Схема подземной прокладки трубопровода	123

					Оглавление	<i>Лист</i>
						18
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Введение

Литосфера Земли содержит в себе зоны, на территории которых постоянно сохраняется отрицательная температура грунта. Такое явление называется – «вечной мерзлотой» или многолетнемерзлым грунтом (далее ММГ), а территория, верхний слой земной коры, вокруг данных грунтов называется криолитозоной, которая характеризуется наличием отрицательных температур.

В криолитозоне возможно существование подземных льдов, следовательно лед в таких грунтах является основным породообразующим минералом. От количества содержания льда в почве и ее температуру на прямую зависят прочностные свойства грунтов. Чем ниже температура грунта, тем его прочностные свойства выше. Содержание льда в грунтах может колебаться в пределах от достаточно сухого грунта, до весьма льдистого, вплоть до состояния грязного льда.

Многолетнемерзлые грунты чувствительны к изменениям их температурного режима. Так нарушение его поверхностного слоя, растительности например, может приводит к стремительному таянию мерзлоты, что спровоцирует разрушение структуры грунта и образованию полей протаивания. В результате чего грунты, служившие надежным основанием в мерзлом состоянии, за несколько сезонов превращаются в болота, в которой возможно, поперечное смещение трубопровода, его деформация и всплытие.

Опасность возникновения подобных явлений создает множество проблем инженерам при проектировании и строительстве трубопровода в таких, особых условиях. Так еще на этапе проектирования необходимо определиться с нахождением участков трассы трубопровода, где будут сохраняться естественные условия залегания мерзлых грунтов, а где

					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Баранов В.И.				Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Чухарева Н.В.						19	123
Рук-ль ООП	Чухарева Н.В.					Отделение нефтегазового дела		
						Группа 3-2Б8А1		

возможно нарушение этих естественных условий. Подобные решения возможны только при всестороннем и тщательном анализе технических возможностей по прокладке трубопровода по выбранной трассе. Выбор методик и технологий строительства трубопровода осуществляется при тщательном анализе всех предложенных вариантов. Возможна укладка трубопровода на поверхность земли с созданием специальной грунтовой подушки, траншейным способом или над поверхностью земли, на специальных опорах. По трассе один трубопровод может иметь самые разные участки прокладки. Например, при прокладке трубопровода на опорах, он будет испытывать значительные перепады температур, в связи с этим сразу повышаются требования к качеству стали трубопровода и его опор. В ряде случаев может потребоваться применение опор особого типа, запасующих холод в зимний период, чтобы сохранить мерзлоту летом.

Актуальность. Многолетний опыт эксплуатации северных газопроводов демонстрирует, что тепловое взаимодействие газопроводов с мерзлыми грунтами зачастую приводит к дисбалансу равновесия в системе «мерзлый грунт – газопровод», который сопутствует существенным изменением ландшафта местности, что в свою очередь приводит к потере проектного положения (деформациям) газопроводов и, зачастую, к аварийным ситуациям. Мерзлый грунт, если не нарушать его тепловой режим, обладает высокими несущими и прочностными свойствами. Отапление данных грунтов ведет к значительному снижению их несущей способности. Также наоборот, промораживание грунтов со стороны газопровода приводит к криогенному пучения грунтов, что впоследствии негативно влияет на напряженно-деформированное состояния (далее НДС) газопровода. Поэтому проектирование магистральных газопроводов (далее МГ) в условиях ММГ происходит путем комплексного решения задач по минимизации геокриологических факторов (криогенное пучение грунтов, образование термокарстов, солифлюкции и т. п.).

					Введение	<i>Лист</i>
						20
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Для предотвращения или сокращения теплового воздействия на мёрзлые грунты применяются средства инженерной защиты. Рациональность их применения во многих случаях зависит от технических расчетов.

Обеспечение необходимой несущей способности и устойчивого положения МГ является одним из основных факторов надежности и безопасности объектов трубопроводного транспорта как на стадии строительства, так и в процессе эксплуатации.

Цель работы. Разработать комплекс мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

1. изучить нормативно-техническую документацию по теме строительство магистральных газопроводов в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов;
2. выделить влияние опасных инженерно-геологических процессов на конструктивные элементы газопроводов;
3. определить объем работ, необходимый для обеспечения устойчивого функционирования магистрального газопровода, проложенного в криолитозоне;
4. провести технологические расчеты на прочность и устойчивость объекта строительства с учетом вероятности образования карстовых пустот в процессе дальнейшей эксплуатации;
5. оценить финансовые затраты на проведение строительных работ.

					Введение	<i>Лист</i>
						21
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1. Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов

1.1. Географическое распространение многолетнемерзлых грунтов

Многолетнемерзлые грунты распространены на обширных территориях как нашей страны, так и всего мира. Площадь занимаемая вечной мерзлотой на Земле составляет около 35 млн. км², это около 25% от общей площади нашей планеты. От 60 % до 65 % территории России занимают районы вечной мерзлоты. Наиболее широко она распространена в Восточной Сибири и Забайкалье. Самый глубокий предел вечной мерзлоты отмечается в верховьях реки Вилюй в Якутии, зафиксированная рекордная глубина залегания вечной мерзлоты составляет 1370 метров.



Рисунок 1 - Карта распространения многолетнемерзлых грунтов на территории Российской Федерации

В районах криолитозоны поверхностный слой грунта, постоянно подвергается сезонному промерзанию и оттаиванию и называется: при оттаивании летом и промерзании зимой, но не сливающимся с толщей вечномерзлых масс — сезоннопромерзающим, а при оттаивании летом и промерзании в зимой полностью до слияния с толщей вечномерзлых масс,

					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов					
Разраб.	Баранов В.И.							Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Чухарева Н.В.								22	123
Рук-ль ООП	Чухарева Н.В.							Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1		

называют — сезоннооттаивающим. Распространение ММГ с учетом их сомкнутости принято разделять на следующие группы:

1. Сплошное (Непрерывное) – более 90% всей площади территории занято ММГ, температура грунтов ниже -3 °С, а мощность мёрзлых грунтов составляет сотни метров и может достигать 1 км.;

2. Прерывистое – площадь ММГ составляет от 50 до 90%, мощность грунтов достигает 100 метров, а температура находится в диапазоне от -3 до -1 °С;

3. Островное (Редко-островное) – занимаемая площадь многолетнемерзлых грунтов достигает 50% от общей площади, а температура грунтов варьируется в пределах от -1 до -0,5 °С, мощность же грунтов составляет несколько десятков метров;

4. Сезонное – безмерзлотная область, проявление отрицательных температур грунтов наблюдается исключительно в зимний период на незначительный период.

Соответственно все ММГ в зависимости от времени нахождения в состоянии воздействия отрицательных температур подразделяются на многолетнемерзлые (годы), сезонномерзлые (месяца) и кратковременномерзлые (часы и сутки).

Важнейшими характеристиками многолетнемерзлых грунтов являются их сомкнутость (площадь распространения мерзлых грунтов в конкретной местности по отношению к общей площади этой местности), среднегодовая температура, характер распространения мерзлых грунтов (сливающиеся и несливающиеся), мощность грунта и деятельного слоя (ДС).

1.2. Классификация и строение многолетнемерзлых грунтов

К многолетнемерзлым грунтам относятся грунты которые как и не мерзлые грунты со структурными связями обладают криогенными связями, за счет содержания определенного количества льда в своем составе.

Особенностью криогенной связи грунтов является возникновение кристаллизационной связи в скальных и дисперсных грунтах за счет

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сцементирования их льдом при отрицательных температурах. Классификация

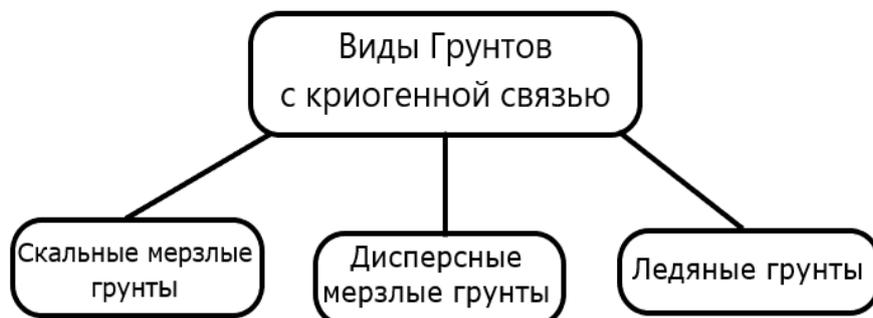


Рисунок 2 - Виды грунтов с криогенной связью

грунтов, с криогенными связями, изображена на следующей схеме:

Скальные мерзлые грунты характеризуются преобладанием жесткой кристаллизационной и (или) цементационной (полускальные грунты) структурной связью кристаллитов, одного или нескольких минералов, по сравнению с криогенной связью. Дисперсно-мерзлые грунты, состоят из отдельных, разного размера, минеральных зерен (частиц) со слабой физико-химической (или механической) структурной и криогенной связями, образовавшиеся в процессе выветривания скальных грунтов. Ледяные грунты определяют свою структуру криогенными связями.

По своему состоянию мерзлые грунты подразделяются на следующие типы:

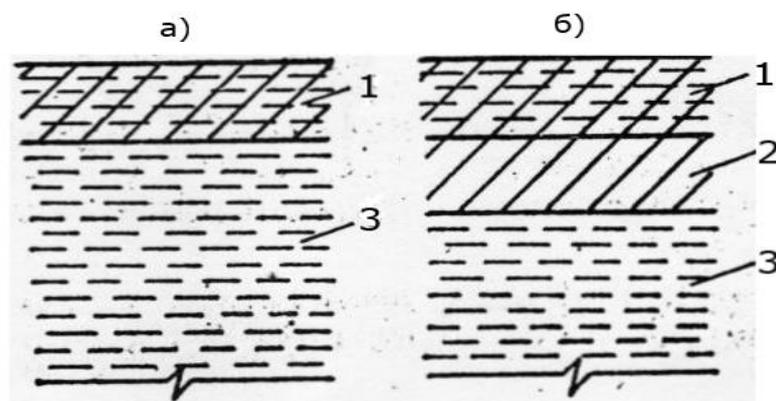
- твердомерзлые (грунты прочно сцементированным льдом, поэтому они склонны к относительно хрупким разрушениям и практически не сжимаемы под нагрузками);

- пластичномерзлые (грунты сцементированным льдом, но из-за содержания значительного количества незамерзающей воды обладают вязкостью, им характерна высокая сжимаемость);

- сыпучемерзлые (грунты несцементированные льдом, так как в своей структуре содержат малое количество влаги, обычно это песчаные и крупнообломочные грунты).

В зависимости от состояния мерзлого грунта теплофизические свойства почвы могут быть различны, и от этого зависит глубина сезонного оттаивания. Также глубина оттаивания почв зависит от рельефа местности, температуры воздуха, количества жидких и твердых осадков. Все это необходимо учитывать при проектировании трассы прокладке трубопровода и выборе оптимального маршрута, так как природно-климатические условия являются важнейшим фактором.

Когда между дневной поверхностью и кровлей мерзлых грунтов образуется талый слой грунта, участок, состоящий из незамерзающих пород, который распространяется от слоя сезонного промерзания или поверхности вглубь, тогда распространение мерзлого грунта является несливающимся. А если слой находящийся между дневной поверхностью и границей ММГ подвергается полной диффузии с мерзлым грунтом, то распространение будет сливающимся (Рисунок 3.).

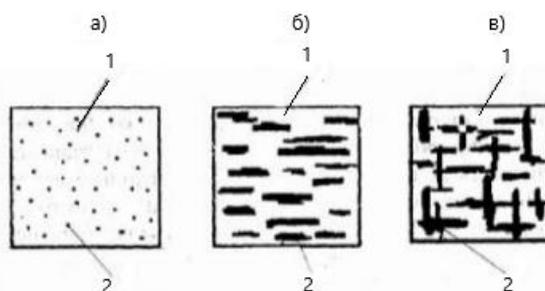


- 1 – Деятельный слой (Слой сезонного промерзания и оттаивания);
- 2 – Талый слой;
- 3 – Вечномерзлый грунт.

Рисунок 3 - Сливающаяся (а) и несливающаяся (б) вечная мерзлота

На территориях многолетнемерзлых грунтов поверхностный слой дневной стороны, который постоянно подвергается сезонному оттаиванию летом или промерзанию зимой, называется — Деятельным слоем (далее ДС). Его мощность зависит от перемен прихода тепла в различные времена года, перемен температуры воздуха, направленности и скорости ветра, состава и влажности грунтов, крутизны и экспозиции склонов, наличие растительного покрова, оттенения местности, высоты снежного покрова.

В структуре многолетнемерзлых грунтов лед распределен не равномерно, что влияет на их строение. Виды текстур ММГ отображены на Рисунке 4.



а) – сплошная (лед-цемент), б) – слоистая, в) – сетчатая (прожилки);

1 – минеральные частицы; 2 – лед.

Рисунок 4 - Строение многолетнемерзлых грунтов

1.3. Физические свойства мерзлых грунтов

Как уже отмечалось, главным отличием мерзлых грунтов, является нахождение их под воздействием отрицательной температуры, от которой в значительной степени зависят их физические свойства. К основными физическими характеристиками ММГ относят: суммарная влажность, льдистость и объемная масса.

Так же физические свойства мерзлых грунтов находятся в зависимости от их криогенной текстуры. В следствие неравномерного распределения льда в грунте характеристики свойств необходимо определять с учетом его криогенного строения. Так ММГ сетчатой и слоистой криогенной текстуры

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

характеризуются своей неоднородностью качеств в массиве и быстрой анизотропией (Рисунок 4). В связи с этим производят осредненные вычисления физических характеристик ММГ с указанием определенных объемов для которых они отнесены (части геологического разреза, слоев и горизонтов).

Влажность в мерзлом грунте определяется за счет суммарного содержания воды в данном грунте в виде льда-цемента, ледяных включений и незамерзшей воды, и называется - суммарной влажностью. Она обычно выражается в процентах или долях единицы, т. е. отношение веса всех видов воды к весу рассматриваемого массива грунта, а суммарное отношение количества всех видов льда (льда-цемента и ледяных включений) в данном грунте к количеству этого грунта, называется суммарной льдистостью.

От содержания незамерзшей воды в ММГ зависят такие его показатели как: несущая способность, пластичность, вязкость и упругость. При ее повышенном содержании теряется прочность грунта, повышается его сжимаемость и деформируемость. Наличие в грунте ледяных включений значительно замедляет процесс оттаивания, так как уменьшается количество скрытой теплоты. При температуре грунта близкой к нулю, высокое содержание незамерзшей воды в глинистых грунтах делает их более пластичными по сравнению с твердомерзлыми грунтами, тем самым несущая способность значительно понижается. Большое количество содержания льда имеют торфяные грунты, где вес его превосходит содержащиеся в нем органической и минеральной части во много раз. В скальных породах количество содержания льда зависит от степени трещиноватости, так как лед заполняет только трещины.

Кроме криогенной текстуры на физические свойства ММГ влияет засоленность этих грунтов. При увеличении степени засоленности, быстро увеличивается и количество незамерзшей воды, что оказывает значительное воздействие на механические качества мерзлых грунтов и на их теплофизические свойства. В связи с этим необходимо учитывать этот

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	<i>Лист</i>
						27
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

фактор при проектировании, и определять химический состав солей и их концентрацию. Зависимость температуры замерзания от химического состава и концентрации солей указана на следующем рисунке 5.

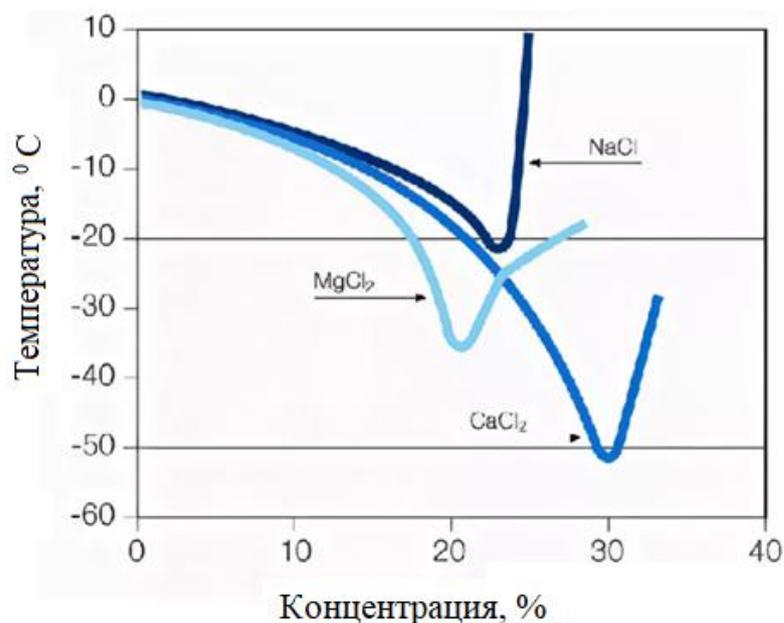


Рисунок 5 - Зависимость температуры замерзания от химического состава и концентрации солей

1.4. Геоморфологические процессы

Территориальное распределение мерзлых грунтов характеризуется расширением разнообразия геоморфологических процессов постоянно протекающих на территориях ММГ, в результате их воздействия формируется или развивается рельеф земной поверхности.

Нарушения теплового режима в зоне вечной мерзлоты в результате естественных процессов или же в результате строительства и эксплуатации трубопровода (перераспределение снежного покрова или нарушения и разрушения растительного покрова) приводит к активации геокриологических процессов, приводящих к деструктивным изменениям ландшафта местности. В существующих или создаваемых природно-

технических системах усиливается тепловой обмен, что отдаляет вечную мерзлоту от динамического равновесия [1]. Степень активации геокриологических процессов зависит от характера техногенных воздействий, особенностей ландшафта местности, криогенной структуры и состава ММГ и их термического состояния.

1.4.1. Классификация геоморфологических процессов

По основным ведущим агентам природной среды, являющимся движущей силой и формирующихся явлений, все экзогенные мерзлотно-геологические процессы в криолитозоне могут быть разделены на 4 группы.

1 группа: Криогенные (мерзлотные) процессы.

Криогенные процессы — это экзогенные геологические процессы, развитие которых вызвано сезонными и многолетними колебаниями тепломассообмена на земной поверхности и в подстилающих породах, т. е. происходящих регулярного процесса промерзания-оттаивания увлажненных пород. К данной группе относятся следующие процессы:

- Криогенное выветривание пород — процесс происходит в следствии температурных деформаций пород в результате расклинивающего действия воды, при многократных циклах сезонного промерзания и оттаивания с соответствующем изменением напряженного состояния пород;

- Морозобойное растрескивание и полигонально-жильные образования — в результате изменения напряженного состояния пород в массиве под влиянием сезонных колебаний температур, происходит их температурная деформация в виде вертикальных трещин в сезонноталом слое пород (Рисунок 6). Это связано с тем, что при промерзании грунта происходит его объёмное уменьшение. В последующем в трещины попадает влага, что в дальнейшем ведет к тому, что изменяются глубины промерзания грунтов. На базе морозобойного растрескивания образуются полигонально-жильные структуры.

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

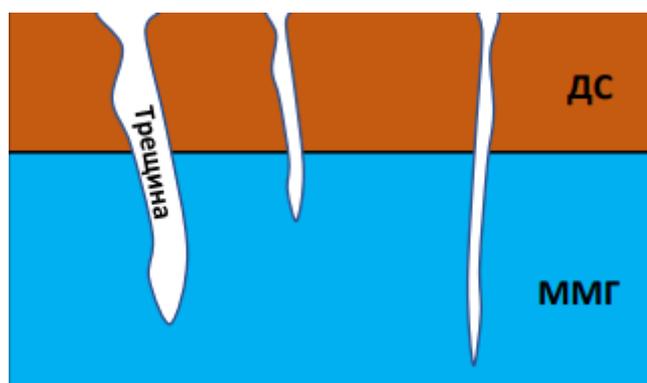


Рисунок 5 - Полигонально-жильные образования

Морозное пучение дисперсных пород - это процесс увеличения объема влажного грунта при его промерзании вследствие воздействия отрицательных температур. Это объясняется тем, что вода имеет наибольшую плотность при температуре 4°C , с понижением температуры молекулы замедляют свое движение и происходит перестройка водородно-кислородных связей, в следствии чего возникает другая молекулярная структура молекулы, т. е. вода переходит в иное агрегатное состояние — лед, который имеет менее плотную упаковку молекул, поэтому увеличивается объем воды. Так как плотность воды составляет 1000 кг/м^3 , а плотность льда 916 кг/м^3 , соответственно при одинаковой их массе объем воды при замерзании будет увеличиваться примерно на 9 %, в следствии чего лед создает давление на грунт, тем самым происходит его пучение.

Морозное пучение является одним из самых разрушительных процессов в криолитозоне, оно происходит, в следствии миграции влаги их талых грунтов к фронту промерзания. Его интенсивность в большей степени зависит от температурных условия промерзания и количества воды в грунте. Так же к факторам влияющим на интенсивность сил пучения с геологической точки зрения относятся: минеральный и дисперсный состав скелета грунта, его плотность и уровень грунтовых вод, с климатической: скорость промерзания и среднегодовая температура, а также количество осадков.

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

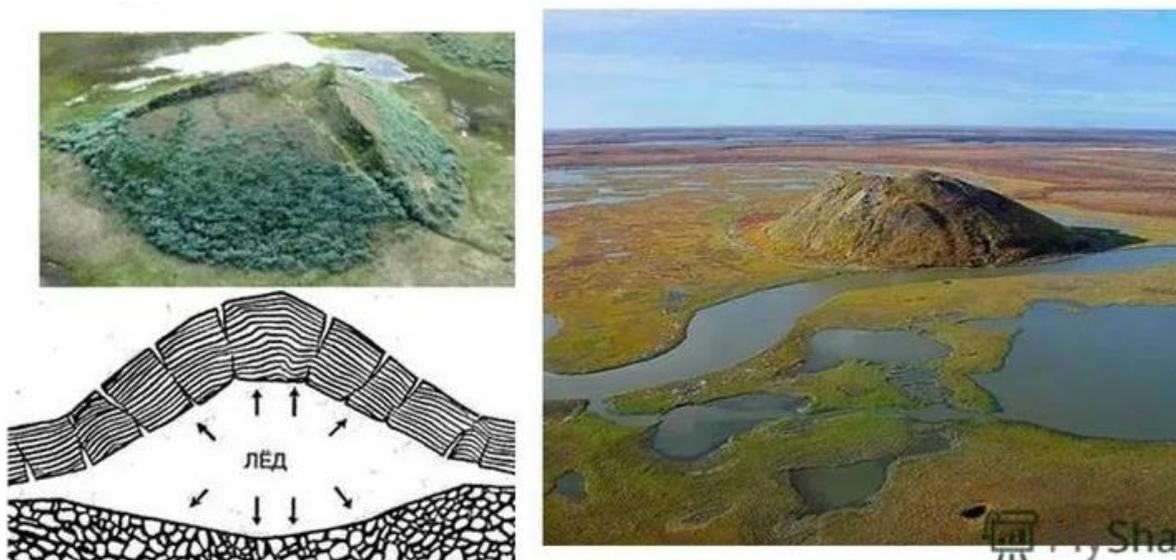


Рисунок 6 - Процесс и результаты Морозного пучения

В большей степени данному процессу подвергаются глинистые грунты (его объем может увеличиваться до 10-15%), в песчаных грунтах он проявляется гораздо меньше, а в каменистых и скальных – практически не проявляется.

В глинах или мелких песках влага, за счёт капиллярного эффекта, может достаточно высоко подниматься от уровня грунтовых вод, а в крупнозернистых песках или гравии, вода просачивается между частицами и уходит в нижележащие слои, и та оставшаяся влага в грунте распределяется равномерно, поэтому пучение такого грунта происходит равномерно. Таким образом, чем тоньше структура грунта, тем выше вероятность, в следствие капиллярного эффекта, поднятия влаги, и тем более пучинистым будет грунт. Так поднятие воды в грунте для суглинков может достигать 4 — 5 метров, в супесях 1 — 1,5, а в пылеватых 0,5 — 1 метр. ;

- Наледобразование — в результате сезонного замерзания поверхности и подземных вод, перемерзания водотоков, путей транзита и очагов разгрузки подземных вод происходит образование наледных полей и аллювий;

- Термокарст - в следствие изменения теплового режима на поверхности земли, в результате сезонного или многолетнего оттаивания сильнольдистых

пород и подземных залежей льда под действием искусственных или естественных факторов (солнечного теплового излучения, тепла поверхностных вод), происходит тепловая осадка земной поверхности, данный процесс называется термокарстовым явлением (термокарсты).

Термокарстовым явлениям характерно неравномерного проседания почвы и горных пород образующих рельеф в форме котловин, воронок, провальных ям, термотеррас (Рисунок 8.).

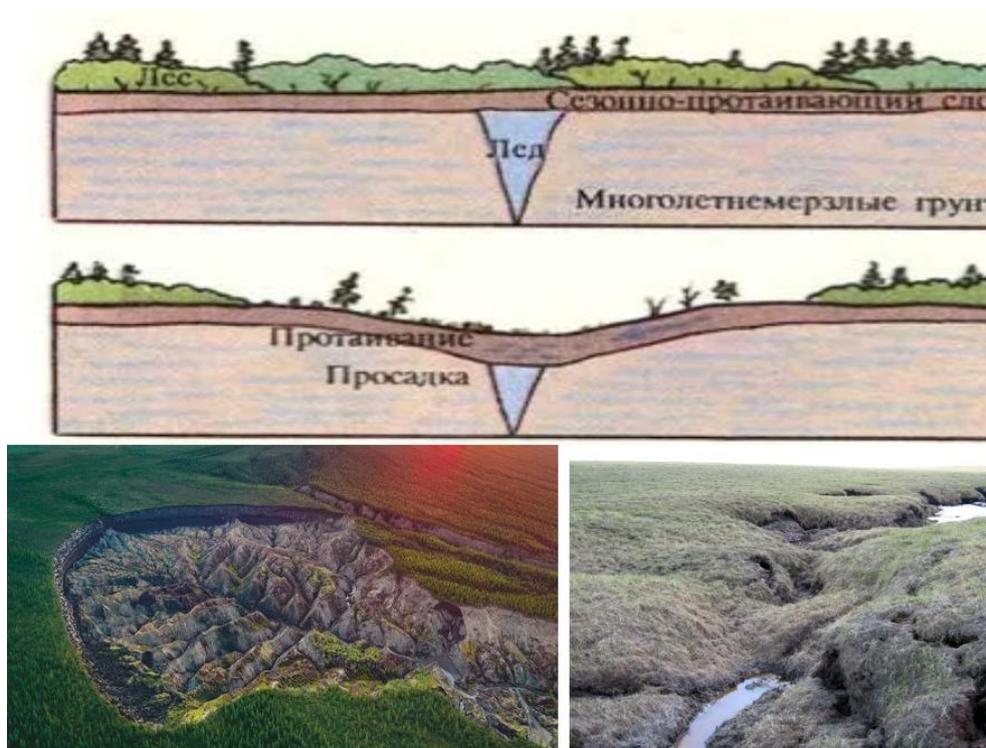


Рисунок 7 - Термокарстовые явления

Даже при не значительном повышении температуры многолетнемерзлые породы протаивают, и в последние годы этому в большей степени сопутствует человеческий фактор, в результате активного заселения, освоение новых территорий, в результате своей хозяйственной деятельности (повреждение или удаление почвенного покрова, изменение дренажных условий). Данное явление очень опасно, для зданий и сооружений, которые находятся над такими участками территории, и эта опасность заключается не

только в просадке, но и в том что эти процессы протекают скрытно, что может привести, например, к обрыву целой линии трубопровода.

2 группа: Флювиальные, абразионные и воднобалансовые процессы, вызванные механическим и тепловым воздействием на мерзлые и оттаивающие породы водных масс, годовыми колебаниями теплообмена на поверхности пород и многолетними колебаниями водного баланса поверхности. Она состоит из:

- Термоабразия — это процесс размывания, обрушения, сползания, стекание породна береговых склонах и уступах при тепловом и механическом воздействии волнений и течений водных масс на мерзлые и оттаивающие породы в береговой зоне. Данному процессу могут сопутствовать обвалы, сплывы-оползни, солифлюкация;

- Термоэрозия — в результате теплового и механического воздействия водного потока на мерзлые породы в его ложе происходит разрушение и вынос оттаивающих и мерзлых пород с образованием промоин и оврагов;

- Заболачивание — при увеличении осадков, термокарстовых просадках, сезонному и многолетнему промерзанию отложений, а также роста торфяных отложений и в результате слабого стока поверхностных вод, зарастания озер происходит интенсивное заболачивание местности, что, как правило в ММГ, способствует к повышению риска возникновения таких процессов как термокарсты и морозное пучение;

- Развитие ледников и снежников — при преобладании снегонакопления над таянием, нарушении водяного стока происходит их накопление, что в своей мере разрушает коренные породы, затрудняет доступ и выполнение работ.

3 группа: Гравитационные (склоновые) процессы.

Данная группа процессов формируется за счет действия гравитационных сил. Основными представителями данной группы являются такие процессы как солифлюкация и курумообразование.

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Солифлюкация — этот процесс заключается в разрушении структурных связей в дисперсных породах и уменьшении их прочности, в результате чего происходит сплывание этих пород на склонах под действием собственной силы тяжести.



Рисунок 8 - Солифлюкация

Курумообразование — это скопление и перемещение грубообломочных пород по склону крутизной меньше угла естественного откоса обломков в результате криогенного и термогенного выпучивания обломков с дальнейшим образованием курумы-полей, курумовых террас.

Так же к гравитационным относятся такие процессы как: оползни, обвалы, осыпи, лавины и сели.

4 группа: Эоловые процессы.

Ветровая эрозия и аккумуляция. Эти процессы обусловлены деятельностью ветра. За счет движения приземного слоя атмосферы, а также слабой закрепляющей ролью растительного покрова происходит выдувание, перенос и отложение частиц оттаявших и морозных пород, в результате образуются котловины, дюны и барханы.

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

1.4.2. Воздействие опасных инженерно-геологических процессов на конструктивные элементы газопроводов

Инженерно-геологические процессы - это энергетические воздействия грунтовой и водной составляющей в верхней части пород в виде неких потоков вещества, которые проявляются как и со стороны перемещающихся водных и воздушных масс, так и внутри самой породы.

В районах ММГ состояние (мерзлое или талое (оттаявшее), т. е. свойства, и вещественный состав пород оказывают существенное влияние на развитие этих опасных процессов, и при этом главное значение имеют инженерно-геологические свойства верхней части пород, на глубинах 5–10 метров: литологический состав, льдистость, а также неоднородность массива породы, который может быть расчленён на морозобойные полигоны с полигонально-жильным льдом или безо льда. Помимо этого, на развитии неблагоприятных процессов сказывается и состояние других компонентов - уровень залегания подземных вод, тип почвенно-растительного покрова, характер рельефа, распределение снежного покрова. Все эти компоненты, совместно с горными породами и формируют ландшафтный облик территории. В связи с этим изучение инженерно-геологических процессов должно базироваться на учете ландшафтной неоднородности территории, т.е. на результатах ландшафтно-геокриологического районирования, при этом опасные процессы в большей степени обусловлены ландшафтно-экологическими особенностями территории, нежели только лишь ММГ.

В районах северной тайге повсеместно развитым процессом является заболачивание, образуясь на трассах газопроводов, нередко создаются озера вдоль трасс, что в свою очередь разрушает их обвалование (рисунок 10).

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 9 - Техногенные болота и озерки на трассе магистрального газопровода

Другим процессом в данных районах является термокарсты, которые протекают хоть и очень активно, но локализован лишь в местах льдистых торфяников. В районах расположения болот возможно сезонное и многолетнее пучение грунтов, которое приводит к образованию высоких миграционных бугров пучения. На участках с глубоким сезонным промерзанием грунтов сезонное пучение может приводить к выпучивание свайных опор трубопроводов. Хоть северная тайга и находится на юге криолитозоны, со среднегодовыми температурами грунтов близкими к 0 °С, спектр опасных процессов для газопровода широкий, что в первую очередь зависит от мощности и плотности снежного покрова, грунты могут либо промерзнуть, либо оттаивать с соответствующей активизацией пучения или термокарста.

Для лесотундры типичным процессом активизирующимся на трассах газотранспортных систем является термокарст, характерный для участков с торфяниками.

В тундре основной особенностью является отсутствие в растительности древесного яруса, а кустарники преобладают лишь в речных долинах, в следствии этого в районах междуречья не проявляется снегозадерживающая

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	<i>Лист</i>
						36
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

роль растительности, из-за маломощности снежного покрова происходит интенсивное зимнее промерзание грунтов, что приводит к широкому проявлению процессов морозобойного растрескивания. На поверхностях образуются морозобойные трещины, по их системе летом развивается термоэрозия, которая на участках примыкания к долинам рек и ручьев формирует овражную сеть. В торфяниках образуются полигональные системы с ледяными жилами, при оттаивании которых развиваются обводненные термокарстовые канавы.

Широкое распространение в зонах ММГ получили криогенные оползни-сплывы, которые представляют собой гравитационное смещение грунта сезонноталого слоя по поверхности мерзлой породы, которым наиболее подвержены наклонные участки с повышенной мощностью снежного покрова зимой, их скорость может достигать до 10–15 м/сек. Такие оползни часто образуются в «коридорах проезда» гусеничного транспорта и вблизи трубопроводов.

Инженерно-геологические процессы по-разному воздействуют на различные элементы конструкции линейной части газопровода: на трубы, противокоррозионное изоляционное покрытие, грунтовое обвалование, свайное основание, утяжелители, крановые узлы и т. д.

Так в исследованиях проведенных старшим научным сотрудником лаборатории геоэкологии Севера, географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, кандидатом географических наук Марахтановым В.П. изложенных в научной статье [2] выявлено, что физические основы воздействия опасных инженерно-геологических процессов на элементы конструкции линейной части магистрального газопровода в криолитозоне заключаются в динамике вещества литосферы, гидросферы и атмосферы и изменении температуры грунта в зоне контакта с элементом конструкции, что вследствие влечет за собой отрицательные последствия. Данные последствия структурированы и соотнесены в зависимости от вида

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	<i>Лист</i>
						37
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

неблагоприятного процесса и конструктивного элемента газопровода, и приведены в Таблице 1.

Таблица 1 - Воздействие опасных процессов на конструктивные элементы газопровода

Тип процесса	Конструктивные элементы газопровода					
	труба	изоляция	обвалование	свайное основание	утяжелители	крановые узлы
Криогенное растрескивание	-	-	-	-	-	-
Морозное пучение сезонное	-	-	-	ежегодное выпучивание свай и деформация трубопровода	-	-
Морозное пучение многолетнее	смещение вверх, изгиб	задиры при выпучивании утяжелителей	разрушение на боковых участках трубы	ежегодное выпучивание свай и деформация трубопровода	выпучивание, перекос и опрокидывание	деформация трубопровода байпаса
Термокарст на горизонтальных поверхностях	всплытие	гофры, отслоения	размыв с обнажением трубы	осадка с деформациями трубопровода	перемещение вниз вместе с трубой, перекос	деформация трубопровода байпаса
Термокарст на склонах	смещение вниз	-	-	-	перемещение вниз вместе с трубой	-
Линейная эрозия (в том числе термоэрозия)	смещение вниз	-	размыв с обнажением трубы	-	-	смещение вниз
Боковая эрозия (в том числе озерная эрозия)	смещение вниз	-	размыв с обнажением трубы	деформация и вместе с трубопроводом	перемещение вниз вместе с трубой, перекос, опрокидывание	смещение вниз

Продолжение таблицы 1.

Донная эрозия	смещение вниз	-	-	-	перемещение вниз вместе с трубой	-
Заболачивание и обводнение	всплытие	гофры, отслоения	размыв с обнажением трубы	-	-	-
Солифлюкция	-	-	-	-	-	-
Оползни - сплывы	смещение вниз по склону	-	разрушение на верхней образующей трубы	деформации и вместе с трубопроводом	-	деформации байпасных кранов
Дефляция	-	-	-	-	-	-

В результате его исследований было выявлено, что из числа опасных для газопроводов большого диаметра процессов можно исключить солифлюкцию и дефляцию, а так же криогенное растрескивание. Такие выводы были сделаны в следствии того, что в 70-ые годы прошлого столетия прогнозировалось, что криогенное трещинообразование может стать главным разрушительным фактором, так как будет разрушать тепло- и гидроизоляцию трубопроводов, что приведет к проявлению стресс-коррозии металла и повреждению стенок труб. Но исследования показали, на примере эксплуатации Уренгойского газового месторождения в течение 20–25 лет, что разрушительного воздействия на газопроводы современных морозобойных трещин не отмечено. Таким образом, в отношении прямого воздействия на техническое состояние газопровода криогенное растрескивание не опасно, но в результате того что под его воздействием образуются ледяные жилы и криогенные трещины, которые в свою очередь уже могут привести к развитию термоэрозии и термокараста.



Всплытие трубопровода на участках термокарста по ПЖЛ



Осадка свайного основания



Осадка байпаса кранового узла с разрывом сварного шва

Рисунок 10 - Результаты развития термокарста

Результатами развития термокарста (Рисунок 11) может стать всплытие трубопровода на его участках или осадка конструктивных элементов трубопровода, что приведет к различного рода деформациям и выводу из строя узлов.

Наиболее опасными для магистральных газопроводов процессами являются боковая эрозия, абразия, криогенные оползни-сплывы (деформация трубы под воздействием грунтового массива, смещающегося вниз по склону поперек газопровода) и многолетнее морозное пучение грунта. Эрозионные процессы вызывают разрушение обвалования трубопровода, смещение трубы вниз в результате удаления грунта из-под нее или осадки поверхности грунта и деформации (Рисунок 12).



термоэрозии на склонах



боковой речной эрозии



озерной абразии

Рисунок 11 - Эрозионные процессы

Многолетнее морозное пучение грунта при неравномерном выпучивании свай приводит к искривлению трубопровода, деформации ригеля свайного основания, также к многолетнему выпучиванию трубопровода на болотах (Рисунок 13).

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Многолетнее выпучивание трубопровода на болоте



Искривление трубопроводов при неравномерном выпучивании свай



Деформация ригеля свайного основания газопровода большого диаметра

Рисунок 12 - Криогенное пучение

Наиболее «слабым звеном» сооружения является грунтовое обвалование.



Разрушение обвалования → Разрушение изоляции → Коррозия металла

Рисунок 13 - Результат разрушения обвалования

Происходит разрушение грунтового обвалования, обнажает изоляцию, дальнейшая деструкция которой приводит к обнажению поверхности металла и последующей его коррозии (Рисунок 14).

					Характер и классификация многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

2. Устойчивое функционирование трубопровода в осложненных природно-климатических условиях

При проектировании и строительстве магистрального газопровода, еще на первоначальных этапах, основной задачей является выбор способы прокладки МГ в зависимости от распространенности ММГ, их состава, возможность проявления мерзлотно-геологических процессов, теплофизических свойств грунтов и т. д. При строительстве, мерзлый грунт может использоваться как собственно основание сооружения (т. е. когда не допускается оттаивание мерзлых грунтов на период эксплуатации данных сооружений), а также строительство на предварительно оттаявшем грунте (с сохранением проектного положения сооружения при оттаивании грунтов, подкрепленные расчетами на прочность и устойчивость при неравномерной осадке грунтов при их оттаивании).

Существует классификация грунтов показывающая величину просадки в зависимости от глубины оттаявшего слоя [9,10], она представлена в Таблице 2:

Таблица 2 - Классификация ММГ по уровню осадки

Категория грунтов	Тип грунта	Величина просадки в % от глубины оттаявшего слоя
I	Непросадочный	Менее 2%, небольшая равномерная осадка
II	Малопросадочный	До 12%, равномерная осадка
III	Льдонамыщенный	До 40%, неравномерная осадка
IV	Высокольдистый	Образование термокарстов, провалов, бугров пучения

					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Баранов В.И.			Устойчивое функционирование трубопровода в осложненных природно-климатических условиях	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					42	123
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1		

Именно в зависимости от определения категории грунтов принимается решение о выборе типа прокладке МГ. Лишь на грунтах 1 категории допускается применять любой тип прокладки. На грунтах 2 категории применяться лишь наземный и надземный прокладки допускается без ограничений, а подземной с использованием средств инженерной защиты. В грунтах 3 категории запрещается прокладка теплых трубопроводов, т. е. нефтепроводов в данной категории грунтов размещение может быть только наземным, либо надземным, а также рекомендуется замена грунта основания. А грунты 4 категории являются непригодными для подземной прокладки, а остальные виды устройства требуют технико-экономического обоснования строительства.

2.1. Анализ и классификация дефектов магистрального газопровода

Авторами работы [8], в результате изучения природных особенностей строительства магистрального газопроводы в районах распространения многолетнемерзлых грунтов на примере участка трассы Чаянда-Ленск МГ «Сила Сибири», учитывая все природные условия имеющие прямое и косвенное воздействие на МГ, было предложено разделение всех дефектов вызываемых инженерно-геологическими факторами и процессами, на две большие группы:

1. Коррозионные дефекты;
2. Изменение проектного положение оси магистрального газопровода.

Более подробно классификация изображена на Рисунке 15.

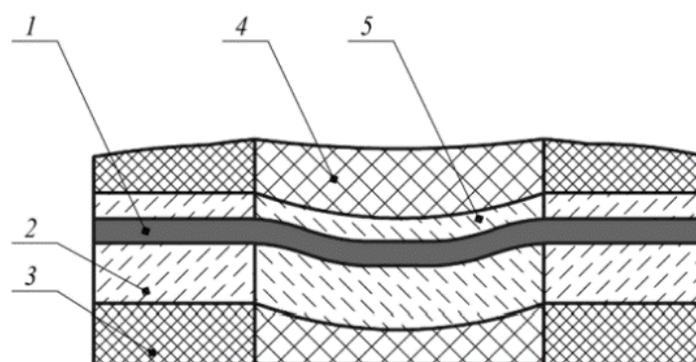
					Устойчивое функционирование трубопровода в осложненных природно-климатических условиях	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43



Рисунок 14 - Классификация дефектов газопровода

Наружная коррозия обусловлена своим появлением и интенсивность от гранулометрического состава и структуры пород, удельным электрическим сопротивлением грунтов (у мерзлых грунтов во много раз выше, чем у талых), наличие блуждающих токов (в условиях Крайнего Севера наличие таких источников, как правило, редко).

Осадка МГ связана с перемещением трубы вниз под действием вертикальных нагрузок при просадке ММГ. Процессы развиваются вследствие уменьшения объема льда при таянии, оттока поровой воды и уплотнения скелета грунта под действием собственного веса и приложенной нагрузки. Схематически процесс просадки изображен ниже, на Рисунке 16:



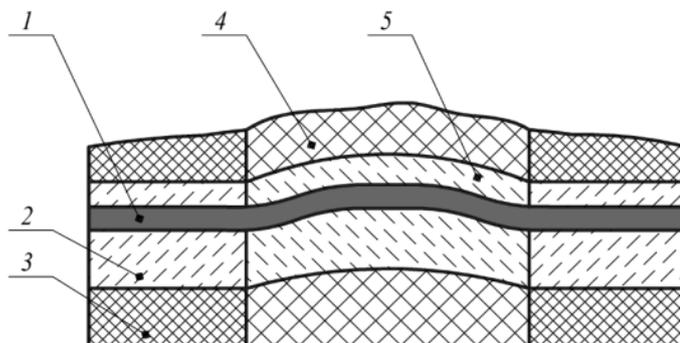
1 – трубопровод; 2 – оттаявший непросадочный грунт; 3 – мерзлый непросадочный грунт; 4 – мерзлый просадочный грунт; 5 – оттаявший просадочный грунт

Рисунок 15 - Схема осадки подземного трубопровода.

Для проявления данного процесса должны сложиться такие факторы как наличие температуры перекачки должна вызывать растепление грунтов основания, и суммарная нагрузка от собственного веса трубы с продуктом и веса грунта засыпки должна быть больше выталкивающей силы воды, действующей на трубопровод.

По данным литературных источников, именно такое сочетание факторов наиболее часто встречается в проектах по прокладке трубопроводов в условиях распространения ММГ, поэтому осадка является самым распространенным геокриологическим процессом, осложняющим эксплуатацию подземных трубопроводов в криолитозоне.

Всплытие трубопровода – это перемещение трубы вверх под действием выталкивающей силы в обводненных грунтах, потерявших несущую способность. Развитие данного процесса может привести к выходу трубопровода на дневную поверхность и его оголению (Рисунок 17).



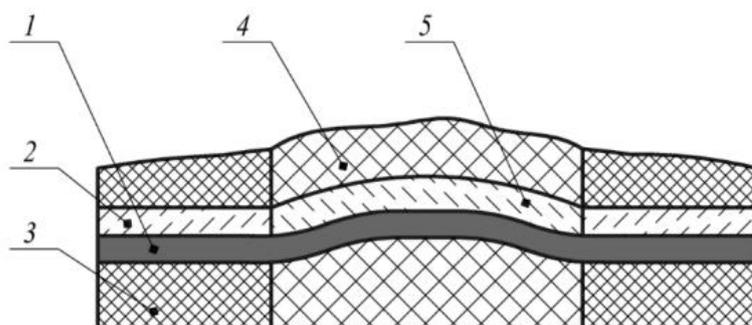
1 – трубопровод; 2 – оттаявший необводненный грунт; 3 – мерзлый необводненный грунт; 4 – мерзлый обводненный грунт; 5 – оттаявший обводненный грунт

Рисунок 16 - Схема всплытия подземного трубопровода.

Всплытие трубопровода происходит в том случае, если вокруг трубы образуется зона талых грунтов из-за теплового воздействия перекачиваемого продукта или сезонных процессов и выталкивающая сила воды превышает нагрузки от веса трубы, продукта и грунта засыпки.

Всплытие участков для перекачки газообразных сред также возможно на этапах строительства или гидравлических испытаний в момент, когда труба заполнена воздухом или инертным газом, а также в случае отсутствия оттока талой воды и образования цепи термокарстовых озер на трассе.

В случае перекачки среды при пониженных температурах, когда вокруг трубы не формируется постоянный ореол оттаивания, возникает опасность проявления сил морозного пучения (Рисунок 18).



1 – газопровод; 2 – оттаявший непучинистый грунт; 3 – мерзлый непучинистый грунт; 4 – мерзлый пучинистый грунт; 5 – оттаявший пучинистый грунт

Рисунок 17 - Схема пучения подземного газопровода.

Процесс пучения возникает из-за увеличения объема грунта за счет расширения воды при замерзании. Фронт промерзания может двигаться как сверху от воздействия холодного воздуха, так и снизу от толщи многолетнемерзлых пород, кроме того, возможно охлаждения грунта за счет перекачки продукта при отрицательных температурах.

Сложность однозначного определения направления действия сил морозного пучения, их неоднородность и изменчивость делает пучение одним из наиболее опасных геокриологических процессов, оказывающих влияние на подземные трубопроводы.

					Устойчивое функционирование трубопровода в осложненных природно-климатических условиях	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2. Анализ методов повышения эксплуатационной надежности магистральных газопровод в условиях многолетнемерзлых грунтов

Согласно исследованиям Сыромятникова А.С., сотрудника института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, опубликованные в научной статье «Деградация физико-механического состояния металла труб магистрального газопровода при длительной эксплуатации в условиях криолитозоны» [11], в которой он представил результаты своих исследований структуры и механических свойств стали при длительной эксплуатации в естественно низких температурах под действием постоянно приложенных напряжений и в результате чего определил, что на нанометровом уровне протекают структурно-деградационные процессы которые в итоге приводят к значительному снижению параметров сопротивления разрушению в диапазоне естественных климатических температур.

В связи с изложенным выше можно сделать вывод о том, что эксплуатация газопроводов в условиях криолитозоны осложняется не только воздействием опасных геокриологических процессов, но и тем что трубопровод находится под влиянием естественно низких температур, что приводит к снижению сопротивления разрушениям и повышает риск его деформации. В связи с эти еще на этапе проектирования необходимо учитывать эти особенности и предусмотреть дополнительные меры инженерной защиты газопровода.

К методам инженерной защиты трубопровода относятся как методы технического характера (тепловая изоляция труб, замена льдистого грунта в основании траншеи, активная термостабилизация грунтов и т. д.), так и технологического характера, например, понижение температуры продукта до температуры грунта или близкой к ней значениям. Все методы инженерной защиты можно классифицировать по двум основным направлениям. В первом, методы направлены на уменьшение любого теплового воздействие

					Устойчивое функционирование трубопровода в осложненных природно-климатических условиях	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

на грунт как непосредственно самого трубопровода и перекачиваемых углеводородов, так и окружающей среды, что в свою очередь влияет на активацию и интенсивность геокриологических процессов, а во втором, методы направлены на предотвращение или снижение деформации конструкции ЛЧ трубопровода при оттаивании грунта. Более подробно классификация способов защиты трубопровода представлена на Рисунке 19.:



Рисунок 18 - Классификация способов инженерной защиты трубопровода

Выбор способа инженерной защиты напрямую зависит от способа прокладки трубопровода, который в свою очередь определяется в зависимости от категории ММГ и конструктивной схемы трубопровода [9,10] (Таблица 3).

Таблица 3 - Выбор способа защиты

Категория ММГ	Способы защиты	
	Подземная прокладка	Наземная, надземная прокладка
I категория	Не требуется	Не требуется
II категория	- Охлаждение транспортируемого продукта; - Балластировка трубопровода	Не требуется
III категория	Замена грунта основания	Замена грунта основания
IV категория	Строительство трубопровода запрещено	Принятие мер по предотвращению разрушения трубопровода

Основными способами инженерной защиты для недопущения возникновения напряженно-деформированного состояния трубопровода в результате активации опасных геокриологических процессов является применение теплоизоляционных конструкций [12], главной задачей которых является снижение теплового воздействия трубопровода на грунт.

Схематически теплоизоляция трубопровода изображена на Рисунке 20, как правило стальная труба покрывается грунтовочным слоем на основе эпоксидной смолы, что повышает коррозионную устойчивость трубопровода, затем наносится теплоизоляционный материал (пенополиуретан) и наружная гидроизолирующая оболочка на основе экструдированного полиэтилена.

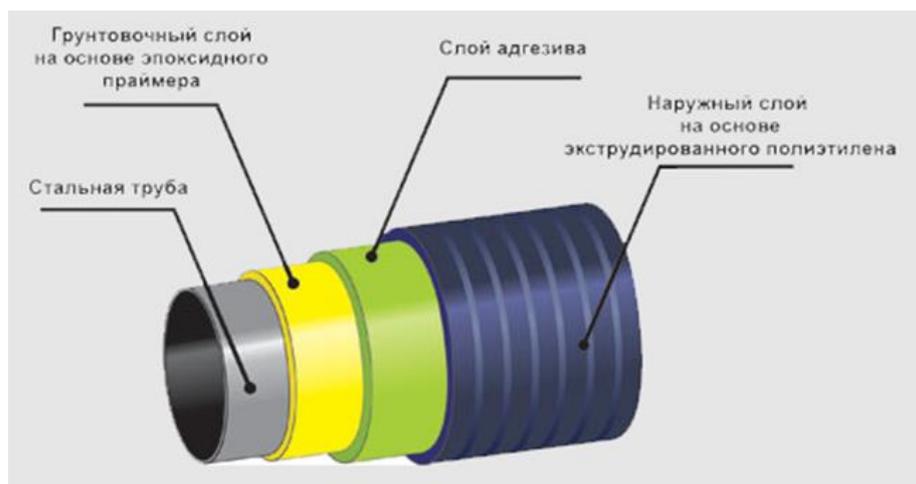
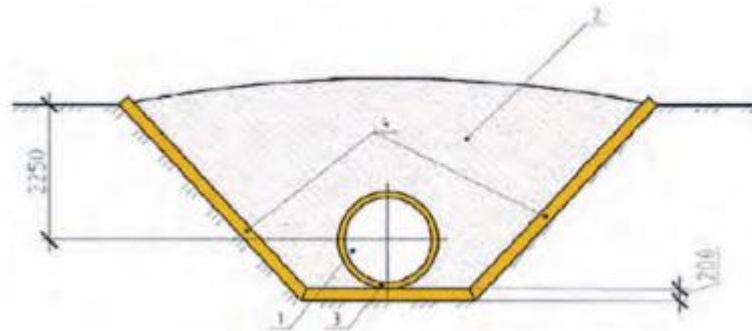


Рисунок 19 - Схема теплоизоляции труб

Эта технология является достаточно эффективной, но к недостаткам можно отнести высокую ее стоимость, в связи с этим так же могут применяться пенопласт, пеноизол, пеностекло, минеральная вата, теплоизолирующие краски и т. д., хотя они уступают в ряде характеристик. На сегодняшний день существует много различных термоизоляционных материалов, и методик применения этих материалов как в заводских условиях так и на уже проложенных и эксплуатируемых трубопроводах.

Помимо кольцевой теплоизоляции трубопровода широкое применение получили теплоизоляционные экраны, подобная схема изображена на Рисунок 21.



1 – газопровод 1420 мм; 2 – грунт обратной засыпки; 3 – кольцевая теплоизоляция толщиной 100–200 мм; 4 – теплоизоляция траншеи толщиной 100–200 мм

Рисунок 20 - Схема прокладки газопровода [13]

Проводились исследования [13], целью которых являлось выявление зависимости типа конструкции теплоизоляции и ее толщина на величину оттаивания грунта под нижней частью трубопровода, в результате которых было выявлено, что наиболее эффективным методом является совместное применение кольцевой теплоизоляции с теплоизоляционными экранами траншеи (Таблица 4).

Таблица 4 - Величины оттаивания грунтов под нижней образующей трубы, м

Год эксплуатации	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
1	0,91	-	-	-	-	-
2	1,04	-	-	-	-	-
3	2,68	0,57	0,07	-	-	-
5	4,57	1,45	0,63	0,08	0,36	-
10	7,00	2,43	1,25	0,42	0,81	0,28
20	9,64	3,59	1,94	0,79	1,35	0,70
30	11,41	4,60	2,40	1,05	1,73	0,97

3. Характеристика объекта исследования

3.1. Природно-климатическая характеристика района

В административном отношении объект исследования находится на территории [REDACTED] [REDACTED] ([REDACTED]) [REDACTED] [REDACTED]. [REDACTED] [REDACTED] расположен в [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED], с административным центром района – [REDACTED] [REDACTED], рабочими поселками – [REDACTED] и [REDACTED], X сельских населенных пунктов и занимает территорию площадью [REDACTED] тысяч квадратных километров. Граничит на севере с [REDACTED], на востоке – с [REDACTED] и [REDACTED] районами, на юге и западе – с [REDACTED] областью Российской Федерации. Расстояние от центра района до столицы республики: наземным путем – [REDACTED] км, воздушным путем – [REDACTED] км, расстояние до ближайшей железнодорожной станции ([REDACTED]) – [REDACTED] км.

В геоморфологическом отношении трасса газопровода проходит в пределах [REDACTED] плато. Рельеф [REDACTED] плато представляет собой чередование невысоких гряд, прорезанных глубокими эрозионными долинами впадающих в [REDACTED] и ее левых притоков. Абсолютные отметки по трассе составляют в среднем [REDACTED] м, местами встречаются поднятия до [REDACTED] м. [REDACTED] плато сложено главным образом карстующими породами (гипсы, известняки) подверженными размыву. Широко развиты термокарстовые процессы.

Климат на территории объекта исследования является резко континентальным. Данный климат характеризуется высоким температурным перепадом между летним и зимний периодам времени. Зимы суровые и долгие. Самый холодный месяц Январь со средней температурой [REDACTED] градусов. Лето прохладное и короткое. Самый теплый месяц [REDACTED] со средней температурой [REDACTED] градусов.

					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Баранов В.И.</i>			Характеристика объекта исследования	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>					52	123
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>				Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1		

Многолетнемерзлые грунты (ММГ) вдоль трассы газопровода распространены неравномерно. что связано с особенностями рельефа, геологического строения и степенью влияния Сибирского Антициклона на климат отдельных частей. В долине реки Лены распространение ММГ на террасах массивное, на пойме прерывистое.

Для дальнейших расчетов объектом исследования был принят линейная часть магистрального газопровода «[REDACTED]», предназначенного для транспорта газа с [REDACTED] и газоснабжения регионов [REDACTED] России, с учетом возможного экспорта на [REDACTED] и других стран [REDACTED] региона, участок магистрального газопровода берущий свое начало от [REDACTED] до села [REDACTED], являющегося неотъемлемой частью линейного объекта магистральный газопровод «[REDACTED]» схема участка изображена на Рисунок 22. Профиль трассы изображен в Приложении А.1.

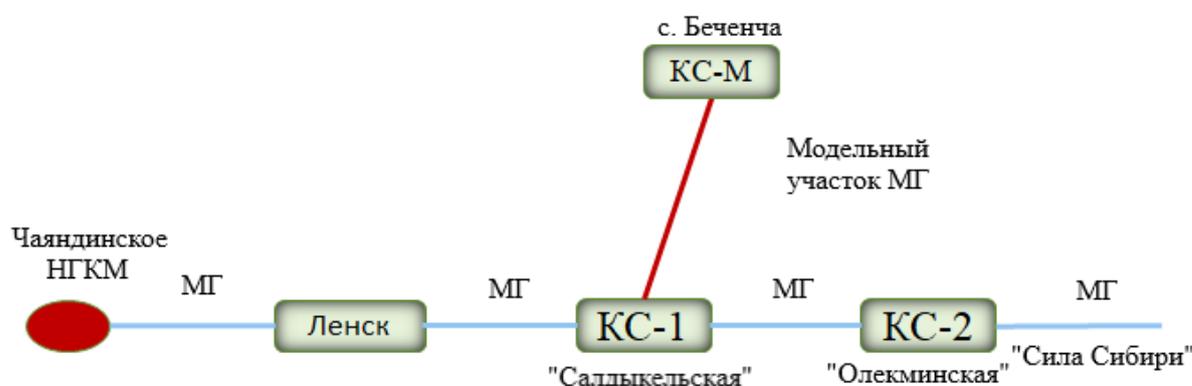


Рисунок 21 – Схема участка магистрального газопровода

3.2. Сложные инженерно-геологические и геокриологические условия

Условием безаварийной работы объектов проектируемых участка МГ в сложных природно-климатических, инженерно-геологических и геокриологических условиях площадок является обеспечение их

					Характеристика объекта исследования	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конструктивной устойчивости, зависящей от надежности оснований и фундаментов.

При проектировании площадок предусмотрены мероприятия максимально сохраняющие природное состояние грунтов, что позволит с наименьшими технико-экономическими затратами на строительство и эксплуатацию обеспечить долговечность и требуемую несущую способность фундаментов.

При размещении объектов (кроме линейных) обеспечивается расположение каждого из них в однородных инженерно-геокриологических условиях. В случае невозможности размещения зданий и сооружений в однородных геокриологических условиях предусмотрены конструктивные решения, компенсирующие возможную неоднородную работу грунтов основания (резервирование надежности фундамента, деформационные швы).

Грунты основания объектов магистрального газопровода используются как по принципу I, т.е. с сохранением их в вечномерзлом состоянии на весь период строительства и эксплуатации (в соответствии со СНиП 2.02.01-88), так и по принципу II, (т.е. грунты основания используются в талом или оттаявшем состояниях).

При использовании вечномерзлых грунтов по принципу I в качестве основных технических решений по обеспечению надежности эксплуатации оснований объектов приняты проветриваемые подполья с учетом максимального использования потенциала природного холода. При необходимости (для обеспечения твердомерзлого состояния пластичномерзлых грунтов) устраиваются неэнергоёмкие системы термостабилизации для предпостроечного промораживания и термостабилизации грунтов в период эксплуатации в комплексе с теплоизоляционными экранами.

Учитывая особенности мерзлотно-грунтовых условий, при строительстве объектов обустройства площадок магистрального газопровода «Сила Сибири» по принципу I проектом предусмотрены мероприятия по

					Характеристика объекта исследования	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

улучшению строительных качеств грунтов оснований в строительный период для восприятия внешней нагрузки и обеспечения устойчивости и долговечности сооружений. Для промораживания основания насыпных грунтов в строительный период и доведения коренных грунтов до твердомерзлого состояния в период эксплуатации применяются неэнергоёмкие системы термостабилизации.

Для обеспечения дополнительного охлаждения грунтов оснований приняты охлаждающие устройства с максимальным коэффициентом теплоотдачи и оптимальными стоимостными параметрами.

При использовании грунтов оснований по принципу II в качестве основных технических решений по обеспечению надежности эксплуатации оснований объектов приняты свайные фундаменты. Проектом предусматривается защита грунтов оснований от возможного новообразования мерзлоты, воздействия процессов, развивающихся в ходе формирования слоя сезонного промерзания, стабилизация неэкранированной кровли вечномерзлых грунтов при помощи теплозащитных материалов (экранов).

Теплоизоляция укладывается в основании и по периметру отапливаемых зданий для стабилизации заглубленной кровли вечномерзлых грунтов и уменьшения глубин сезонного промерзания грунтов. Под неотапливаемыми зданиями и открытыми площадками теплоизоляционные экраны укладываются для замедления процесса многолетнего промерзания талых грунтов.

Технические решения оснований и фундаментов приняты по расчетам из условия обеспечения достаточной несущей способности основания для восприятия передаваемых на него через фундаменты нагрузок. Деформации фундаментных конструкций и основания не должны превышать допустимые для каждого типа сооружения значения, как в период строительства, так и на протяжении всего эксплуатационного периода.

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						55
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Согласно статьи 16 Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" и с учетом раздела 9 ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований» здания и сооружения основного технологического процесса на площадках строительства должны быть отнесены к I уровню ответственности. При расчетах несущих конструкций и оснований коэффициент надежности по ответственности γ_n должен приниматься равным [REDACTED].

Здания и сооружения вспомогательного назначения на площадках строительства должны быть отнесены ко II уровню ответственности. При расчетах несущих конструкций и оснований коэффициент надежности по ответственности γ_n должен приниматься равным [REDACTED].

3.3. Проектирования магистральных газопроводов

Разработка проектной документации осуществляется на основе утвержденных (одобренных) обоснований инвестиций в строительство магистральных трубопроводов. Обоснования инвестиций регламентируются строительными нормами и правилами СНиП 11-01-95 "Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений", а также сводом правил СП 11-101-95 "Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений".

В соответствии с этими документами процесс проектирования объектов трубопроводного транспорта разбивается на три основных этапа (рисунок).

Первый этап работ начинается с разработки ходатайства (декларации) о намерениях, которое составляется заказчиком или по его поручению проектной организацией на договорной основе.

Ходатайство (декларация) о намерениях разрабатывается на основании:

					Характеристика объекта исследования	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- рекомендаций, принятых в схемах развития трубопроводного транспорта на ближайшую перспективу;
- материалов предварительных исследований и изучения перспективной потребности и мощности сырьевой базы нефти или газа с учетом разведанных и утвержденных запасов;
- возможности сбыта на внутреннем и внешнем рынке.

В ходатайстве (декларации) о намерениях должно содержаться:

- наименование инвестора (заказчика);
- наименование трубопровода, его производительность;

Схема организации проектных работ:

- предполагаемые сроки строительства и ввода в эксплуатацию;
- намечаемая трасса трубопровода (по материалам изучения топографических карт);
- ориентировочная потребность в земельных, водных и энергетических ресурсах;
- ориентировочная потребность в трубах и других материалах для строительства;
- примерная численность рабочих и служащих;
- возможное влияние проектируемого трубопровода на окружающую среду;
- ориентировочная стоимость строительства, источники финансирования.

Ходатайство (декларация) о намерениях представляется заказчиком на рассмотрение органам исполнительной власти.

По результатам положительного рассмотрения органами исполнительной власти ходатайства (декларации) о намерениях заказчик принимает решение о разработке обоснования инвестиций в строительство.

В состав второго этапа проектных работ по обоснованию инвестиций

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						57
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ВХОДЯТ:

основные решения по трубопроводу, включая его производительность и перспективную потребность исходя из наличия сырьевой базы, а также основные технологические и строительные решения;

потребность в необходимых ресурсах для строительства и источники их получения;

анализ вариантов трасс трубопровода с обоснованием выбранной трассы и краткая ее характеристика;

сроки и очередность строительства, его организация;

потребность в трудовых ресурсах;

стоимость строительства, определяемая по аналогам и укрупненным показателям;

оценка эффективности инвестиций и уточнение возможных источников их финансирования.

На основании материалов обоснования инвестиций и предварительного согласованного с органами исполнительной власти места расположения трассы производится оформление акта выбора земельных участков трассы и площадок перекачивающих станций под строительство.

Следует иметь в виду, что работа по обоснованию инвестиций выполняется, в основном, на основании изучения топографических карт, карт-схем природных компонентов (почвенных, геоботанических, геологических, животного мира и др.). Полевые технические изыскания производятся при этом в минимальном объеме при прохождении трассы нефтепровода в особо сложных условиях.

На третьем этапе проектных работ осуществляется разработка технико-экономического обоснования (ТЭО) проекта строительства трубопровода. ТЭО выполняется на основе одобренных обоснований инвестиций в строительство, наличия утвержденного решения о предварительном согласовании места размещения объекта и материалов инженерных изысканий, а также разработки рабочей документации после рассмотрения

					Характеристика объекта исследования	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ТЭО государственной экспертизой и утверждения его в установленном порядке.

Проектная документация разрабатывается преимущественно на конкурсной основе, в том числе через торги подряда (тендер).

Следует иметь в виду, что двойное обозначение стадии (ТЭО и проект), единой по составу и содержанию, принято в целях преемственности действующей законодательной и нормативной базы и совместимости с терминологией, применяемой в зарубежной практике.

В ТЭО (проекте) детализируются решения, принятые в обоснованиях, и уточняются основные технико-экономические показатели.

Детализация решений по трассе трубопровода и площадкам перекачивающих станций выполняется, в основном, с использованием данных технических изысканий.

При этом уточняются:

- протяженность трассы трубопровода и ее плановое положение;
- продольной профиль трассы, позволяющий установить окончательное местоположение промежуточных перекачивающих станций;
- створы подводных переходов, переходов железных и автомобильных дорог, их техническая характеристика;
- геологические свойства грунтов;
- ведомость угодий, пересекаемых трассой трубопровода, а также другие данные, позволяющие уточнить решения, заложенные в обоснованиях.

Состав работ по ТЭО (проекту) аналогичен перечню, приведенному выше в обосновании инвестиций.

При разработке ТЭО (проекта) помимо детализации технических решений, заложенных в обоснованиях, особое внимание уделяется вопросам:

					Характеристика объекта исследования	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- обеспечения надежности и экологической безопасности объекта;
- определения затрат на строительство объектов трубопровода и объектов социального и культурно-бытового назначения;
- определения показателей эффективности инвестиций в строительство трубопровода.

В процессе разработки ТЭО (проекта) производятся согласования уточненных по материалам изысканий земельных участков под строительство объектов магистрального трубопровода.

После утверждения и одобрения Государственной экспертизой ТЭО (проекта) может разрабатываться тендерная документация, на основе которой участники торгов готовят свои предложения, после чего на конкурсной основе определяется подрядчик строительства трубопровода и начинается разработка рабочей документации.

На основе утвержденной проектной документации производится изъятие уточненных в результате изысканий земель под строительство трубопровода (для постоянного и временного пользования).

Рабочая документация разрабатывается по согласованному с заказчиком графику с учетом установленной утвержденным проектом очередности строительства.

Для технически несложных объектов магистральных трубопроводов, строящихся по типовым или унифицированным проектам на основе утвержденных (одобренных) обоснований инвестиций в строительство, может разрабатываться рабочий проект в составе утвержденной части и рабочей документации. Стадийность исполнения проекта устанавливается заказчиком в задании на проектирование.

Таким образом, организация проектирования происходит в составе непрерывного инвестиционного процесса создания объекта трубопроводного транспорта с момента возникновения идеи (замысла) до ввода его в

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						60
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

эксплуатацию. Новая концепция в организации проектных работ направлена на оптимизацию конечных результатов по созданию объекта и приближению этого процесса к международной практике.

3.4. Технология и организация строительства магистральных трубопроводов

Магистральный трубопровод предназначен для дальней транспортировки газа, нефти, нефтепродукта от мест их добычи или переработки до мест их потребления.

Линейная часть магистрального трубопровода состоит из следующих сооружений:

1. основной трубопровод;
2. запорная арматура (краны на газопроводах и задвижки на нефтепроводах и нефтепродуктопроводах);
3. переходы через естественные преграды (реки, озера, овраги и т. п.);
4. переходы через искусственные преграды (автодороги, железная дорога, каналы, подземные инженерные сооружения и др.);
5. ответвления к потребителям;
6. лупинги (параллельный трубопровод на коротких участках, предназначенный в качестве резервной нитки или для увеличения пропускной способности);
7. перемычки (для соединения параллельных трубопроводов);
8. компенсаторы (Π-образные, Z-образные и др.) для компенсации температурных деформаций трубопровода.

Ниже приведена структура строительно-монтажных работ для линейной части магистрального трубопровода. В общем случае строительно-монтажные работы разделяются на:

- подготовительные работы;
- основные работы;
- завершающие работы.

					Характеристика объекта исследования	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Она является универсальной, охватывает все сооружения линейной части трубопровода и каждый раз уточняется исходя из конкретного состава сооружений, природных условий и назначения магистрального трубопровода

Подготовка строительного производства

В зависимости от особенностей и специфики строительства трубопроводов подготовительный период включает в себя три этапа:

- общая организационно-техническая подготовка к строительству трубопровода;
- инженерная подготовка к сооружению трубопровода;
- подготовительные работы на объекте.

Общая организационно-техническая подготовка к строительству трубопровода выполняется строительной организацией и состоит из:

- подготовки и заключения с заказчиком генерального договора подряда и договоров субподряда;
- получения от заказчика соответствующей проектно-сметной документации, зарегистрированной в органах Госгортехнадзора;
- анализа проектно-сметной документации;
- оформления финансирования строительства;
- отвода в натуре трассы и площадок для строительства;
- оформления разрешений и допусков на производство работ;
- решения вопросов бытового обслуживания строителей;
- заключения договоров материально-технического обеспечения.

В инженерную подготовку строительного-монтажной организации к сооружению трубопровода входят:

- изучение проектно-сметной документации функциональными службами строительной организации;
- разработка графика строительства объекта;
- разработка проекта производства работ;
- составление технической документации по комплектации

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						62
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- сооружаемого трубопровода материальными ресурсами;
- разработка системы оперативно-диспетчерского управления строительством;
 - разработка оперативных производственно-экономических квартальных и месячных планов;
 - выдача задания производственной базе, комплектование строительных бригад соответствующими строительными машинами, оборудованием, оснасткой;
 - подготовка инженерно-технических кадров и рабочего персонала;
 - разработка мероприятий по социальному обеспечению строителей на трассе;
 - подготовка мероприятий по организации строительства вахтовым методом;
 - подготовка и осуществление программы работ по развитию собственной базы стройиндустрии и транспортного хозяйства;
 - подготовка мероприятий по обеспечению работ в зимний период;
 - подготовка службы контроля качества производства работ.

Подготовительные работы на объекте включают в себя трассовые и внетрассовые подготовительные работы.

Внетрассовые подготовительные работы предусматривают разработку карьеров, устройство временных жилых городков, строительство временных дорог, монтаж сварочно-изоляционных баз, баз механизации, создание социальной инфраструктуры, создание текущих страховых и сезонных запасов труб и других материалов, устройство вертолётных площадок, причалов, обустройство пристанционных площадок для разгрузки и складирования труб, балластных грузов и др. Внетрассовые подготовительные работы включают в себя так же работы, выполняемые в базовых условиях:

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						63
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- строительство временных подъездных дорог;
- сварку труб в секции на трубосварочных базах и сборку укрупнённых элементов крановых узлов;
- гидро- и теплоизоляцию одиночных труб, секций труб, криволинейных вставок, соединительных деталей крановых узлов и т.п.;
- холодное гнутьё труб, изготовление укрупнённых конструкций трубных блоков, сварных опор, ригелей, вмораживаемых анкеров, балластных конструкций и т.п.

В трассовые подготовительные работы входят:

- разбивка и закрепление пикетажа, детальная геодезическая разбивка горизонтальных и вертикальных углов поворота и переходов через естественные и искусственные преграды, разметка строительной полосы, выноска пикетов за ее пределы;
- расчистка строительной полосы от леса и кустарника, корчевка пней; снятие и складирование в специально отведенных местах плодородного слоя земли;
- планировка строительной полосы, уборка валунов, нависших камней в горах, устройство полок на косогорах;
- осушение строительной полосы, ее промораживание или защита от промерзания (или таяния) в зависимости от условий строительства;
- строительство вдольтрассовых технологических проездов;
- устройство защитных ограждений, обеспечивающих безопасность производства работ.

Рассмотрим технологии основных трассовых подготовительных работ.

Расчистка полосы строительства трубопровода от леса включает в общем случае следующие операции:

- натурная разметка границ ширины строительной полосы и трелевочного волока визирами (затесками на деревьях и вешками);

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						64
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- уборка опасных деревьев;
- прокладка и устройство трелевочного волока;
- устройство площадок для разделки поваленных деревьев;
- валка деревьев и срезка кустарника;
- обрубка сучьев и раскряжевка хлыстов;
- погрузка, транспортировка, разгрузка и складирование леса;
- корчевка и уборка пней;
- засыпка ям и неровностей;
- разработка траншеи для сжигания порубочных остатков и захоронения пней.

Валку деревьев ведут вдоль древостоя, укладывая деревья «елочкой» в расчищенную сторону в пакеты с комлями вместе с веерообразным расположением верхушек. Объем пакета формируют равным грузоподъемности трелевочного трактора. Пакеты деревьев укладывают в легко доступных для трелевочного трактора местах с таким расчетом, чтобы на подходе к ним не было крупных пней, валежных стволов, резких понижений и т. п.

Вслед за трелевкой хлыстов на строительной полосе выполняют работы по корчевке пней. После корчевки и уборки со строительной полосы и площадки пней и валунов оставшиеся от них ямы засыпают грунтом и сравнивают с поверхностью земли.

Расчистку строительной полосы от кустарника и мелколесья осуществляют двумя способами:

- первый способ — срезка кустарника и мелколесья с их последующим удалением за пределы строительной полосы или их сжиганием непосредственно на строительной полосе; очистка поверхности от корней и пней;
- второй способ — удаление кустарника и мелколесья вместе с корневой системой за пределы строительной полосы или сжигание непосредственно на строительной полосе.

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						65
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Для расчистки используют бульдозеры или корчеватели-собиратели.

Временные дороги при строительстве линейной части трубопроводов подразделяются на:

- вдольтрассовые дороги, проходящие либо по строительной полосе, либо в непосредственной близости от нее, предназначенные для транспортировки труб, балластных грузов, грунта, технологического оборудования, материалов, горюче-смазочных материалов, техники, людей.

Подъездные дороги, являющиеся ответвлениями вдольтрассовой дороги, связывают строящийся трубопровод с пунктами перевалки труб, строительных материалов, оборудования, техники, с жилыми городками, трубозаготовительными базами, карьерами грунта и др.;

- технологические проезды, проходящие по строительной полосе рядом с осью трубопровода и служащие для прохождения механизированных колонн и бригад при выполнении ими технологических операций.

Временные дороги эксплуатируются в течение всех этапов строительства трубопровода — подготовки к строительству, строительства и пуска и наладки трубопроводного объекта. Конструкция и параметры дорог и проездов определяются рабочей проектной документацией или проектом производства работ (ППР).

Перед началом строительства дорог проводят обследование трассы и прилегающей местности визуально и инструментальными способами с целью определения гидрогеологических характеристик грунтов, типа и протяженности болот и заболоченных участков, участков, имеющих льдонасыщенные грунты и ледяные линзы, глубины оттаивания грунтов, размеров ореола оттаивания грунта, ширины зеркала воды на переходах через малые водные преграды и др. Результаты обследования сравнивают с данными проекта. Если имеются отклонения, то корректируют объемы работ и технические решения проекта, а при необходимости разрабатывают дополнительные мероприятия по выполнению неучтенных видов строительно-монтажных работ.

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						66
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Могут быть использованы следующие конструкции дорог и проездов:

- сборно-разборные, используемые в качестве транспортных подъездных путей, сооружаемых на болотах I и II типов, на многолетнемерзлых и мелкодисперсных, сильно увлажненных грунтах. Основным элементом дороги со сборно-разборным покрытием являются деревянные щиты или железобетонные плиты. В процессе эксплуатации дорог со сборно-разборным покрытием необходимо: выравнивать просевший настил; устранять перекосы; заменять разрушенные щиты и плиты; проверять крепежные и соединительные узлы;
- лежневые, которые устраивают в виде сплошного бревенчатого настила шириной 4, 6 и 8 м в зависимости от веса используемой техники для монтажа трубопровода и укладки самого трубопровода;
- дерево-грунтовые, которые устраивают в виде сплошного бревенчатого настила, засыпаемого сверху каменным материалом или грунтовой смесью;
- грунтовые с основанием, которые сооружают в условиях, когда несущая способность грунтов низкая, т. е. когда давление земляной массы и транспортной нагрузки выше. Тогда устраивают искусственное основание, выполненное из деревянного настила, хворостяной выстилки, рулонных синтетических материалов и др.;
- грунтовые без основания, которые устраивают на слабонесущих минеральных грунтах; многолетнемерзлых грунтах; болотах I-готипа и обводненных участках трассы. Грунтовые дороги без покрытия представляют собой отсыпанное из грунта земляное полотно с профилированной проезжей частью. При этом несущая способность грунтов должна быть выше, чем давление от массы насыпи и транспортной нагрузки;
- снежно-ледовые (зимники), которые могут быть снежно-уплотненными, образованными по мере выпадения снега в процессе движения автотранспорта и строительных машин; снежно-ледяными, образуемыми на сильно обводненных болотах, водных переправах путем естественного

					Характеристика объекта исследования	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

промерзания или путем постепенной поливки и послойного промораживания небольших участков дороги;

- проезды через действующий трубопровод, для устройства которых выбирают сухие участки трассы, где трубопровод находится на нормативной глубине и не имеет поворотов в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Они устраиваются путем отсыпки минерального грунта и укладки дорожных железобетонных плит.

3.5. Комплекс инженерных решений

Ниже приводятся конкретные по сохранению термовлажностного режима мерзлых грунтов. Они включают мероприятия по: инженерной подготовке площадок, реализации строительных решений по прокладке автодорог и систем трубопроводов.

3.5.1. Инженерная подготовка площадок

Инженерная подготовка площадочных объектов включает следующие решения:

- обустройство площадочных объектов на искусственных основаниях отсыпаемых местными минеральными дренирующими грунтами. Высота насыпи принимается в зависимости от рельефа местности, геологических условий, технологических и строительных требований;
- организация поверхностного стока, направленная на предотвращение застоя поверхностных вод на поверхности насыпи и по ее периферии;
- обеспечение устойчивости откосов путем укрепления их геотекстильными материалами, внутрь которых по специальной технологии внедрена смесь семян многолетних трав и других растений, питательные вещества (минеральные удобрения, торф, стимуляторы роста). В местах подтопления насыпь отсыпается щебнем на высоту максимального уровня подтопления;
- исключение в летнее время проезда гусеничного и другого транспорта вне подъездных автодорог.

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						68
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Фундаменты под инженерные сооружения расположенные на ММГ, используемых по I принципу, представлены следующими техническими решениями:

- фундаменты осветительных мачт приняты свайными. При использовании грунтов основания по I принципу анкеровка свайных фундаментов осуществляется вмораживанием свай в твердомерзлые грунты, охлажденные с помощью вертикальных индивидуальных сезонно-действующих охлаждающих устройств;

- под здания блок-контейнерного исполнения предусмотрено устройство свайных фундаментов с расположением балочных клеток выше планировочного уровня на 1.5 - 1.8 м. Сохранение грунта основания в мерзлом состоянии обеспечивается установкой отдельно стоящих сезонно действующих охлаждающих устройств;

- под низкие опоры трубопроводов и технологическое оборудование, расположенное на открытых площадках, применяются свайные фундаменты.

Опоры трубопроводов выполнены из прокатных профилей, устанавливаются на фундаменты. Сохранение грунтов оснований в мерзлом состоянии обеспечивается за счет совместной работы индивидуальных вертикальных термостабилизаторов по периметру и при необходимости теплозащитных экранов.

Проектируемые фундаменты под инженерные сооружения расположенные на грунтах, используемых по II принципу с допущением оттаивания в процессе эксплуатации, а также инженерные сооружения, где грунты оснований используются в естественном состоянии, представлены следующими техническими решениями.

- фундаменты антенно-мачтовых сооружений предусмотрены железобетонные на естественном основании с бетонной подготовкой толщиной 100 мм;

- под здания блок-контейнерного исполнения предусмотрено устройство, как фундаментов мелкого заложения по естественному

					Характеристика объекта исследования	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

основанию, с расположением металлических балочных клеток выше планировочного уровня от 1.5 до 1.8 м для подвода инженерных коммуникаций, так и дорожные плиты, уложенные в уровне планировки по предварительно уплотненному со щебнем грунту. В качестве основных противоупучинистых мероприятий принят теплозащитный экран;

- под низкие опоры трубопроводов и технологическое оборудование, расположенное на открытых площадках, применяются железобетонные фундаменты мелкого заложения. Опоры трубопроводов выполняются из прокатных профилей, устанавливаются на фундаменты.

3.5.2. Строительство автомобильных дорог

При строительстве автомобильных дорог предусмотрены:

- опережающая прокладка методом «от себя» с максимальным сохранением мохово-растительного слоя;

- устройство насыпей и подсыпок в холодное время года с применением непучинистых или специально подготовленных грунтов;

- устройство в понижениях рельефа (ложбинах стока) и на малых водотоках водопропускных труб с целью предотвращения процессов болотообразования и подтопления, а также сохранения условий естественного стока, а на постоянно действующих водотоках (реки, ручьи) предусматриваются металлические мосты, не нарушающие теплопроводного режима протекания воды и обеспечивающие безнапорный режим протекания воды;

- устройство на выходе из водопропускной трубы рисберм с каменной наброской с целью предотвращения эрозионного разрушения грунта;

- укрепление откосов насыпи автодорог применением геосинтетических материалов (геотекстиля, геосетки) и суглинисто-песчаной смесью с посевом многолетних трав, для предотвращения их от разрушения и смыва продуктов разрушения в водотоки.

					Характеристика объекта исследования	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.5.3. Прокладка трубопроводов

При прокладке трубопроводов предусмотрен подземный способ. Надежность оснований (прочность, устойчивость и долговечность) обеспечивается путем организации необходимого теплового режима в грунтах основания с учетом максимального использования «природного» криогенного ресурса территории. Тип прокладки изображен в Приложении А.2.

Разработка траншеи для трубопровода предусмотрена одноковшовым экскаватором. В грунтах, сложенных многолетнемерзлыми и скальными породами, предполагается выполнять предварительное рыхление в зависимости от типа грунтов буровзрывным или механизированным способом с помощью трактора-рыхлителя.

При прокладке газопровода в скальных, гравийно-галечниковых, щебенистых грунтах и на участках многолетнемерзлых пород, а также при строительстве в зимнее время защита изоляционного покрытия газопровода обеспечивается устройством подушки и обсыпки вокруг трубы из привозного минерального грунта.

Способы прокладки газопровода на курумах выбираются в зависимости от вида курума (подвижные или неподвижные), толщины курумского слоя и крутизны склона.

Если в процессе строительства МГ будут выявлены карстовые воронки, расположенные в пределах полосы отвода газопровода, то они должны быть засыпаны местным глинистым грунтом с послойным уплотнением и укреплением растительным слоем. Засыпку карстовых воронок необходимо производить с раскрытием их бортов для возможности механизированного производства работ по послойному уплотнению глинистого грунта.

В инженерной практике успешно зарекомендовала себя технология использования в основании линейных сооружений, прокладываемых на закарстованных территориях, высокопрочных и низкодеформативных геосинтетических материалов.

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						71
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Учитывая инженерно-геокриологические характеристики грунтов оснований МГ возможны следующие технические решения:

- без применения дополнительных мероприятий;
- с устройством специальных мероприятий по закреплению (балластировке) трубопроводов против всплытия с организацией водоотвода без потери несущей способности трубопровода на участках с повсеместным распространением обводненных и водонасыщенных грунтов;
- с устройством специальных мероприятий, исключающих или максимально снижающих техногенное воздействие трубопровода на грунты основания (ограничение глубины промерзания, в том числе стабилизация кровли ММП в процессе строительства и эксплуатации);
- проведение работ в неустойчивых типах местности (склоны) только в холодное время года с ноября по май. Переходы трубопровода через склоновые поверхности производятся при этом без нарушения склонов;
- частичное восстановление грунта на срезках в полосе отвода земель с укреплением его трехмерными георешетками из полимерных материалов с заполнением ячеек щебнем для предотвращения образования размывов.

При строительстве объектов также предусмотрены:

- обеспечение расположение каждого площадочного объекта в однородных инженерно-геологических условиях, а при невозможности соблюдения данного условия предусмотрены конструктивные решения, компенсирующие возможную неоднородную работу грунтов основания (резервирование надежности фундамента, деформационные швы и т.п.);
- применение труб из хладостойких сталей в качестве свай под фундаменты сооружений.

3.5.4. Дополнительные защитные мероприятия

При устройстве фундаментов предусмотрены мероприятия по их защите от действия сил морозного пучения грунтов. В качестве противопучинистых мероприятий являются следующие решения:

- увеличение глубины заделки свай в грунте;

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						72
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- установка вблизи свай сезонно действующих охлаждающих устройств – парожидкостных термостабилизаторов пластичномерзлых грунтов для создания опережающего (с поверхности) бокового (вертикального) промерзания слоя сезонного оттаивания и талых грунтов насыпного слоя при значительных высотах отсыпок;
- устройство теплозащитных экранов для уменьшения глубины сезонного промерзания (оттаивания) грунтов основания;
- комбинированное решение с одновременным использованием теплозащитных экранов и термостабилизаторов.

В тех случаях, когда в особо неблагоприятных инженерно-геокриологических условиях службой мониторинга в зоне влияния инженерных сооружений будет зафиксирована активизация криогенных процессов, будут проводиться дополнительные защитные мероприятия:

- дополнительное сооружение в очагах развития термокарста подсыпок крупнообломочными грунтами;
- устройство покрытий из теплоизоляционных материалов (полимерные пены);
- систематическая уборка снега для понижения среднегодовой температуры грунтов;
- применение противопучинных мероприятий при устройстве фундаментов, установке опор эстакад, ВЛ электропередачи и др., с учетом действующих нормативных документов при соблюдении требований СП 25.13330.2012.

Мероприятиями по защите газопровода от карста являются:

Выполнение земляных работ при устройстве траншеи для укладки трубы в условиях возможного карстопроявления без использования взрывной технологии дробления скальных пород.

Засыпка выявленных в процессе строительства МГ карстовых воронок, расположенные в пределах полосы отвода газопровода, местным глинистым грунтом с послойным уплотнением и укреплением растительным слоем.

					Характеристика объекта исследования	<i>Лист</i>
						73
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Засыпку карстовых воронок необходимо производить с раскрытием их бортов для возможности механизированного производства работ по послойному уплотнению глинистого грунта.

Укладка в основании линейных сооружений, прокладываемых на закарстованных территориях, высокопрочных и низкодеформативных геосинтетических материалов, прочность которого должна быть достаточной для перекрытия внезапно образовавшегося карстового провала расчетных размеров в течение определенного заданного периода времени, необходимого для принятия экстренных мер по ликвидации чрезмерных напряжений в несущих геосинтетических материалах (например, заполнить данную раскрывшуюся карстовую воронку бетонным раствором).

В соответствии с п. 6.8.2 СТО Газпром 2-3.5-051-2006 [37], для получения информации об изменениях параметров напряженно-деформированного состояния металла труб и изоляционного покрытия, предусматривается устройство базовых шурфов и установка автоматизированных систем мониторинга («интеллектуальные вставки») технического состояния и параметров напряженно-деформированного состояния (НДС). Ведение в процессе эксплуатации газопровода мониторинга за НДС металла трубы с помощью тензо- датчиков даёт также возможность отслеживания возникающих участков изменения НДС.

Использование аэрокосмических методов (АКМ) для комплексного изучения трубопроводных геотехнических систем и окружающей среды. На всей территории (особенно - на карстоопасной) прохождения трассы магистрального газопровода целесообразно использование АКМ - как для оценки взаимодействия газопровода с окружающей средой, так и для своевременного выявления условий, благоприятных для развития провалообразования.

В комплекс эксплуатационных противокарстовых мероприятий должны также входить «экстренные» мероприятия, направленные на снижение последствий от возникших карстовых деформаций. К ним относятся срочная

					Характеристика объекта исследования	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ликвидация воронок, образовавшихся вследствие свежих карстовых деформаций под трубой, с укладкой на участке провала железобетонной плиты (для перераспределения давления на грунты и сохранения несущей способности трубной конструкции). При образовании провалов в полосе отвода допустима засыпка провальной впадины водонепроницаемым материалом (например, глиной или суглинком) без перекрытия дна воронки железобетонной плитой. В обоих случаях необходимо проведение специальных исследований на предмет выявления на участке вблизи возникшего провала возможных опасных карстовых полостей.

Разработка инструкции о порядке действия персонала в случае выявления образования карстовых деформаций: непосредственно под трубопроводом; в полосе отвода; за пределами полосы отвода.

Проведение карстомониторинга (в т.ч. методом АКМ) на наиболее опасных участках (периодические геодезические наблюдения за положением трубы, геофизические измерения состояния карстующейся и покровной толщ).

Проведение тщательного эксплуатационного контроля за состоянием сооружения и земной поверхности с соблюдением требований норм эксплуатационной и технологической безопасности при расположении сооружения в районе развития опасного (карстового) процесса, включающего:

- Организацию технического контроля напряженности состояния трубы и анализ его динамики на наиболее карстоопасных участках и участках вблизи образовавшихся карстовых деформаций.
- Ведение специальных паспортов карстоопасных участков.
- Соблюдение требований ПАО «Газпром», предусмотренных ведомственными нормативными документами и стандартом организации в части безопасной эксплуатации газопровода в условиях развития карста.

					Характеристика объекта исследования	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При соблюдении технологии проведения подготовительных и строительно-монтажных работ, а также предусмотренных природоохранных мероприятий воздействие на недра будет минимальным.

					Характеристика объекта исследования	Лист
						76
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

4. Расчетная часть

4.1. Общие данные. Характеристика трубопровода и трассы МГ

Параметры трубопровода проектом приняты следующие:

Таблица 5 - Параметры трубопровода

Наименование	Показатель
Протяженность проектируемого трубопровода диаметром 1420 мм, км	■
Устройство перехода через автомобильную дорогу, переход	-
Устройство перехода через нефтепровод, переход	-
Устройство перехода через водотоки, переход	-
Класс газопровода диаметром 1420 мм	■
Категория участка газопровода	«■»
Коэффициент условий работы участка газопровода	■
Рабочее давление, МПа	■
Минимальное заглубление трубопровода, м	■
Проектное (расчетное) давление, МПа	■
Характеристика труб диаметром 1420 мм из стали класса прочности К60, Н/мм ² :	
Временное сопротивление разрыву	■
Предел текучести	■

Согласно результатам инженерных изысканий составлена ведомость категорийных участков на трассе МГ с указанием опасных геологических процессов.

					<p><i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i></p>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Баранов В.И.			<p>Расчетная часть</p>	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					77	123
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.				<p>Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1</p>		

Таблица 6 - Ведомость категорийных участков на трассе МГ опасных геологических процессов

№ п/п	Расположение по трассе газопровода категорийных участков, ПК+ - ПК+	Длина категорийного участка, м	Наименование опасного геологического процесса	Категория участка трубопровода в соответствии с таблицей 3 СП 36.13330.2012
1	█	█	Термокарст	1
2	█	█	Термокарст	1
3	█	█	Термокарст	1

Согласно ведомости категорийных участков на трассе МГ опасных геологических процессов, составленную в ходе инженерных изысканий, максимальный расчетный карстовый пролет составляет █ м, который будет принят в дальнейших расчетах.

4.2. Определение толщины стенки труб

Для расчета газопровода принимаем трубы $D_n = 1420$ мм, изготовленные из стали с классом прочности К60. Исходные данные для расчета и результаты расчета толщины стенки магистрального газопровода приведены в Таблице 5.

Таблица 7 – Исходные данные для расчета

Параметры	Обозначение	Величина
Наружный диаметр, мм	D_n	█
Рабочее давление, МПа	P	█
Коэффициент надежности по нагрузке	n_p	█
Коэффициент надежности по материалу	k_1	█
Коэффициент надежности по ответственности трубопровода (назначению)	k_H	█
Нормативный предел прочности (Временное сопротивление стали), МПа	$R_1^H = [\sigma]_B$	█
Коэффициент условий работы	m	█

Расчетное сопротивление растяжению, МПа	R_1	■
Расчетная толщина стенки, мм	δ	■
Принятая толщина стенки, мм	δ	■

Для принятого диаметра, значения расчетного сопротивления металла трубы рассчитаем сопротивление растяжению (сжатию):

$$R_1 = \frac{R_1^H \times m}{k_1 \times k_H} = \text{■} = \text{■} \text{ МПа} \quad (1)$$

где R_1^H — нормативное сопротивление растяжению (сжатию), равное временному сопротивлению стали на разрыв, МПа ($R_1^H = [\sigma]_B$);

m - коэффициент условий работы;

k_1 - коэффициент надежности по материалу;

k_H - коэффициент надежности по назначению.

Толщина стенки трубы:

$$\delta = \frac{n_p \times P \times D_H}{2(R_1 \times n_p \times P)} = \text{■} \text{ мм} \quad (2)$$

где p – рабочее давление в трубопроводе, МПа;

n_p – коэффициент надежности по нагрузке;

R_1 – расчетное сопротивление металла трубы, МПа.

В соответствии с нормативными размерами магистральных труб принимаем толщину стенки равной ■ мм.

4.3. Расчет максимально допустимых пролетов подземного трубопровода при образовании карстовых пустот

Максимально допустимый пролёт при изгибе трубопровода вследствие образования карстовой воронки под ним определяется исходя из п.12.4.2 СП 36.13330.2012 "Магистральные трубопроводы" недопустимости пластических деформаций в крайних фибрах трубопровода.

Расчётная схема принята в виде однопролётной балки с заземленными сечениями на концах, что приводит к некоторому запасу прочности по

					Расчетная часть	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сравнению с действительными условиями опирания трубопровода на краях карстовой воронки.

В качестве равномерно распределённой нагрузки на трубопровод принимается собственный вес трубы и вес грунта над трубопроводом при [REDACTED] м. Расчёт ведётся для сжатой области сечения.

Исходные данные, результаты промежуточных и окончательных вычислений сведены в таблицу 8.

Таблица 8 - Определение максимально допустимого пролёта при изгибе трубопровода [REDACTED]

Параметр	Формула, обозначение	Значение
Нормативное давление, МПа	P	[REDACTED]
Температурный перепад, °С	Δt	[REDACTED]
Нормативный предел текучести, МПа	R_2^H	[REDACTED]
Коэффициент условий работы трубопровода	m	[REDACTED]
Коэффициент надёжности по ответственности трубопровода	k_H	[REDACTED]
Вертикальная равномерно распределённая нагрузка, кН/м	q	[REDACTED]
Коэффициент, характеризующий расчётную схему	η	[REDACTED]

Момент сопротивления сечения трубы, см ³	W	■
Коэффициент линейного расширения металла	α	■
Переменный параметр упругости (Модуль Юнга)	E	■
Переменный коэффициент поперечной деформации стали (коэффициент Пуассона)	μ	■
Кольцевые напряжения от нормативного давления, МПа	$\sigma_{кц}^H = \frac{p \times D_{BH}}{2 \times \delta_H}$	■
Коэффициент ψ_3	$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \times \left(\frac{\sigma_{кц}^H}{\frac{m}{0,9 \times k_H} \times R_2^H} \right)^2} - 0,5 \times \frac{\sigma_{кц}^H}{\frac{m}{0,9 \times k_H} \times R_2^H}$	■
Максимально допустимый пролет, м	$L_{max} = \sqrt{\frac{\left(\psi_1 \frac{m}{0,9 k_H} R_2^H + \mu \sigma_{кц}^H - \alpha E \Delta t \right) W}{\eta q}}$	■

Кольцевые напряжения от нормативного давления:

$$\sigma_{кц}^H = \frac{p \times D_{BH}}{2 \times \delta_H} = \text{■} \text{ МПа} \quad (3)$$

					Расчетная часть	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где p – рабочее давление в трубопроводе, МПа;

D_{BH} - внутренний диаметр, мм;

δ_H – толщина стенки трубопровода.

ψ_3 – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб, при растягивающих продольных напряжениях принимаемый равным единице, при сжимающих определяемый по формуле:

R_2^H – нормативное сопротивление сжатию металла труб и сварных соединений, принимается равным минимальному значению предела текучести $\sigma_{тек} = R_2^H =$ [] МПа.

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \times \left(\frac{\sigma_{кц}^H}{\frac{m}{0,9 \times k_H} \times R_2^H} \right)^2} - 0,5 \times \frac{\sigma_{кц}^H}{\frac{m}{0,9 \times k_H} \times R_2^H}$$

= []

[]

(4)

Вычисляем максимально допустимый пролет:

$$L_{max} = \sqrt{\frac{\left(\psi_1 \frac{m}{0,9 k_H} R_2^H + \mu \sigma_{кц}^H - \alpha E \Delta t \right) W}{\eta q}}$$

= []

[] м

(5)

Максимальный допустимый карстовый пролет для трубопровода ██████ составляет ██████ м. Возникающие пластические деформации в крайних фибрах трубопровода соответствуют требованиям п. 12.4.2 СП 36.13330.2012.

4.4. Расчет МГ на участке карстообразования

Проверка прочности выполняется согласно п. 12.4.2 СП 36.13330.2012 "Магистральные трубопроводы" недопустимости пластических деформаций в крайних фибрах трубопровода. Для проверочного расчета принят максимальный расчетный карстовый пролет согласно результатам инженерных изысканий ██████ м.

Расчётная схема трубопровода на участке образования карстовой воронки принята в виде однопролётной балки с заземленными сечениями на концах, что приводит к некоторому запасу прочности по сравнению с действительными условиями опирания трубопровода на краях карстовой воронки.

В качестве равномерно распределённой нагрузки на трубопровод принимается собственный вес трубы и вес грунта над трубопроводом при засыпке 1 м. Проверка выполняется для сжатой и растянутой областей сечения. За расчётный пролёт принимается величина поперечного размера карстовой воронки ██████ м согласно данным материалов инженерных изысканий.

Исходные данные, результаты промежуточных и окончательных вычислений сведены в таблицу 9.

Таблица 9 - Проверка прочности трубопровода ██████ на участке образования карстовой воронки

Параметр	Формула, обозначение	Значение
Нормативное давление, МПа	P	█████

Температурный перепад, °С	Δt	■
Нормативный предел текучести, МПа	R_2^H	■
Коэффициент условий работы трубопровода	m	■
Коэффициент надёжности по ответственности трубопровода	k_H	■
Вертикальная равномерно распределённая нагрузка, кН/м	q	■
Коэффициент, характеризующий расчётную схему	η	■
Момент сопротивления сечения трубы, см ³	W	■
Коэффициент линейного расширения металла	α	■
Переменный параметр упругости (Модуль Юнга)	E	■
Переменный коэффициент поперечной деформации стали (коэффициент	μ	■

где p – рабочее давление в трубопроводе, МПа;

D_{BH} - внутренний диаметр, мм;

δ_H – толщина стенки трубопровода.

Фибровые напряжения от изгиба $\sigma_{изг}$ определяется по формуле (7):

$$\sigma_{изг} = \frac{\eta q L^2}{W} = \blacksquare \text{ МПа} \quad (7)$$

где η – коэффициент, характеризующий расчётную схему;

q – вертикальная равномерно распределённая нагрузка, кН/м;

L – расчетный пролет, м;

W - момент сопротивления.

Суммарные фибровые напряжения $\sigma_{пр}^H$ в сжатой зоне (8):

$$\sigma_{пр}^H = \mu \sigma_{кц}^H - \alpha E \Delta t - \sigma_{изг} = \blacksquare \text{ МПа} \quad (8)$$

где μ – переменный коэффициент поперечной деформации стали (коэффициент Пуассона);

$\sigma_{кц}^H$ – кольцевые напряжения от нормативного давления, МПа;

α – коэффициент линейного расширения металла;

E – переменный параметр упругости (Модуль Юнга);

Δt – температурный перепад, °С;

$\sigma_{изг}$ - фибровые напряжения от изгиба, МПа.

Суммарные фибровые напряжения $\sigma_{пр}^H$ в растянутой зоне (9):

$$\sigma_{пр}^H = \mu \sigma_{кц}^H - \alpha E \Delta t - \sigma_{изг} = \blacksquare \text{ МПа} \quad (9)$$

где μ – переменный коэффициент поперечной деформации стали

					Расчетная часть	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(коэффициент Пуассона);

$\sigma_{кц}^H$ – кольцевые напряжения от нормативного давления, МПа;

α – коэффициент линейного расширения металла;

E – переменный параметр упругости (Модуль Юнга);

Δt – температурный перепад, °С;

$\sigma_{изг}$ – фибровые напряжения от изгиба, МПа.

ψ_3 – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб, при растягивающих продольных напряжениях принимаемый равным единице, при сжимающих определяемый по формуле:

R_2^H – нормативное сопротивление сжатию металла труб и сварных соединений, принимается равным минимальному значению предела текучести $\sigma_{тек} = R_2^H = \blacksquare$ МПа.

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \times \left(\frac{\sigma_{кц}^H}{\frac{m}{0,9 \times k_H} \times R_2^H} \right)^2} - 0,5 \times \frac{\sigma_{кц}^H}{\frac{m}{0,9 \times k_H} \times R_2^H} \quad (4)$$

= \blacksquare

Проверка выполнения условий прочности:

$$|\sigma_{пр}^H| \leq \psi_1 \frac{m}{0,9k_H} R_2^H \quad (10)$$

\blacksquare

$$\sigma_{пр}^H \leq \frac{m}{0,9k_H} R_2^H \quad (11)$$

\blacksquare

$$\sigma_{\text{кц}}^H \leq \frac{m}{0,9k_H} R_2^H \quad (12)$$



Возникающие пластические деформации в крайних фибрах трубопровода  на участке при величине карстового пролета  м соответствуют требованиям п. 12.4.2 СН 36.13330.2012.

					Расчетная часть	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1. Анализ перспективности исследования

Актуальность исследования обусловлена перспективностью освоения месторождений и развития систем трубопроводного транспорта на территориях, где наличие многолетнемерзлых грунтов является распространенным явлением. Однако перспективность исследования обуславливается не только актуальностью рассматриваемой проблемы, но и степенью проработанности всех вопросов, касающихся планирования и проведения исследования, а также внедрения результатов его результатов в производство. Для оценки перспективности исследования был проведен SWOT-анализ проекта, а также анализ степени готовности проекта к коммерциализации.

5.1.1. SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научноисследовательского проекта, заключающийся в выявлении факторов внешней и внутренней среды, оказывающих влияние на реализацию проекта. Факторы делятся на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Слабые стороны – это недостатки, упущения или ограничения научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию, возникающую в условиях окружающей среды проекта, которая поддерживает спрос на результаты проекта.

					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Баранов В.И.</i>			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>					89	123
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>				<i>Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1</i>		

Угрозы – это нежелательные ситуации, тенденции или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют угрожающий характер для его конкурентоспособности.

Результаты SWOT-анализа исследования, проведенного в рамках данной выпускной квалификационной работы, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Применяемые методики соответствуют требованиям нормативных документов С2. Простота расчетов не требует специальной аппаратуры</p> <p>С3. Экономическая эффективность и ресурсоэффективность проекта</p> <p>С4. Экологичность проекта С5. Обеспечивается эксплуатационная надежность объекта исследования</p> <p>С6. Относительно низкая стоимость реализации проекта</p>	<p>Слабые стороны проекта: Сл1. Сложность верификации результатов исследования</p> <p>Сл2. Условия, в которых должен находиться объект исследования, имеют ограничения</p> <p>Сл3. Исследованы только типовые технические решения</p> <p>Сл4. Возможная недостоверность некоторых исходных данных</p> <p>Сл5. Результаты исследования не могут быть напрямую применены для других объектов</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной структуры ТПУ</p> <p>В2. Сотрудничество с заинтересованными компаниями</p> <p>В3. Повышение спроса на продукт</p> <p>В4. Рост стоимости материалов и работ</p> <p>В5. Раскрытие информации по реализованным проектам</p>	<p>1. Использование базы ТПУ и опыта нефтегазовых компаний для развития проекта, повышения его экономической эффективности и экологичности</p> <p>2. Учет пожеланий заказчиков при соблюдении требований нормативных документов</p> <p>3. Отслеживание текущей стоимости материалов и работ для поддержания актуальности проекта</p> <p>4. Корректировка методов расчетов для приведения результатов в соответствие с фактическими данными</p>	<p>1. Развитие возможностей применения проекта для различных условий и исходных данных</p> <p>2. Использование исходных данных, полученных от компаний-партнеров</p> <p>3. Создание электронной программы для удобства использования проекта</p> <p>4. Поиск новых ресурсоэффективных технологий</p> <p>5. Корректировка исходных данных и проверка достоверности результатов исследования</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Конкуренция с подобными проектами</p> <p>У2. Отказ</p>	<p>1. Развитие проекта при поддержании конкурентной стоимости</p> <p>2. Переориентация проекта</p>	<p>1. Создание продукта, позволяющего производить расчет объектов с различными свойствами,</p>

нефтегазовых компаний от освоения районов криолитозоны У3. Изменение нормативно-правовой базы У4. Изменение климатических условий, в которых находится объект исследования У5. Появление новых технологий	на другие отрасли промышленности 3. Постоянное отслеживание изменений в законодательстве 4. Создание возможности легкой корректировки исходных данных исследования 5. Постоянное отслеживание появления новых научных разработок по теме исследования	находящихся в различных условиях 2. Развитие проекта для возможности исследования объектов других отраслей промышленности 3. Развитие проекта для возможности исследования новых технических решений
--	--	--

Результаты анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

5.1.2. Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Результаты анализа степени готовности приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно технический задел	4	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	4
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	2
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	1

7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	4
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	5
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	4
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	5
15	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
ИТОГО БАЛЛОВ		44	45

Значение суммарного балла позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Значение степени проработанности научного проекта составило 44, что говорит о средней перспективности, а знания разработчика достаточны для успешной ее коммерциализации. Значение уровня имеющихся знаний у разработчика составило 45 – перспективность выше среднего.

По результатам оценки можно сказать, что в первую очередь необходимо проработать вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот, а также вопросы оценки стоимости интеллектуальной стоимости и защиты авторского права. Следующей задачей будет разработка бизнес-плана коммерциализации научной разработки. Также необходимо более тщательно проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

5.2. Планирование научно-исследовательских работ

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проведения научно-исследовательских работ. Для построения графика необходимо составить план выполнения проекта с указанием вида работы, длительности их исполнения и участников, ответственных за исполнение каждого пункта плана.

Наиболее удобным и наглядным представлением плана проекта является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства отображения каждый месяц разделен на декады.

Диаграмма Ганта для проекта исследования в рамках данной выпускной квалификационной работы представлена в таблице 12.

Таблица 12 -Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнители	Длительность, дни	Продолжительность выполнения работ													
				Март			Апрель			Май			Июнь				
1	Составление и утверждение тех. задания	Р	3	█													
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	15	█	█	█											
3	Согласование материалов по теме	Р	8			█	█										
4	Календарное планирование	Р, И	5					█	█								

условиях. Интегральный финансовый показатель определяется отдельно для различных условий – индивидуально для каждого из рассматриваемых грунтов.

Для определения интегрального финансового показателя необходимо рассчитать сметную стоимость строительства участка магистрального нефтепровода на рассматриваемых многолетнемерзлых грунтах в различных вариантах исполнения: для надземной и подземной прокладки с различными техническими решениями по инженерной защите.

5.3.1. Расчет сметной стоимости строительства участка газопровода

Сметная стоимость строительства – это сумма денежных средств, определяемых сметными расчетами в соответствии с проектными данными и сметно-нормативной базой. Действующая методическая и сметно-нормативная база позволяет определять стоимость строительства на всех стадиях разработки предпроектной и проектно-сметной документации. На предпроектной стадии выполняют технико-экономическое обоснование для обоснования экономической целесообразности проектирования и возведения объекта.

Сметную стоимость строительно-монтажных работ определяют на основании расчета прямых затрат (на материалы, оплату труда и использования строительных машин), суммы социальных отчислений и накладных расходов.

Для расчета прямых затрат на строительно-монтажные работы основываются на работах [30, 31], определить объем работ и количество используемых материалов при подземной и надземной прокладке газопровода на участке многолетнемерзлого грунта протяженностью 25 км. Путем умножения объема работ и количества материалов на их стоимость рассчитываются прямые затраты на строительство.

В данной выпускной квалификационной работе сметная стоимость строительства участка магистрального нефтепровода на многолетнемерзлом грунте рассчитывается ресурсно-индексным методом, предложенный в

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

работе [32]. Ресурсно-индексный метод заключается в калькулировании стоимости по базовым ценам с учетом индексов цен ресурсы. В качестве базовых принимают цены на 01.01.2001 г. Значения индексов цен принимаются в соответствии с [33], их величины на первый квартал 2023 года для Эвенкийского района Красноярского края представлены в РД [34].

Единичные расценки на работы и материалы в текущих ценах определяются по данным [35] с учетом индексов. Для выбранного района строительства единичные расценки на материалы и оборудование с учетом доставки на первый квартал 2023 года представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Единичные расценки на материалы и оборудование

Наименование	Количество	Стоимость, руб.
Песок строительный	1 м ³	1551,5
Плиты пенополистирольные сегментные	1 м ³	13890,0
Труба стальная в заводской тепловой изоляции	1 м	17999,3

Для выбранного района строительства единичные расценки на строительно-монтажные работы на первый квартал 2016 года представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Единичные расценки на строительно-монтажные работы

Наименование	Количество	Оплата труда рабочих, руб.	Эксплуатация машин, руб.	Оплата труда машинистов, руб.	Общая стоимость, руб.
Рытье траншеи экскаватором на глубину 1,6 м	1 км	45943,5	550532,6	99088,8	695564,9
Разработка грунта экскаватором	1000 м ³	1142,8	46700,9	8243,1	56086,9
Засыпка траншеи бульдозером -	1000 м ³	-	25539,2	6635,4	32174,6
Укладка тепловой изоляции на дно траншеи	1 м ³	1773,3	738,6	-	2511,9
Сварка стыков	1 шт.	2229,6	2450,3	230,4	4910,3
Ультразвуковой	1 шт.	1284,0	196,3	50,8	1531,2

контроль сварных швов					
Укладка подземного трубопровода	100 м	46716,1	114297,9	7563,1	168577,2

Расчет сметной стоимости строительства участка подземного газопровода на грунте без проведения мероприятий инженерной защиты представлен в таблице 15.

Таблица 15 - Сметная стоимость строительства участка газопровода

Материалы					
Наименование		Количество	Стоимость, руб.		
Труба стальная в заводской тепловой изоляции		25 км	449982500		
Песок строительный		25000 м ³	38787500		
			488770000		
Строительно-монтажные работы					
Наименование	Количество	Стоимость, руб.			
		Оплата труда рабочим	Эксплуатация машин	Оплата труда машинистов	Общая
Рытье траншеи экскаватором на глубину 1,6 м	25 км	1148587,5	13763315	2477220	17389122,5
Разработка грунта экскаватором	25000 м ³	28570	1167522,5	206077,5	1402170
Засыпка траншеи бульдозером	25000 м ³	-	638480	165885	804365
Сварка стыков	2501 шт.	5574729	6128200,3	576230,4	12279159,7
Ультразвуковой контроль сварных швов	2501 шт.	3211284	490946,3	127050,8	3829531,2
Укладка подземного трубопровода	25 км	11679025	28574475	1890775	42144300
		21642195,5	50762939,1	5443238,7	77848373,3
Страховые взносы					
Фонд оплаты труда, руб.		Размер, % от фонда оплаты труда		Сумма, руб.	
27085434,2		30		8125630,26	
Накладные расходы					
Сметная стоимость, руб.		Размер, % от сметной стоимости		Сумма, руб.	
574744004		15		86211600,6	
Итого					

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Материалы, руб.	Эксплуатация машин и оборудования, руб.	Заработная плата, руб.	Социальные отчисления, руб.	Накладные расходы, руб.
488770000	50762939,1	27085434,2	8125630,26	86211600,6
Условная сметная стоимость, руб.			660955605	

Актуальность исследования обусловлена перспективностью освоения месторождений и развития систем трубопроводного транспорта на территориях, где наличие многолетнемерзлых грунтов является распространенным явлением. Однако перспективность исследования обуславливается не только актуальностью рассматриваемой проблемы, но и степенью проработанности всех вопросов, касающихся планирования и проведения исследования, а также внедрения его результатов в производство. Для оценки перспективности исследования был проведен SWOT-анализ проекта, а также анализ степени готовности проекта к коммерциализации.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6. Социальная ответственность

При проведении работ на линейной части МГ (далее МГ), организации выполняющей работы, необходимо большое внимание уделять производственной и экологической безопасности работников и окружающей среды. Предприятие самостоятельно принимает решение по дополнительным мерам по улучшению условий жизни и работы своих подчиненных и их родственников.

МГ, проложенный на участках с многолетнемерзлыми грунтами (далее ММГ) подвержен дополнительным физическим и механическим нагрузкам из-за различных геокриологических процессах, возникающих в криолитозоне. Этот фактор повышает степень возникновения аварий на газопроводе. Целью данного раздела является анализ потенциальных опасных и вредных факторов, которые могут влиять на персонал работников, ликвидирующие разливы нефти. Также поднимаются вопросы пожарной профилактики, техники безопасности и защиты окружающей среды. По тематике даются рекомендации по повышению оптимальных условий труда.

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

Компании, занимающиеся транспортировкой природного газа по МГ, обязаны обеспечивать своих работников всеми материальными и социальными благами в соответствии с «Трудовым кодексом Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ».

В соответствии со статьей «Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда» работник имеет право на: рабочее место, своевременную оплату, социальное страхование от несчастных

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>			
Разраб.		Баранов В.И.			Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					99	123
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.				Отделение нефтегазового дела		
						Группа 3-2Б8А1		

случаев на производстве и профессиональных заболеваний, получение достоверной информации от работодателя об условиях и охране труда, отказ от выполнения работ в случае опасности для жизни, обеспечение средствами индивидуальной защиты, обучение за счет работодателя, медицинский осмотр и т. д.

Газопроводы, контактирующие с многолетнемерзлыми грунтами, в основном расположены в северных широтах страны. Работники, которые трудятся в условиях Крайнего Севера, имеют дополнительные льготы в соответствии с законом РФ от 19.02.1993 № 4520–1 «О государственных гарантиях и компенсациях для лиц, работающих и проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях».

Одной из основных льгот, предоставляемых данной категории работников, является районный коэффициент. Согласно ст. 315 ТК РФ оплата труда в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях осуществляется с применением районных коэффициентов и процентных надбавок к заработной плате. Кроме того, коэффициент начисляется на надбавки и доплаты к тарифным ставкам (должностным окладам) и компенсационные выплаты, связанные с режимом работы и условиями труда, к которым относятся надбавки: за классность звание по профессии, непрерывный стаж работы по специальности и т. д.; должностным лицам и гражданам, допущенным к государственной тайне; за выслугу лет (непрерывную работу), а также вознаграждение за выслугу лет, выплачиваемое ежеквартально или единовременно; по итогам работы за год; за условия труда при работе в ночное время, сменную работу, за совмещение профессий (должностей).

6.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Трудоустройство вахтовым методом – самый распространённый вид работы на севере. Обычно длительность вахты составляет от одного месяца

					Социальная ответственность	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

до трех в зависимости от условий труда. Работодатель обеспечивает рабочих проживанием, питанием и проездом до места работы.

Вахтовая работа подразумевает рабочий день не более 12 часов и не дольше одного месяца в целом, все же допускается и сверхурочная работа. Сверхурочная работа не должна превышать 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год. Все часы накапливаются, и ведет их полный учет непосредственно руководитель предприятия. Все те дни, которые отводятся для полноценного отдыха рабочих, находящихся на вахте, оплачиваются в размере установленного оклада, но без применения соответствующего районного коэффициента и процентной надбавки.

Лицам, работающим в районах Крайнего Севера, предоставляются дополнительные оплачиваемые отпуска продолжительностью 24 календарных дня, а лицам, работающим в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера, - 16 календарных дней. Также организации обеспечивают своих работников пособиями по государственному социальному страхованию.

6.2. Производственная безопасность

Идентификация потенциальных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) проводится с использованием «Классификации вредных и опасных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003–2015. Название вредных и опасных производственных факторов в работе соответствуют приведенной классификации. Определены название характерных видов работ и вредных производственных факторов (ОВПФ).

Для целостного представления об источниках вредностей и опасностей и всех основных выявленных вредных и опасных факторах на рабочем месте, ниже представлена таблица 16.

Таблица 16 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ на линейной части МГ

					Социальная ответственность	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003–2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Земляные работы; Погрузочно-разгрузочные работы; Очистные работы; Сварочно-монтажные работы; Изоляционные работы;	Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; Повышенный уровень шума на рабочем месте; Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу; Недостаточная освещенность рабочей зоны; Физические перегрузки	Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола); Электрический ток; Электрическая дуга и металлические искры при сварке; Пожаровзрывоопасность объекта	Правила по охране труда при работе на высоте (с изменениями на 10 ноября 2020 года №782н) [48]; СП 52.13330.2016; [51] ГОСТ 12.0.003–2015 [52] СанПиН 1.2.3685–21 [53]; ГОСТ 12.1.046–2014 [54]; ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ [55]; ГОСТ 12.0.002–2014 [56] ГОСТ 12.1.004–91 [57] ГОСТ 12.3.003–86 [59] ГОСТ Р 12.1.019–2009 [60];

6.2.1. Анализ потенциальных вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Вредными производственными факторами называются факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Повышенная и пониженная температура воздуха рабочей зоны.

К метеоусловиям относятся: температура, влажность, скорость движения воздуха, атмосферное давление, интенсивность радиационного излучения солнца. Так как эксплуатация и строительство МГ выполняются на открытой местности, то на рабочих оказывает действие атмосферных осадков, сильный ветер, повышенная и пониженная температура воздуха, в зависимости от времени года и географического расположения объекта. Метеорологические условия оказывают большое влияние на здоровье, самочувствие и работоспособность человека.

Работы ведутся в различных погодных условиях от - 45°С до + 40°С.

Работающие на открытой территории в зимний период года должны быть обеспечены спецодеждой с теплозащитными свойствами, работа должна быть организована таким образом, чтобы рабочие имели

					Социальная ответственность	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

возможность периодически находиться в теплом помещении. К СИЗ относятся: специальная теплая одежда, обувь, средства защиты рук, средства защиты головы, лица и глаз.

Профилактика перегревания осуществляется организацией рационального режима труда и отдыха путем сокращения рабочего времени для введения перерывов для отдыха в зонах с нормальным микроклиматом.

От перегрева головного мозга предусматривают головные уборы, средства индивидуальной защиты, например, такие, как кепки.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны» [15] при определенной температуре воздуха и скорости ветра работы приостанавливаются (Таблица 17).

Таблица 17 - Работы на открытом воздухе приостанавливаются работодателями при следующих погодных условиях

Скорость ветра, м/с.	Температура воздуха °С
При безветренной погоде	-40
Не более 5,0	-35
5,1-10,0	-25
10,0-15	-15
15,1-20,0	-5
Более 20,0	0

Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Различная техника (бульдозеры, экскаваторы, автокраны, тягачи) при своём передвижении и работе издаёт большое количество шума, которое негативно влияет на работающий персонал. Так же издает значительное количества шума остальное оборудование: режущее оборудование, сварочные и насосные аппараты, передвижные генераторные установки. Воздействие шума на человеческий организм определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы, включая нервную систему.

Шумовые характеристики машин или предельные значения шумовых характеристик должны быть указаны в паспорте на них, руководстве (инструкции) по эксплуатации или другой сопроводительной документации.

Длительное воздействие шума, уровень которого превышает допустимые значения, может привести к заболеванию человека шумовой болезнью – нейросенсорная тугоухость. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд степени 1	тяжелый труд степени 2	тяжелый труд степени 3
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

При физической работе, связанной с точностью, сосредоточенностью или периодическими слуховыми контролями, уровень звукового давления не влияющий на органы слуха не должен превышать 80 дБА. В соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 [16] для рабочего места (в полевых условиях) при длительном воздействии звукового давления больше 80 дБА происходит постоянное повышение порога слуха и кровяного давления. К основным методам борьбы с шумом относят:

- снижение уровня шума в источнике его возникновения;
- снижение шума на пути распространения звука (экранирование рабочей зоны);
- использование дистанционного управления при эксплуатации оборудования и машин;

– использование средств индивидуальной защиты (наушники, ушные вкладыши);

– соблюдение режима труда и отдыха.

Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу.

Условия труда должны соответствовать предельно допустимой концентрации токсичных и вредных веществ в соответствии с [15], после проведения специальной оценки условий труда [19].

Источниками утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу могут являться техника, оборудование, МГ, и могут являться добываемый природный газ, растворители, лакокрасочные изделия, ГСМ. Воздействие утечки вредных веществ на человека определяется влиянием на дыхательную систему человека и на многие другие органы и системы организма. Строительная химия в большинстве случаев содержит углеводороды, пары которых очень опасны для здоровья, следует избегать соприкосновения с кожей. Смола, входящая в композитный состав и герметик, а также пары растворителя и природного газа токсичны и вызывают раздражение слизистых оболочек, кожи лица и рук, а также кашель, головокружение, а в некоторых случаях аллергическую реакцию и образование ожогов на коже. При работе со строительной химией необходимо пользоваться индивидуальными средствами защиты органов дыхания и слизистой оболочки: резиновые перчатки, защитные очки, по возможности использовать респираторы.

Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны.

Работы по эксплуатации МГ, проводятся непосредственно в трассовых условиях, и при аварийных ситуациях ремонт ведется в темное время суток. Подходы и проезды к строительной площадке, рабочие места, участки проведения работ в темное время суток должны быть достаточно освещены согласно ГОСТ 12.1.046–2014 ССБТ «Нормы освещения строительных площадок» [17]:

					Социальная ответственность	Лист
						105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– при производстве земляных работ, производимых сухим способом землеройными и другими механизмами, наименьшая вертикальная освещенность по всей высоте забоя и по всей высоте разгрузки (со стороны машиниста) должна составлять не менее 10 лк;

– при сборке и монтаже строительных грузоподъемных механизмов не менее 50 лк;

– при разработке грунта бульдозерами, скреперами, катками и др. не менее 10 лк;

– в местах разгрузки, погрузки и складирования заготовленной арматуры при проведении бетонных и железобетонных работ не менее 2 лк;

– при работе стационарных сварочных аппаратов, механических ножниц, гибочных станков для заготовки арматуры не менее 50 лк;

– подходы к рабочим местам не менее 5 лк.

Освещенность должна быть равномерной, без ослепляющего действия осветительных приборов на рабочих. При проведении сварочно-монтажных работ на рабочих местах в темное время суток необходимо применять стационарные светильники напряжением 220В во взрывозащищенном исполнении, подвешенные на высоте не менее 2,5 м. Напряжение питания переносных светильников не должно превышать 12В, в соответствии с «Правила устройства электроустановок. Издание седьмое» [18].

Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса.

Источниками формирования данного вредного фактора могут быть:

– величина внешней механической работы, выполняемой за смену;

– масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза;

– количество стереотипных рабочих движений в смену;

– величина суммарного усилия, прилагаемого за смену для удержания груза;

– удобство рабочей позы;

– количество вынужденных наклонов в смену и километров, которые вынужден проходить человек при выполнении работы.

					Социальная ответственность	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В связи с большим количеством выполняемых механических работ выполняемой за смену, строительство подводного перехода сопровождается тяжелым и напряженным физическим трудом. Тяжелый и напряженный физический труд может повлиять на общее самочувствие рабочего и привести к развитию различных заболеваний. Тяжесть и напряженность физического труда нормируется согласно нормативной документацией. Проводимые мероприятия по улучшению условий труда, в соответствии со специальной оценкой условий труда [19]:

- внедрение профилактических мероприятий, способствующих снижению монотонности работы;
- разработка рациональных режимов труда и отдыха;
- механизация и автоматизация производственных процессов.

6.2.2. Анализ потенциальных опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасными производственными факторами называются факторы, воздействие которых на работающего, в определенных условиях, может привести к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья или смерти.

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.

Выполнение работ в условиях движущихся машин и механизмов производственного оборудования должны выполняться высококвалифицированным и обученным персоналом, с обязательным проведением инструктажа по ТБ, по наряд-допуску.

Место проведения работ должно быть ограждено. По периметру ограждения и по углам, на расстоянии не более 30 м друг от друга, а также в местах прохода людей должны быть выставлены знаки безопасности [20]. Знаки безопасности и разметка сигнальная, размер которых должен обеспечивать их визуальное восприятие на расстоянии не менее 15 м. Запрещается передвижение техники, не занятой в производстве строительно-монтажных работ, ближе 10 м от края траншеи. Запрещается размещение

					Социальная ответственность	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

механизмов и техники, участвующих в работе строительстве трубопровода, на расстоянии менее 1,5 м от бровки траншеи.

Все работы производятся при наличии у рабочих защитных касок. Погрузочно – разгрузочные работы выполняют лица, прошедшие специальное производственное обучение и имеющие соответствующие документы, подтверждающие их квалификацию.

При работе нужно быть внимательным и осторожным. Площадки для погрузочно – разгрузочных работ должны быть спланированы и иметь уклон не более 5 градусов. Запрещается выполнение работ при скорости ветра 15 м/с и более, при гололеде, грозе и тумане, исключающих видимость в пределах фронта работ.

Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола).

Работами на высоте считаются все работы, выполняемые на высоте более 1,8 м от поверхности грунта или настила.

При прокладке МГ раскапывается траншея. Существует риск с получением производственного травматизма в результате падения с высоты. Для защиты головы все работники, находящиеся в рабочей зоне, при выполнении работ должны быть обеспечены касками. Приставные лестницы по конструкции должны соответствовать требованиям и быть оборудованы несколькими опорами.

Не допускается разработка ремонтного котлована без откосов. Откосы разрабатываются в зависимости от типа грунта и глубины траншеи.

К средствам индивидуальной защиты от падения с высоты работников относятся: канаты страховочные и предохранительные пояса. На всех предохранительных поясах должна быть бирка с датой следующего испытания и инвентарным номером.

Производственные факторы, связанные с электрическим током.

Источником поражения электрическим током могут являться плохо изолированные токопроводящие части технического оборудования и

					Социальная ответственность	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

техники. В электрической цепи значение параметра напряжения должно удовлетворять ГОСТ Р 12.1.019-2009 [21] и быть в свою очередь не более 50 мА. Известно, что поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, то есть при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках с разностью потенциалов. Персонал должен быть обучен согласно класса электробезопасности. Работы выполняются по наряд-допуску, с проведением инструктажа.

Опасное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде электротравм (ожоги, металлизация кожи, механические повреждения), электрического удара и профессиональных заболеваний.

Для предотвращения опасных ситуаций для жизни человека проводятся мероприятия по электробезопасности, которые включают в себя:

- все токоведущие части электрических устройств изолированы;
- по способу защиты человека от поражения электрическим током изделия средств автоматического управления соответствуют классам 1 и 2 и классу 3;
- все потребители электроэнергии имеют заземление;
- все части устройств, находящиеся под напряжением размещены в корпусах, обеспечивающих защиту обслуживающего персонала;
- устройства снабжены световыми индикаторами включения питающей сети.

Индивидуальные средства защиты: диэлектрические перчатки, инструменты с изолированными рукоятками, диэлектрические боты, изолирующие подставки [22].

Электрическая дуга и металлические искры при сварке.

Основными источниками опасности при сварке, осуществляемой электрической дугой, являются: пламя дуги, искры раскаленного металла, недоиспользованные электроды; электрические дуги и искры, короткие замыкания и другие неисправности в электрооборудовании. Электрическая

					Социальная ответственность	Лист
						109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

дуга, искры, брызги металла, образующиеся в процессе сварки, представляют собой серьезную опасность в виде поражения глаз и открытой поверхности кожи лучами сварочной дуги; поражение электрическим током, при прикосновении человека к токовыводящим частям электрической цепи; взрыв в результате проведения сварки вблизи взрывоопасных и легковоспламеняющихся веществ; ожоги от брызг металла при резке и сварке металла; травмы механического характера при подготовке и в процессе монтажа ремонтных конструкций МГ.

К проведению электросварочных работ допускаются электросварщики, прошедшие установленную аттестацию и имеющие соответствующие разрешающие удостоверения. Огневые, газоопасные и другие работы повышенной опасности выполняются только с оформлением наряда-допуска [24].

Для защиты от брызг расплавленного металла и излучения сварочной дуги, сварщик обязан носить спецобувь и спецодежду, а лицо и глаза закрывать специальным щитком или маской со светофильтром. Электросварщику необходимо работать в диэлектрических перчатках на резиновом коврике. На рабочем месте должны быть индивидуальные средства пожаротушения и индивидуальные аптечки. Для тушения электроустановок находящихся под напряжением необходимо применять углекислотные и порошковые огнетушители, например – ОУ-5, ОП-5 [23].

Пожаровзрывоопасность.

Источниками возникновения пожара могут быть устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов, короткие замыкания, перегрузки. Также источниками пожара может быть воспламенение газовойоздушной смеси. Источники взрыва – сосуды, газопровод под давлением.

Результатам негативного воздействия пожара и взрыва на организм человека являются ожоги различной степени тяжести, повреждения и

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
						110
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

возможен летальный исход. К средствам тушения пожара, предназначенных для локализации небольших загораний, относятся пожарные стволы, огнетушители, асбестовые одеяла и т. п.

Некоторые газы и пары в определенной смеси с воздухом взрывоопасны. Повышенной взрывоопасностью отличаются смеси воздуха с ацетиленом, этиленом, бензолом, метаном, окисью углерода, аммиаком, водородом. Взрыв смеси может произойти только при определенных соотношениях горючих газов с воздухом или кислородом, характеризуемых нижним и верхним пределами взрываемости. Опасная зона взрываемости лежит между нижним и верхним пределами воспламинения. Концентрация газов или паров в воздухе производственных помещений ниже нижнего и выше верхнего предела взрываемости невзрывоопасна, так как при ней не происходит активного горения и взрыва — в первом случае из-за недостатка горючего вещества, а во втором из-за его избытка. Для предотвращения взрыва необходимо осуществлять постоянный контроль давления по манометрам в трубопроводе, применение противопожарной автоматики и сигнализации.

6.3. Экологическая безопасность.

Строительство и эксплуатация МГ, должны выполняться в соответствии с требованиями руководящих документов и законов в части охраны окружающей среды с сохранением её устойчивого экологического равновесия. Все работы по строительству и ремонту МГ связаны с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. Выбросы являются неизбежными.

Источником загрязнения атмосферы при строительстве являются:

- Выхлопные газы строительных машин и механизмов, автотранспорта;
- Дым от двигателей, сжигание остатков строительных материалов;
- Сварочные аэрозоли от трубосварочных установок и ручной сварки;
- Изоляционные работы;
- Опорожнение участка газопровода.

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
						111
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

6.3.1. Воздействие на окружающую среду.

Воздействие на атмосферу.

При проведении ремонта и технологического обслуживания газопроводов в атмосферу попадают пары углеводородов. Согласно, вредным (загрязняющим) веществом является - химическое или биологическое вещество либо смесь таких веществ, которые содержатся в атмосферном воздухе и которые в определенных концентрациях оказывают вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

В качестве меры, ограничивающей содержание загрязняющих веществ в окружающей природной среде, принята предельно допустимая концентрация (далее ПДК). ПДК – концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни, прямо или опосредованно не возникает заболеваний или изменений состояния здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований сразу или в отдаленные сроки жизни. В таблице 19 представлены ПДК и классы опасности некоторых веществ, входящих в состав нефти и газа, а также паров и веществ участвующих в технологических процессах хранения и транспортировки углеводородов в воздухе рабочей зоны.

Таблица 19 - Предельно-допустимая концентрация в воздухе и классы

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Метан	300	4
Нефть	300	4
Метанол	5	3
Ацетон	200	4
Метилмеркаптан	0,8	2
Окись углерода	20	4
Сероводород	10	2

Воздействие на литосферу.

Строительство трубопроводов в северных районах оказывает влияние на литосферу. Проходка траншей локально изменяет режим питания растительного покрова влагой, нарушает теплофизическое равновесие, растекает ММГ, приводит к гибели чувствительный к механическому и

					Социальная ответственность	Лист
						112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

другому воздействиям растительный покров малоземельной тундры. При растеплении происходит процесс эрозии. Эрозия наносит ущерб окружающей среде втрое: разрушает естественные или созданные в сооружениях геометрические формы, следствием чего обычно становится утрата устойчивости и эстетические дефекты; перемещает грунтовые частицы во взвешенном состоянии в водных потоках, создавая отложения частиц в местах сноса вследствие смыва грунта с обочин, образование промоин, загрязняя земли, ухудшая плодородие почвы. Эрозии сильно подвергаются мелкозернистые пылеватые пески, пылеватые суглинки, глины лессы, лессовидные суглинки. Для предотвращения воздействия на литосферу, используют технологические решения:

- Использование тепловой изоляции;
- Применение конструктивных решений свайных опор;
- Применение сезонных охлаждающих устройств;
- Сезонную откачку воды и подсыпку, растеплённого грунта.

Воздействие на гидросферу.

Негативным воздействием на гидросферу считается загрязнение сточными водами и мусором. Для восстановления существовавшей до начала выполнения строительства и проведения ремонтных работ системы местного водостока, следует обеспечить расчистку ложбин временного стока, русел водотоков от грунта, попадавшего в них во время проведения земляных работ.

Запрещается стаскивать грунт в русло реки при планировке береговых откосов. При оборудовании временного городка и оснащении участков работ следует предусматривать специальные зоны для заправки, технического обслуживания, ремонта машин и механизмов, а также оснащать их емкостями для сбора отработанных горюче-смазочных материалов и инвентарными контейнерами для строительных и бытовых отходов. Необходимо исключить попадание неочищенных стоков в водоемы.

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
						113
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Анализ потенциально возможных ЧС.

Чрезвычайные ситуации на трубопроводном транспорте могут возникнуть по различным причинам, например: паводковые наводнения, лесные пожары, по причинам техногенного характера.

Стихийные бедствия на территории объекта исследования могут проявляться в виде паводковых наводнений, лесных пожаров. Из-за паводковых наводнений может произойти всплытие газопровода при его недостаточном заглублении. Всплытие сопровождается изгибными деформациями газопровода, которые влияют на напряженно-деформированное состояние стенки трубы. При образовании напряжений выше предела текучести металла трубы образуются остаточные деформации, превышение предела прочности приводит к разрыву газопровода. Подземные газопроводы менее подвержены негативному влиянию лесных пожаров.

Наиболее вероятная ЧС.

Одними из примеров чрезвычайных ситуаций могут быть пожары или взрывы при проведении работ в газоопасных, огневых работ на линейной части МГ. Данные пожары и взрывы относятся к чрезвычайным ситуациям техногенного характера. С целью предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с возникновением взрывов или пожаров необходимо применить следующие меры безопасности:

- перед началом работ переносным газоанализатором проверяется уровень загазованности воздушной среды рабочего пространства, при этом содержание газов не должно превышать ПДК по санитарным нормам;

					Социальная ответственность	Лист
						114
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- работа разрешается только после устранения опасных условий, в процессе работы следует периодически контролировать загазованность, а в случае необходимости обеспечить принудительную вентиляцию;
- для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности работники должны быть оснащены спецодеждой, спецобувью и другие средства индивидуальной защиты (очки, перчатки, каски и т. п.), которые предусмотрены типовыми и отраслевыми нормами.

При строительстве и производстве технологического обслуживания на магистральных газопроводах нужно строго соблюдать правила техники безопасности, руководствуясь нормативными документами. Все производственные инструкции предусматривают разделы по технике безопасности, которые составлены в соответствии с требованиями действующих правил для каждого конкретного условия с учетом специфики проводимых работ. Для каждого из участков трассы необходима разработка планов ликвидации возможных аварий, определяющие порядок и обязанности действия персонала аварийных служб и ответственных должностных лиц. Эти планы позволяют более организованно и оперативно принять экстренные меры по восстановлению газопровода, защите окружающей среды, обеспечению безопасности близко расположенных объектов народного хозяйства и тем самым значительно уменьшить последствия и сократить ущерб возможных аварий.

Заключение по разделу:

В данном разделе были рассмотрены вопросы производственной безопасности влияющие на состояние здоровья сотрудников при строительстве и эксплуатации магистрального газопровода, затронуты вопросы экологической безопасности, были приведены меры и рекомендации по предотвращению чрезвычайных ситуаций при работах на линейной части магистрального газопровода.

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
						115
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Заключение

Проведен анализ характера распространения, классификацию, строение и физические свойства многолетнемерзлых грунтов, геоморфологических процессов протекающих в мерзлых грунтах и их влияние на строительство и эксплуатацию газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

Проведена оценка воздействия опасных инженерно-геологических процессов на конструктивные элементы газопроводов и возникающих дефектов вследствие их воздействия, и существующих методов инженерной защиты.

Составлен алгоритм применения комплекса инженерных решений с применением методов инженерной защиты для повышения эксплуатационной надежности при строительстве и эксплуатации магистральных газопроводов в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

Проведен расчет толщины стенки газопровода для выбора оптимального трубопровода, которая составила 25,8 мм. На трассе строительства МГ присутствуют участки карстообразования, в связи с этим был произведен расчет максимально допустимого пролет подземного трубопровода при образовании карстовых пустот, который составил 39,4 м. Так как, согласно результатам инженерных изысканий был выявлен максимальный карстовый пролет равный 26.5 м., то был проведен проверочный расчет прочности трубопровода на максимальном расчетном карстовом пролете, в результате которого условия прочности были выполнены.

					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Баранов В.И.</i>				Заключение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Чухарева Н.В.</i>						116	123
<i>Рук-ль ООП</i>	<i>Чухарева Н.В.</i>					Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1		

Список использованной литературы

1. Криогенные явления. Выпускная Квалификационная Работа. Геология.
- опубликовано 2013-12-22 – URL:
<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=707631> (дата обращения
01.05.2023). – Текст: электронный.
2. Марахтанова В.П. Воздействие опасных инженерно-геоогических
процессов на газопроводы в области криолитозоны Западной Сибири:
научная статья канд. геогр. наук / Марахтанова В.П.; географического
факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, 2019. – 9 с.
3. СП 11–105.97. Инженерно-геологические изыскания для строительства.
Часть IV. Правила производства работ в районах распространения
многолетнемерзлых грунтов: дата введения 2000-01-01. – URL:
<https://docs.cntd.ru/document/1200007407> (дата обращения 03.05.2023). –
Текст: электронный.
4. СП 25.13330.2020. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах:
дата введения 2021-07-01. – URL:
<https://docs.cntd.ru/document/573659326> (дата обращения 03.05.2023). –
Текст: электронный.
5. СП 115.13330.2016. Геофизика опасных природных воздействий: дата
введения 2017-06-17. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054202>
(дата обращения 08.05.2023). – Текст: электронный.
6. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства.
Часть III. Правила производства работ в районах распространения
специфических грунтов: дата введения 2000-07-01. – URL:
<https://ufa.pkb-titan.ru/upload/library/SP/SP%2011-105-97-3.pdf> (дата
обращения 09.05.2023). – Текст: электронный.
7. СП 107-34-96. Балластировка, обеспечение устойчивости положения

					<i>Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Баранов В.И.</i>			Список использованной литературы	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>					117	123
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>				Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1		

8. газопроводов на проектных отметках: дата введения 1996-10-01. – URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294850/4294850881.htm> (дата обращения 05.05.2023). – Текст: электронный.
9. Строкова Л. А., Ермолаева А. В. Природные особенности строительства магистрального газопровода «Сила Сибири» ... // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т.326. №4. – С. 41–55.
10. Бородавкин, П. П. Подземные магистральные трубопроводы. Проектирование в строительстве / П. П. Бородавкин. – М.: Недра, 1982. – 384 с.
11. Бородавкин, П. П. Сооружение магистральных трубопроводов / П. П. Бородавкин, В. Л. Березин. – М.: Недра, 1977. – 407 с.
12. Сыромятникова А.С. Деградация физико-механического состояния металла труб магистрального газопровода при длительной эксплуатации в условиях криолитозоны: научная статья / Института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, 2014 – С. 85-91.
13. Новиков П. А. Выявление опасных участков магистральных нефтепроводов на основе долгосрочного прогнозирования ореола оттаивания многолетнемерзлых грунтов: дисс. ... канд.тех.наук: 05.26.2003 / Уфимский государственный нефтяной технический университет. М., 2016–167 с
14. Ефимов, В. М. Влияние теплоизоляции магистрального газопровода на температурный режим многолетнемерзлых грунтов основания: / В. М. Ефимов, И. И. Рожин, Ф. Е. Попенко, А. В. Степанов / Теплофизика и энергетика арктических и субарктических территорий: расш. тез. докладов. Якутск, 2019. – 302–306 с.
15. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*: дата введения 2012-12-25. - URL:

					Список использованной литературы	<i>Лист</i>
						118
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- <http://docs.cntd.ru/document/1200103173> (дата обращения: 10.05.2023). – Текст : электронный
16. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: дата введения 1989-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 10.05.2023). – Текст : электронный.
17. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах: дата введения 2016-06-21. - URL: https://10.rospotrebnadzor.ru/upload/medialibrary/f42/sanpin-2.2.4.3359_16.pdf?ysclid=lhs2y39xtt618963571 (дата обращения 06.05.2023). – Текст: электронный.
18. ГОСТ 12.1.046–2014 ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок: дата введения 2015-01-07. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200114236> (дата обращения 06.05.2023). – Текст: электронный.
19. ПУЭ – 7. Правила устройства электроустановок - Издание седьмое: дата введения 2003-01-01. – URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1684169617&tld=ru&lang=ru&name=rue.pdf&text=18.%20%20> (дата обращения 07.05.2023). – Текст: электронный.
20. Российская Федерация. Законы. О специальной оценке условий труда : Федеральный закон № 426-ФЗ : [принят Государственной думой 23 декабря 2013 года]. – Москва, 2013. – 27 с.
21. ГОСТ 12.4.026–2015. ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний: дата введения 2017-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136061> (дата обращения 06.05.2023). – Текст: электронный.

					Список использованной литературы	<i>Лист</i>
						119
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

22. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: дата введения 2011-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200080203> (дата обращения: 11.05.2023). – Текст : электронный.
23. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 02.05.2023). – Текст : электронный.
24. ГОСТ 12.3.003–86. ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности: дата введения 1988-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006408> (дата обращения 06.05.2023). – Текст: электронный.
25. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ: дата введения 2022-12-15. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573219912?ysclid=lhп3c14ilz364144270> (дата обращения 06.05.2023). – Текст: электронный.
26. Крец, В. Г. Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ : учебное пособие / В. Г. Крец, А. В. Шадрин, Н. А. Антропова. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 54 с.
27. СП 284.1325800.2016. Трубопроводы промышленные для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ: дата введения 2017-06-17. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456096925> (дата обращения: 13.05.2023). Текст : электронный.
28. Расчет инженерных сооружений на многолетнемерзлых грунтах: учебное пособие / Л. Н. Хрусталева. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2021. – 124 с.
29. ГОСТ 25100–2020. Грунты. Классификация: дата введения 2021-01-01.

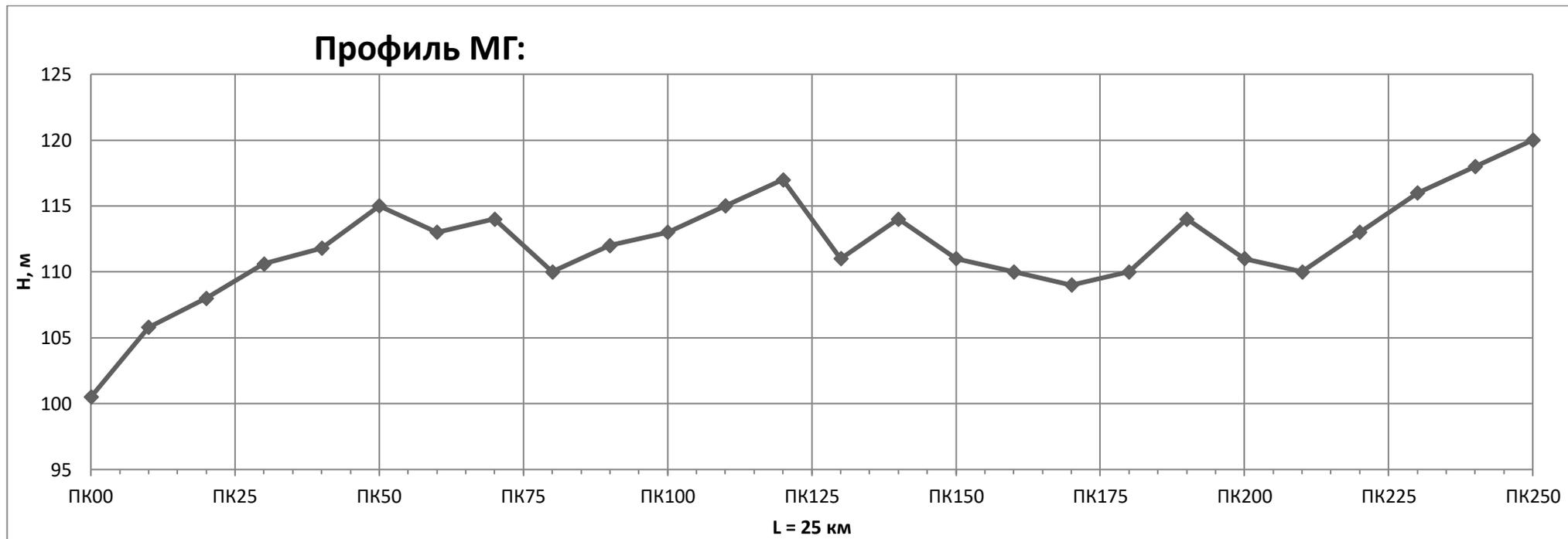
					Список использованной литературы	<i>Лист</i>
						120
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

– URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200174302> (дата обращения 02.05.2023). – Текст: электронный.

30. СП 11–105.97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов: дата введения 2000-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007407> (дата обращения 04.05.2023). – Текст: электронный.
31. Крец В. Г. Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ: учебное пособие для вузов / В. Г. Крец, А. В. Шадрин, Н. А. Антропова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 359 с.
32. Крец В. Г. Машины и оборудование газонефтепроводов: учебное пособие / В. Г. Крец, А. В. Рудаченко, В. А. Шмурыгин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 375 с.
33. Слободян М. С. Основы строительного дела / М. С. Слободян. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 155 с.
34. Приказ министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Красноярского края от 14.01.2016 № 82-12214 «Об индексах изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ» [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: http://minstroy.krskstate.ru/dat/bin/art_attach/5928_na_i_kvartal_2016_goda.pdf (дата обращения: 24.05.16).
35. Сапсай А. Н. и др. Конструктивные решения термостабилизаторов грунтов и оценка их эффективности для обеспечения твердомерзлого состояния грунтов оснований фундаментов при наземной прокладке трубопровода // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2014. – № 1 – С. 36-41.
36. Территориальные сметные нормативы [Электронный ресурс]. – <http://minstroy.krskstate.ru/tsn> (дата обращения: 24.05.16).

					Список использованной литературы	Лист
						121
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение А.1 – Профиль трассы магистрального газопровода



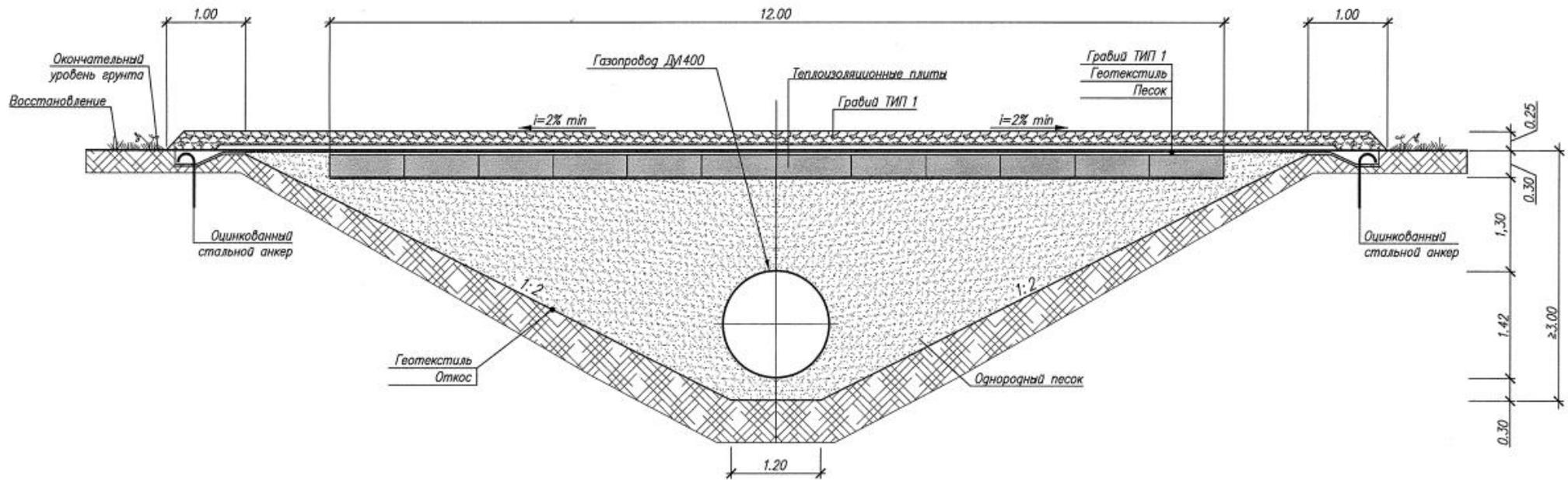
Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
	Разраб.	Баранов В.И.		
	Руковод.	Чухарева Н.В.		
	Рук-ль ООП	Чухарева Н.В.		

Приложение А.1 – Профиль трассы магистрального газопровода

Лит.	Лист	Листов
	122	123
Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1		

Приложение А.2 - Схема подземной прокладки трубопровода



Разработка комплекса мероприятий по строительству магистрального газопровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов

Приложение А.2 - Схема подземной прокладки трубопровода

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					Приложение А.2 - Схема подземной прокладки трубопровода	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Баранов В.И.					123	123
Руковод.		Чухарева Н.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 3-2Б8А1		
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.						