

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«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»
 Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов
УДК 621.644.053:551.345

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Васильев Е.П.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Крец В.Г.	к.т.н, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Макашева Ю.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Абраменко Н.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).</i>
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазового промышленного оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, , ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).</i>
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e).</i>

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
Р9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
Р10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
Р11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«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»
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР

 (Подпись) (Дата) **Брусник О.В.**
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Васильеву Евгению Прокопьевичу

Тема работы:

«Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3031/с от 27.04.2018

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.06.2018г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Условным объектом исследования является магистральный трубопровод, проложенный в условиях многолетнемерзлых грунтов.</p> <p>В этой работе рассмотрены вопросы сооружения трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов. Сама работа направлена анализ технологий прокладки трубопроводов.</p> <p>Влияние на окружающую среду оказывает повреждение мохорастительного слоя и нарушение теплового баланса почвы, при строительстве трубопровода.</p> <p>Выполнен экономический анализ строительства трубопровода в районе распространения многолетнемерзлых грунтов.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение основных нормативных документов и обзор литературных источников; 2. Рассмотрение условий прокладки трубопроводов; 3. Анализ технологий прокладки нефтегазопроводов; 4. Сделать расчет толщины трубопровода, гидравлический расчет и расчет теплоизоляции. <p>Дополнительные разделы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; • «Социальная ответственность».
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>нет</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Макашева Юлия Сергеевна, ассистент ОСГН</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Абраменко Никита Сергеевич, ассистент</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>15.01.2018г.</p>
--	---------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Крец Виктор Георгиевич	к.т.н, доцент		15.01.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Васильев Евгений Прокопьевич		15.01.2018

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Васильеву Евгению Прокопьевичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	ТХНГ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01. Нефтегазовое дело Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти. Газ и продуктов переработки»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>В данном разделе необходимо представить: график выполнения работ, в соответствии с ВКР; трудоёмкость выполнения операций; нормативно-правовую базу, используемую для расчётов; результаты расчётов затрат на выполняемые работы; оценить эффективность нововведений и др.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>График выполнения работ</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет экономической эффективности внедрения новой техники или технологии</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Организационная структура управления
2. Линейный календарный график выполнения работ
3. Графики динамики и сравнения показателей

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.03.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Макашева Ю.С.			25.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Васильев Евгений Прокопьевич		25.03.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Васильеву Евгению Прокопьевичу

Институт	Кафедра	
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»:

1. Характеристика наземного трубопровода проложенного в условиях многолетнемерзлых грунтов и область его применения.	Наземный трубопровод проложен в зоне залегания многолетнемерзлых грунтов в северной климатической зоне России и предназначен для транспортировки транспортируемых в нем продуктов до потребителя.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность:	<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Отклонение показателей климата на открытом воздухе; – Превышение уровней шума и вибрации; – Тяжесть и напряженность физического труда. <p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ожоги при сварке; – Повреждения в результате контакта с хищными животными и пресмыкающимися; – Электрический ток.
2. Экологическая безопасность:	<p>2. Экологическая безопасность</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;

	– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.04.2018
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Абраменко Н.С.			05.04.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Васильев Евгений Прокопьевич		05.04.2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«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 2017/2018 учебного года) _____

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.06.2018г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.01.2018	<i>Введение</i>	10
01.02.2018	<i>Литературный обзор</i>	10
27.02.2018	<i>Рассмотрение технологии сооружения магистрального трубопровода в условиях многолетнемерзлых грунтов, рассмотрение всех трех способов прокладки трубопровода по способности обеспечения надежной перекачки перекачиваемого продукта.</i>	30
20.03.2018	<i>Проведение расчетов толщины теплоизоляции гидравлического расчета и расчета толщины стенки трубопровода.</i>	15
05.04.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
15.04.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
23.04.2018	<i>Заключение</i>	5
29.04.2018	<i>Презентация</i>	10
<i>Итого</i>		100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Крец В.Г.	к.т.н, доцент		15.01.2018

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		15.01.2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 116 с., 22 рис., 10 табл., 31 источник, 0 прил.

Ключевые слова: многолетнемерзлый грунт, бугры пучения, укладка трубопровода, теплоизоляция, опоры, тепловой баланс грунта.

Объектом исследования является (ются) методы сооружения трубопроводов на территории распространения многолетнемерзлых грунтов.

Цель работы – рассмотрение вопросов сооружения трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов.

В процессе исследования проводились гидравлические расчеты, расчеты толщины стенки трубопровода, расчет теплоизоляции. Рассмотрены вопросы разработки траншеи, прокладки, монтажа трубопровода, укладки трубопровода.

В результате исследования было изучено воздействие трубопровода на многолетнемерзлый грунт, для которого были рассмотрены все варианты прокладки трубопроводов, а также достоинства и недостатки каждого.

Область применения: северные территории России, имеющие многолетнемерзлые грунты и где происходит активная разработка месторождений.

Экономическая эффективность/значимость работы: В настоящее время ведется активная разработка северных месторождений и сооружение трубопроводов. В связи с этим рассмотрение вопросов сооружения трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов является значимым.

Сокращения

В ходе процесса работы ВКР применены следующие сокращения:

- ММП (ММГ) – многолетнемерзлые породы (грунты);
- УБО – утяжелитель железобетонный охватывающего типа;
- УБК – утяжелитель железобетонный клиновидного типа;
- АР – анкер раскрывающегося типа;
- ВАУ – винтовое анкерное устройство;
- НСМ – нетканый синтетический материал;
- ПКБУ – полимерно-контейнерное балластирующее устройство;
- УКПГ – установка комплексной подготовки газа;
- ГНКМ – газонефтеконденсатное месторождение;
- ЗПА – здание переключающей арматуры;
- СОУ – сезонно-охлаждающее устройство.

Оглавление

Введение	15
Литературный обзор	17
1. Многолетнемерзлые грунты	19
1.1 Деятельный слой	20
1.2 Область распространения многолетнемерзлых грунтов	22
1.3 Мощность слоя вечной мерзлоты	24
1.4 Процессы, сопутствующие промерзанию и протаиванию грунтов	25
1.4.1 Пучение	25
1.4.2 Наледи	27
1.4.3 Солифлюкция	28
1.4.4 Термокарсты	29
1.5 Принципы использования многолетнемерзлых грунтов	30
2. Способы прокладки трубопроводов	33
2.1 Подземный способ прокладки трубопроводов	34
2.1.1 Балластировка и закрепление подземных трубопроводов	34
2.1.2 Подготовительные работы	44
2.1.3 Земляные работы в зимний период	47
2.1.4 Работы монтажные	49
2.1.5 Теплоизоляция трубопроводов	51
2.1.6 Расчет толщины теплоизоляции	52
2.1.7 Укладка подземных трубопроводов	55
2.1.8 Засыпка трубопровода	58
2.2 Надземный способ прокладки	58
2.2.1 Опоры надземных трубопроводов	58
2.2.2 Система самокомпенсации	62
2.2.3 Особенности проведения работ при надземной укладке трубопровода	66
2.2.4 Бурение скважин и установка свай	68
2.2.5 Монтаж надземных трубопроводов	69
2.2.6 Работы по теплоизоляции	71
3. Анализ способов прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах	74
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	90
5.1 Анализ перспективности исследования	90

					<i>Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
Разраб.		Васильев Е.П.			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Руковод.		Крец В.Г.				13	116
Консульт.					НИ ТПУ		ИШПР
Рук-ль ООП		Брусник О.В.			ГРУППА		254А
Оглавление							

5.2 SWOT-анализ.....	90
5.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	92
5.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	94
5.5 Оценка экономической эффективности реализации результатов исследования.....	95
5.6 Расчет сметной стоимости строительства участка нефтепровода.....	96
6. Социальная ответственность.....	101
6.1 Производственная безопасность.....	101
6.2 Анализ вредных производственных факторов.....	102
6.2.1 Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.....	102
6.2.2 Тяжесть и напряженность физического труда.....	103
6.2.3 Повышенный уровень шума.....	104
6.3 Анализ опасных производственных факторов.....	105
6.3.1 Ожоги при сварке.....	105
6.3.2 Повреждения в результате контакта с хищными животными и пресмыкающимися.....	105
6.3.3 Поражение электрическим током.....	106
6.4 Экологическая безопасность.....	107
6.4.1 Защита атмосферы.....	107
6.4.2 Защита гидросферы.....	107
6.4.3 Защита литосферы.....	108
6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	109
6.5.1 Очистка и рекультивация земель после аварийного разлива нефти.....	109
6.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	111
Заключение.....	112
Список используемой литературы.....	113

Введение

Вечномерзлые, или многолетнемерзлые, грунты широко распространены в северных регионах Российской Федерации. Считается, что вечная мерзлота — это наследие последнего ледникового периода, и она постепенно (в геологическом смысле) тает. Прочностные свойства грунтов связаны с долей льда в них и температурой: чем она ниже, тем их прочностные свойства выше.

Распространение многолетней мерзлоты может быть сплошным, на глубину сотен метров от поверхности, или же прерывистым — в виде отдельных линз. Мерзлота весьма чувствительна к изменениям температурного режима: нарушение слабого поверхностного растительного слоя, например, гусеницами вездеходов или бульдозеров приводит к стремительному таянию мерзлоты, разрушению ее структуры и образованию огромных полей протаивания. Грунты, в мерзлом состоянии служившие надежным основанием, за несколько летних сезонов превращаются в болотную жижу, в которой возможно всплытие трубопроводов, их поперечное смещение и деформация.

Увеличение риска аварий и отказов при эксплуатации магистральных нефтегазопроводов в криолитозоне объективно связана с проблемой обеспечения надёжности и безопасности трубопроводного транспорта. Строительство нефтегазопроводов на территории в условиях распространения многолетнемерзлых пород (ММП) характеризуется значительными экономическими потерями.

Трубопроводы эксплуатируются в суровых природно-климатических условиях. Это, прежде всего широкий интервал температур от плюс 40°C, в

					<i>Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васильев Е.П.</i>			<i>Введение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					15	116
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ГРУППА ИШПР 2Б4А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

летний, до минус 60°С в зимний периоды, а также наличие криогенных процессов, речные переходы, которые создают нестабильное напряженно-деформированное состояние.

Данные недостатки приводят к дополнительным затратам на ремонт. В таких специфических природно-климатических и рельефных условиях обеспечение надежной и безопасной эксплуатации магистральных газопроводов является довольно актуальной задачей.

Таким образом, при прокладке трубопроводов инженеры сталкиваются с двоякой задачей: им нужно проложить трубопроводы в среде, которая в ненарушенном состоянии обладает высокими прочностными и несущими свойствами, но в случае изменения теплового режима может быстро превратиться в болото. При этом сами трубопроводы могут быть источниками тепла, разрушающего структуру грунтов основания.[7]

Объект исследования : магистральные трубопроводы проложенные в условиях многолетнемерзлых грунтов.

Целью работы является рассмотрение вопросов сооружения трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

[Введите текст]

Литературный обзор

При выборе своей квалификационной работы, была составлена следующая задача – изучение литературы в области сооружения трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов. На сегодняшний день данная проблема имеет большую значимость в нефтегазовой отрасли России.

В ходе изучения проблемы прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах, хочу выделить автора А.К. Дерцакяна. В его книге рассмотрены основные положения организационно-технической подготовки строительства трубопроводов в условиях вечной мерзлоты.

Без сомнения можно добавить статью Н.А. Гарриса «Ограничение ореола протаивания вокруг подземного трубопровода». В его работе рассмотрен метод регулирования режима трубопровода для управления ореолом протаивания вокруг подземного трубопровода.

Я не могу не выделить работу В.В. Анисимова, в которой рассмотрены вопросы строительства магистральных трубопроводов в районах вечной мерзлоты, кратко освещены природные и климатические условия этих районов, и т.д.

Кроме вышеуказанных литератур, хотелось бы добавить свод правил по основаниям и фундаментам на вечномерзлых грунтах СП 25.13330.2012.

Этот свод правил распространяется на проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений, возводимых на территории распространения вечномерзлых грунтов.

В итоге, особенностями строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов в районах распространения многолетнемерзлых грунтов, определяющими технологические и конструктивные решения, являются

					<i>Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васильев Е.П.</i>			<i>Литературный обзор</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					17	116
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ		ИШПР
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>				ГРУППА		2Б4А

[Введите текст]

отрицательная температура окружающей среды (воздуха, грунта) и резкое изменение физико-механических свойств большинства грунтов при их оттаивании.

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

[Введите текст]

1. Многолетнемерзлые грунты

Грунты всех видов называются мерзлыми, если они имеют отрицательную или нулевую температуру и содержат в своем составе лед; эти грунты называются многолетнемерзлыми (вечномерзлыми), если они на протяжении многих лет (три и больше) находятся в состоянии мерзлоты.

В районах распространения многолетнемерзлых грунтов поверхностный слой грунта, подвергающийся сезонному промерзанию и оттаиванию, называется сезоннопромерзающим — оттаивающим летом и промерзающим зимой, но не сливающийся с толщей многолетнемерзлых грунтов; сезоннооттаивающим — летом оттаивающий и промерзающий в зимний период полностью до слияния с толщей многолетнемерзлых грунтов.

Геоэкологические последствия нарушения теплового режима при строительстве и эксплуатации трубопроводов в криолитозоне приводят к антропогенному фактору (в первую очередь нарушению или полному уничтожению растительного покрова, так же перераспределению снежного покрова), активизации геокриологических процессов и их новообразованию. Степень активизации зависит от криогенного строения мерзлых толщ, их теплового состояния и их состава, от характера техногенных воздействий и особенностей ландшафтной обстановки. В следствии усиливается энергообмен в создаваемых и существующих природно-технических системах, выводит многолетнемерзлые породы из динамического равновесия, складывающегося на разных этапах естественного развития.

Мерзлые грунты по их состоянию подразделяются на следующие:

Твердомерзлые — прочно сцементированные льдом, характеризующиеся относительно хрупким разрушением и практически несжимаемостью под нагрузками от сооружений;

					<i>Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васильев Е.П.</i>			<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Креп В.Г.</i>					19	116
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ		ИШПР
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>				ГРУППА		2Б4А

Пластичномерзлые — цементированные льдом, но обладающие вязкими свойствами (вследствие содержания в них значительного количества незамерзающей воды), характеризуются способностью сжиматься под нагрузками от сооружения;

Сыпучемерзлые — нецементированные льдом вследствие малой влажности песчаные и крупнообломочные грунты.

Глубь сезонного оттаивания грунтов зависит от значений температур воздуха и теплофизических свойств грунтов. На высоту оттаивания грунтов также влияют рельеф местности, экспозиция склонов, количество твердых и жидких осадков. Исходя из вышеперечисленного проводят выбор оптимальных трасс прокладки трубопроводов, состава, объёмов проведения инженерно-экологических изысканий, а также для обеспечения на них и на прилегающих участках промышленно-экологической безопасности. Природно-климатические условия сооружений являются важными факторами для проектирования нефтегазопромысловых трубопроводов в условиях Крайнего Севера.[6]

1.1 Деятельный слой

Сезонномерзлым, или сезонноталым, является так называемый деятельный слой, промерзающий зимой и оттаивающий летом. Термин деятельный слой получил широкое распространение среди строителей, так как он отражает важные в строительном отношении явления. В этом слое возникают и непрерывно протекают такие физико-механические и физико-химические процессы, как выветривание, пучение, замерзание и протаивание, изменение влажности, миграция, наледообразование и т.д., которые вредно влияют на устойчивость возводимых и эксплуатируемых сооружений.

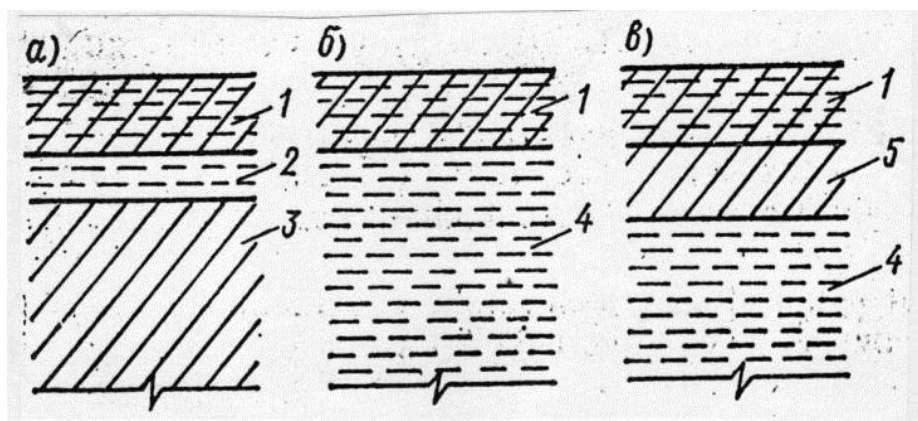


Рисунок 1. – Схема расположения грунта:

1 – деятельный слой; 2 – перелеток; 3 – талый грунт; 4 – вечномёрзлый грунт;
5 – слой талого грунта, не промерзающего зимой.

В зависимости от состава и толщины растительного слоя, мощности снежного покрова, продолжительности солнечного сияния и т.д. в каждом районе мощность деятельного слоя имеет значительные колебания. На формирование толщины деятельного слоя особенно влияют торфяные и моховые покровы. Во многих случаях непосредственно под торфяным покровом обнаруживается поверхность вечной мерзлоты.

На южных склонах сопок поверхность вечной мерзлоты залегает глубже, на северных приближается к дневной поверхности. В широких долинах и в котловинах поверхность вечной мерзлоты, при прочих равных условиях, залегает на большой глубине, чем на холмах, и, следовательно, деятельный слой здесь более мощный. Во влажных почвах, в пониженных местах, покрытых растительностью, мощность деятельного слоя уменьшается по сравнению с местами, имеющими сухие почвы или холмистую местность.

Техническими условиями проектирования оснований и фундаментов на вечномёрзлых грунтах в результате многолетних наблюдений в зависимости от рассматриваемого района и состава грунтов установлена нормативная толщина деятельного слоя.

[Введите текст]

В тех случаях, когда отсутствуют данные наблюдений за глубиной сезонного оттаивания, толщину деятельного слоя определяют теплотехническими расчетами.

Ниже деятельного слоя находятся вечномерзлые грунты. Вечномерзлый грунт представляет собой твердую монолитную массу способную выдержать значительные нагрузки. Если этот грунт подвергнуть воздействию положительных температур, то он теряет монолитность и снижает несущую способность. При значительном же содержании влаги он деформируется, приобретая при этом текучее состояние, и полностью теряет способность сопротивляться.

В природных условиях в районах распространения вечной мерзлоты протаивающие летом поверхностные слои подстилаются вечномерзлыми и в большинстве своем, особенно в пониженных местах, льдонасыщенными водонепроницаемыми грунтами, которые затрудняют свободную фильтрацию воды вниз. Поэтому вода остается в протаявшем слое и влияет на физические свойства его.

1.2 Область распространения многолетнемерзлых грунтов

Распространение многолетнемерзлого грунта на территории Российской Федерации составляет 65 процентов суши, и 25 процентов во всем мире.[16]

Массивы вечной мерзлоты присутствуют на Кавказе, на Южном Урале, в Казахстане – в близи г. Алма-Аты, Киргизии-около г. Фрунзе и т.д.

К южным границам России мощность толщи вечной мерзлоты уменьшается.

По утверждению А.И. Калабина мощность толщи вечной мерзлоты независимо от абсолютных отметок данной местности под возвышенностями больше, чем в долинах рек и в низменностях. Нижняя граница вечной мерзлоты в горной местности представляет собой волнистую поверхность, повторяющую в несколько сглаженном виде формы рельефа поверхности земли.

					<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

[Введите текст]

Среднегодовая температура почвы является одним из основных условий, определяющих мощность вечномерзлого грунта, она сочетается с наличием отрицательных среднегодовых температур воздуха.



Рисунок 2 – Распространение многолетнемерзлых грунтов

									Лист
									23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

1.3 Мощность слоя вечной мерзлоты

Толщина сезонного промерзания грунтов зависит непосредственно от климатических особенностей региона, состава грунта, толщи снегового покрова и от множества других факторов влияющих на промерзания грунтов.

Мощность слоя вечной мерзлоты изменяется от нескольких метров до 600-800 м, причем это не является пределом.

В высокогорных районах, где средние годовые температуры верхних горизонтов монолитных скальных пород ниже -15°C , мощность мерзлых пород превышает 1000 м. в районах, где среднегодовая температура почвы ниже, мощность вечномерзлого грунта при прочих равных условиях обычно бывает больше, чем в тех районах, где среднегодовая температура почвы выше.

По среднегодовой температуре почвы на глубине 1,5 м можно судить о наличии или отсутствии вечной мерзлоты.

Состав горных пород в той или иной степени способствует распространению тепловых потоков от источников тепла и оказывает влияние на мощность вечномерзлых толщ. Наиболее легко воспринимают и проводят тепло каменистые грунты, затем пески, суглинки, глины и торфянистые почвы.

Большое влияние на мощность толщ оказывают поверхностные и подземные воды. Во всех случаях с возникновением того или иного водоема связано уменьшение мощности мерзлоты под ним. Грунтовые воды, несущие большое количество тепла, способствуют увеличению таликов и сокращению толщи веной мерзлоты.

Положение нижней границы вечной мерзлоты определяется соотношением между притоком тепла к нижней поверхности земли. В этом отношении большую роль играют подмерзлотные – артезианские воды, несущие мощный поток тепла.

Кроме того, на теплообмен оказывает глубина и скорость перемещения восходящего потока и химический состав подземных вод.

					<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лист</i>
						24
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Климат играет наиболее важную роль в создании температурного режима деятельного слоя и многолетнемерзлой зоны.

По глубине многолетнемерзлые могут иметь сплошное залегание, представляющее собой сплошную мерзлоту без включений талых прослоек, и прерывистое, перемежающееся в вертикальном разрезе с прослойками талых грунтов.

В плане многолетнемерзлые грунты могут иметь сплошное и прерывистое распространение. Последнее состоит из участков талых грунтов, которые вклиниваются в вечную мерзлоту в виде пятен и островов. Кроме того, мерзлота в плане может иметь островное распространение или в виде отдельных линз, залегающих среди талых грунтов.

Вечномерзлые грунты могут быть сливающимися, если поверхность их соприкасается с деятельным слоем в период его наибольшего промерзания, и несливающимися, если поверхность их в период наибольшего промерзания деятельного слоя отделяется от последнего прослойкой талого грунта.

1.4 Процессы, сопутствующие промерзанию и протаиванию грунтов

1.4.1 Пучение

Промерзание и протаивание оснований оказывает вредное влияние на устойчивость сооружений. При замерзании влаги, содержащейся в грунтах и поступающей из нижних слоев, происходит пучение грунтов, вызывающее те или иные деформации сооружений.

Под пучением грунтов понимается неравномерное увеличение объема их в процессе промерзания, которое происходит и за счет расширения воды, содержащейся в данном грунте при ее замерзании, и особенно за счет замерзания новых объемов воды, поступающих из нижних слоев грунта к фронту промерзания в процессе миграции влаги.

При миграции и замерзании влаги происходит сложный процесс внутриобъемного перераспределения ее, появляются различных форм и видов прослойки льда, линзы и т.д.

					<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

В зависимости от характера процессов различают несколько форм пучения: бугры пучения, наледные бугры, пучины на дорогах.



Рисунок 3. – Пучение грунта

Пучение чаще всего происходит в местах распространения мелкодисперсных и особенно пылеватых грунтов. Пучины на дорогах возникают в результате процессов сезонного пучения переувлажненного грунта. Оно выражается в виде поднятия грунта на некоторую высоту в начале наибольшего развития в середине зимы и исчезновения летом.

Нередки случаи, когда вследствие действия сил пучения происходили серьезные деформации промышленных зданий, автодорог и т.д. Иногда можно наглядно проследить процесс пульсации фундаментов, заложенных на малой глубине от поверхности, — поднятие, связанное с промерзанием, и опускание — с оттаиванием грунта.

Имеются случаи проявления остаточных деформаций, когда отдельные столбы линии связи, репера, стойки деревянных построек и т.д. увлекаются силами пучения и не возвращаются при оттаивании в первоначальное положение. В течении ряда лет такие стойки и столбы полностью выпираются из грунта и падают.

					<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

Если в деятельном слое имеются пучинистые грунты, то необходимо производить проверку устойчивости сооружений от воздействия сил пучения.

Вредное влияние пучения может сказываться на трубопроводе, уложенном по свайным опорам, установленным на пучинистых грунтах.

1.4.2 Наледи

Большие затруднения в процессе строительства и эксплуатации сооружений в районах Севера вызывают наледи. Они появляются неожиданно чаще всего на неглубоких реках, имеющих широкое русло, или же на перекатах больших рек. Они образуются также в поймах рек, на склонах возвышенностей, у выхода действующих ключей, зданий, откосов земляных насыпей и т.д.



Рисунок 4. – Наледь Улахан – Тарын

Наледь образуется вследствие уменьшения живого сечения водного потока за счет промерзания его русловой и подрусовой частей и возникновения большого гидростатического давления воды на преграждающую потоку толщу льда. Вода, прорывая преграду, выходит на поверхность, разливается по ней, устремляется в пониженные места и под

					<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		27

воздействием низких температур замерзает, образуя ледяной покров — наледь. В течение зимнего периода потоки действуют непрерывно или периодически. В результате образуются наслоения льда, достигающие иногда нескольких метров.

На северных реках в середине и конце зимы можно наблюдать вздутия льда и появления бугров, вызванных гидростатическим напором воды.

Внезапность появлений наледей, огромная разрушающая их сила, грандиозный размер образований часто наносят серьезный ущерб предприятиям.

В зависимости от источника питания наледей делятся на три вида:

- наледей, питаемые речными водами;
- наледей, питаемые подземными водами;
- смешанные наледей — речных и подземных вод.

1.4.3 Солифлюкция

Под солифлюкцией понимается процесс перемещения увлажненной рыхлой горной породы по склонам в период оттаивания. Чаще всего солифлюкции можно наблюдать на склонах, где под грунтовым слоем находится прослойка подземного льда или слой сильно увлажненного суглинка. Солифлюкция происходит в результате более глубокой протайки поверхностного слоя горной породы и нарушений сцепления его с нижележащим слоем. Это явление характерно для вечной мерзлоты.



Рисунок 5. – Солифлюкционные террасы

					<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

В результате перемещения рыхлой горной породы образуется пылевато-илистый материал, пропитанный до избыточного увлажнения влагой. В нем в виде примеси заключен более грубый, осколочный материал и органические остатки в виде обрывков слоев почвы, торфа, различных растений, а также мерзлой почвы с включениями льда.

Процесс солифлюкции часто оказывает вредное влияние на строящиеся и эксплуатируемые сооружения. Иногда под воздействием процесса солифлюкции происходили смещения отдельных участков дорог и временных построек.

1.4.4 Термокарсты

Термокарстами называют просадочные и провальные образования на поверхности земли, возникающие при вытаивании подземного льда. Они имеют широкое распространение в северных и северо-восточных районах России.

По форме термокарсты проявляются в виде воронок, провальных ям, котловин, озер вытаивания, термотеррас.



Рисунок 6. – Батагайский кратер

Термокарсты возникают в результате изменений теплового режима в верхних слоях земли, вызывающих вытаивание льда в толще мерзлых слоев и просадку. Они широко распространены там, где в толще мерзлоты имеются подземные или ископаемые льды.

					<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

Образованию термокарстов во многих случаях способствует деятельность человека. Наиболее ощутимой может быть роль термокарста в районах массового распространения подземных льдов при осуществлении строительства дорог, зданий, трубопроводов и особенно сооружений с тепловыделением, а также в результате уничтожения мохового или торфяного покрова, распашки, вырубки леса, лесных пожаров, и т.д.

Для устранения вредного действия термокарста на сооружения следует по возможности сохранять естественный растительный покров.[8]

1.5 Принципы использования многолетнемерзлых грунтов

Строительство труб, проложенных на вечномерзлых грунтах, нужно осуществлять в большинстве случаев в зимнее время с применением грунта в роли оснований согласно СП 25.13330.2012 по I принципу.

принцип I - многолетнемерзлый грунт основания применяют в мерзлом виде, сохраняя его во время строительства и в течение всего времени эксплуатации;

принцип II - многолетнемерзлый грунт основания применяют в оттаивающем или оттаянном виде (предварительно дав оттаять на рассчитанную глубину до строительства сооружения или дав им оттаять во время эксплуатации сооружения).

Принцип I применяют в том случае, когда грунт характеризуется при оттаивании значительными осадками или оттаивание грунта вокруг трубопроводов влияет на устойчивость близ лежащих сооружений, которые построены с основанием сохраненным в мерзлом виде.

I принцип следует использовать, если грунты основания можно удержать в мерзлом состоянии при целесообразных экономических затратах на необходимые операции, обеспечивающие удержание такого состояния. На участках с твердомерзлыми грунтами, а также при повышенной сейсмической активности района нужно принимать, обычно, применение многолетнемерзлых грунтов по I принципу.

					<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

В летнее время при потере деятельным слоем грунта несущей способности и его применения согласно СП 25.13330.2012 по II принципу выполнение трассовых линейных работ допускается с использованием специальной техники и технологий, обоснованных технико-экономическим расчетом и отвечающих всем требованиям охраны окружающей среды.

Принцип II применяют в том случае, когда грунт основания характеризуется на всю расчетную глубину оттаивания незначительными осадками и сооружения по трубопроводной трассе лежат на значительном расстоянии от трубопровода или построены с допущением оттаивания многолетнемерзлого грунта в основаниях.

II принцип нужно использовать при присутствии в основании малосжимаемых грунтов, деформация которых во время оттаивания не превышает предельно — допустимых значений для проектируемой конструкции, при прерывистом распространении многолетнемерзлых грунтов, а также когда по конструктивным и техническим особенностям сооружения и инженерно-геокриологическим условиям участка трассы при удержании грунтов основания в мерзлом состоянии не обеспечивается необходимый уровень надежности строительства.

Принцип использования многолетнемерзлых грунтов в роли основания для сооружений, а также способы и средства, необходимые для обеспечения указанного в проекте температурного режима грунта, следует выбирать на основе сравнительных технико-экономических расчетов.

На территории, которая застраивается, нужно предусмотреть, главным образом, один принцип использования мерзлого грунта в роли основания. Это требование нужно соблюдать и при проектировке новых и реконструкции существующих сооружений и зданий на территории застройки, и при размещении временных зданий и при прокладке инженерно-технической сети.

Использование разных принципов применения многолетнемерзлого грунта на застраиваемой территории допускают на обособленных по рельефу

					<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

и другим природным условиям участка, а при необходимости - на природно-необособленных участках, если предусмотреть и подтвердить расчётами специальные меры, обеспечивающие расчетный тепловой режим грунта в основаниях соседствующих зданий, построенных (строящихся) по принципу I.

Линейное сооружение допускают проектировать с использованием на отдельных трассовых участках разные принципы применения многолетнемерзлого грунта в роли основания. Но при этом нужно предусмотреть меры, приспособляющие их конструкции к неравномерной деформации основания в месте перехода от одного участка к другому.[4]

					<i>Многолетнемерзлые грунты</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

2. Способы прокладки трубопроводов

Проектировка трубопровода, предназначенного для прокладывания в районах вечномёрзлых грунтов, нужно выполнять согласно требованиям стандартов, технических регламентов и других нормативных документов в области технического регулирования, распространяющихся на проектировку в условиях вечномёрзлых грунтов, с учетом требований СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы.[1]

В районах распространения многолетнемерзлых грунтов применимы все способы укладки трубопроводов — надземная, наземная и подземная.

При подземной укладке полностью исключается тепловое воздействие трубопроводов на многолетнемерзлые грунты; вследствие отрицательных температур интенсивно снижается температура продукта; наличие компенсаторов снижает продольные температурные напряжения, что позволяет не охлаждать газ сразу после КС.

При наземной укладке тепловое воздействие на вечномёрзлые грунты незначительное; тепловые потери по сравнению с надземной прокладкой меньше; схема производства работ более простая (по сравнению с надземной). Объем металлоуложений и строительно-монтажных работ меньше.

При подземной укладке объем строительно-монтажных работ больше чем у наземного, но меньше чем у надземного; технология и организация строительно-монтажных по сравнению с другими типами прокладки более простая отработанная; контакт с мерзлыми грунтами непосредственный и тепловые воздействия на грунт наибольшие.

Подземная укладка конструктивно не отличается от аналогичной прокладки в обычных условиях. Необходимость устройства

					<i>Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васильев Е.П.</i>			<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крепц В.Г.</i>					33	116
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ		ИШПР
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>				ГРУППА		2Б4А

теплоизоляционного экрана и его параметры определяются теплотехническими расчетами.

Надземная укладка по конструкции подразделяется на прокладку с теплоизоляционным слоем и без него. Теплоизоляция может выполняться в виде грунтовой подсыпки под трубопровод или полимерных плит и цилиндрических оболочек. Размеры теплоизоляционных экранов под трубопроводом определяются на основании теплотехнических расчетов.

На участках III и IV категорий по просадочности надежная работа трубопровода и сохранение многолетнемерзлых грунтов от растепления обеспечиваются при сооружении трубопровода надземно на опорах.

2.1 Подземный способ прокладки трубопроводов

2.1.1 Балластировка и закрепление подземных трубопроводов

Балластировка трубопровода железобетонным утяжелителем типа УБО и УБК должны осуществляться согласно требованиям СП 86.13330.2014.

Для обеспечения эксплуатационной надежности и трубопровода на проектных отметках производится его закрепление или балластировка.

Для этого используют конструкции, использующие пассивное давление грунта в основании траншеи и конструкции, создающие давление на трубу.

От конкретных условий участка трассы трубопровода, уровня грунтовых вод, характеристик грунтов и схемы прокладки трубопровода зависит применение тех или иных способов и конструкций балластировки и закрепления труб:

- раскрывающиеся винтовые анкерные устройства (ВАУ, АР), а также вмораживаемые;
- установка групповым способом анкерных устройств и железобетонных утяжелителей;
- способ повышенного заглубления трубопровода.

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		34

– утяжелители железобетонные УБО (охватывающего типа) и 1-УБКм (клиновидного типа);

– использование минерального грунта, в том числе с использованием рулонных нетканых синтетических материалов (НСМ);

– применение полимерно-контейнерных балластирующих устройств (ПКБУ);

Утяжелители железобетонные (охватывающего типа) УБО изготавливают по ТУ 102-300-81. Утяжелители УБО делают из двух железобетонных блоков, двух металлических блоков, защищенных изолирующим покрытием, либо мягких, сделанных из синтетического долговечного материала, соединительных поясов.

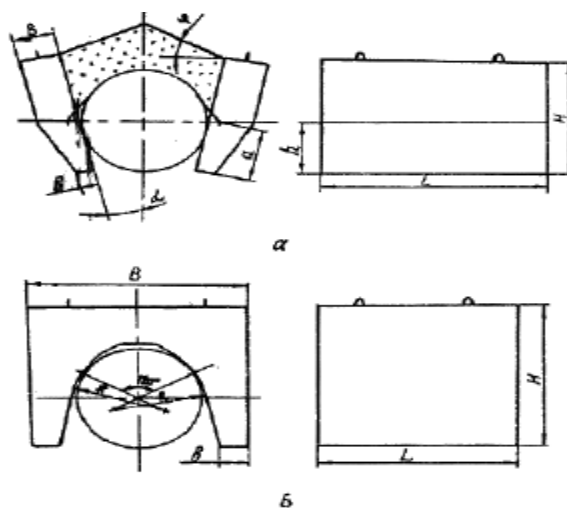


Рисунок 7. – Конструкции утяжелителей железобетонных:

б - утяжелители типа 1-УБКм; а - утяжелители типа УБО.

Утяжелители железобетонные клиновидного типа 1-УБКм изготовлены по ТУ 102-421-86. Утяжелители представляют из себя седловидный железобетонный блок, у которого поверхность примыкает к трубе, которая образована из двух взаимно пересекающихся цилиндрических поверхностей с радиусом больше, чем трубный радиус.

Полимерно-контейнерные балластирующие устройства (ПКБУ) с наполнителем из грунта изготавливают по ТУ 6-19-210-82 и представляют из себя два контейнера сделанных из долговечного синтетического мягкого рулончатого материала, соединенных четырьмя силовыми лентами. Эти контейнеры имеют металлические распорные рамки.

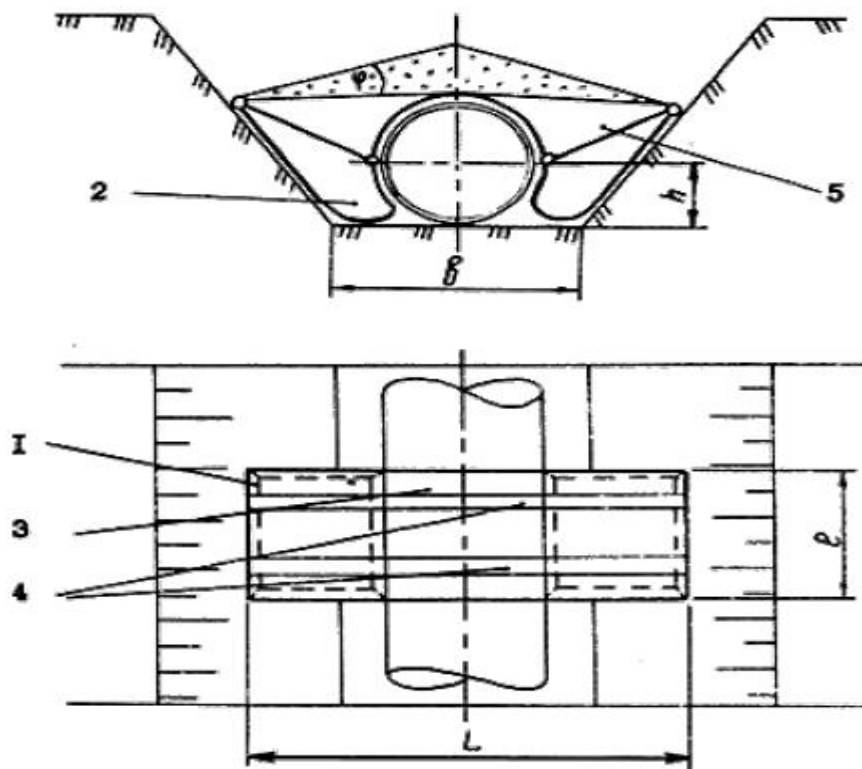


Рисунок 8. – Конструкция полимерно-контейнерного балластирующего устройства:

- 1 - рамка жесткости; 2 - емкость из мягкой ткани; 3 - нижняя грузовая лента; 4 - верхняя грузовая лента; 5 - противоразмывная перегородка.

Ленты изготавливают из синтетических материалов. Вертикальные противоразмывные перегородки вшивают между лентами.

В целях повышения производительности труда и учета массы грунта засыпки траншеи при балластировке железобетонные утяжелители и ПКБУ ложат способом групповой установки.

Балластировка труб грунтами производят путем повышения глубины траншеи. Частичная или полная величина нормативной интенсивности балластировки достигается в зависимости от диаметра трубопровода и характеристик грунтов обратной засыпки.

Таблица 1. – Технические характеристики ПКБУ [12]

Диаметр трубопровода, мм	Габаритные размеры устройства, мм			Объем грунта в комплекте, м ³
	<i>L</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	
1420	4200	600	1500	5,1
1220	3800	600	1500	4,1
1020	3000	450	1500	2,6
820	2400	350	1500	1,7
720	2300	350	1500	1,4

Балластировка трубопровода грунтом с использованием нетканого синтетического материала (НСМ) производится по схеме. Балластировка производится по всей длине трубопровода или отдельными участками в зависимости от характеристики грунта.

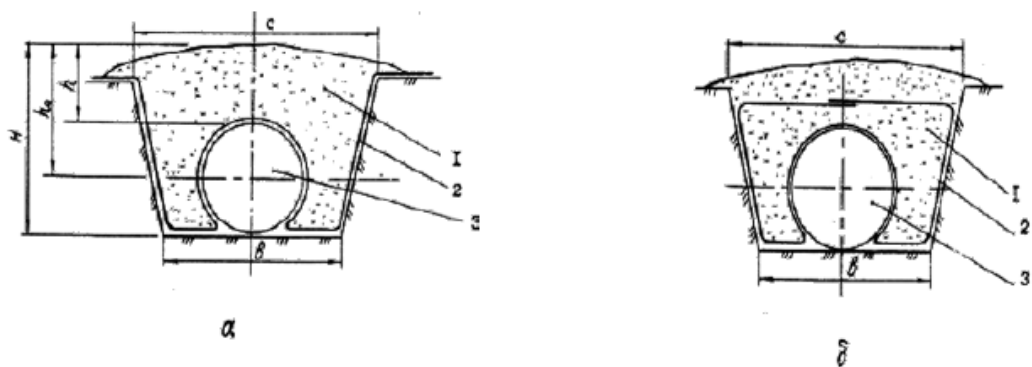


Рисунок 9. –Балластировка трубопровода грунтом с применением НСМ:

а - при песчаных; б - при глинистых;

1 - грунт минеральный; 2 - полотно из нетканого синтетического материала;

3 – труба.

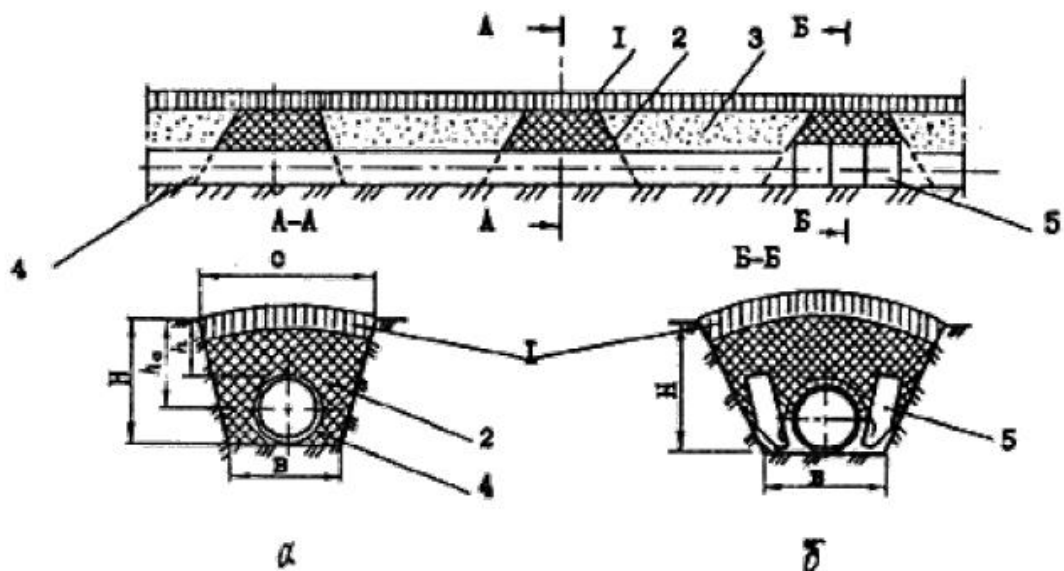


Рисунок 10. – Конструкция балластировочных перемычек:

а - балластировочная перемычка из закрепленного грунта; б -

комбинированный способ балластировки;

1 - слой рекультивируемого грунта; 2 - грунт закрепленный; 3 - грунт

минеральный; 4 - труба; 5 - утяжелители типа УБО.

В роли устройства балластировки могут использовать грунт, закрепленного добавкой вяжущих компонентов по ТУ 38-101960-83.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Балластирование труб закрепленных грунтом осуществляется в форме перемычек вместе с железобетонными утяжелителями или анкерными устройствами.

Анкерные винтовые устройства типа ВАУ-1 производятся по ТУ 102-164-80 и рабочим чертежам ВНИИСТа. Анкерное винтовое устройство типа ВАУ-1 создается из двух анкерных тяг, двух винтовых анкеров и силового пояса.

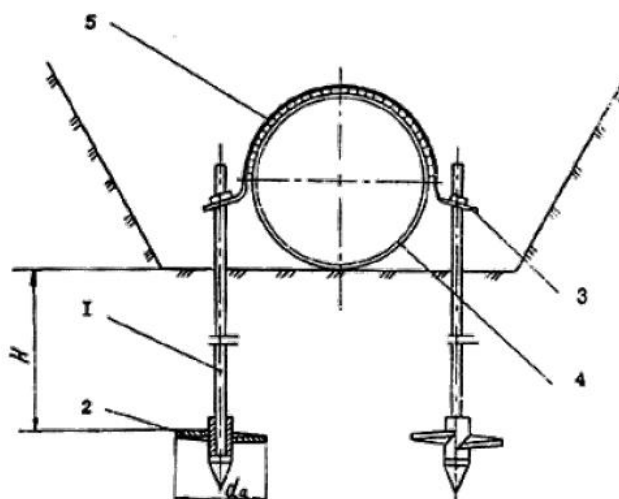


Рисунок 11. – Конструкция винтового анкерного устройства типа ВАУ:

1 - анкерная тяга; 2 - анкерный винт; 3 - пояс силовой; 4 - труба; 5 – прокладка.

Устройства анкерные свайные раскрывающегося типа АР-401 и АР-401В производятся по чертежам Тюменского филиала СКБ “Газстроймашина” и ТУ 102-318-82. Устройства анкерные раскрывающегося типа делают из силового пояса и двух свайных анкеров. Анкер свайный изготавливают из тяги, созданной из трубы диаметром 168 мм или металлической полосы, к которой шарнирно крепятся лопасти, расположенные попарно в два яруса.

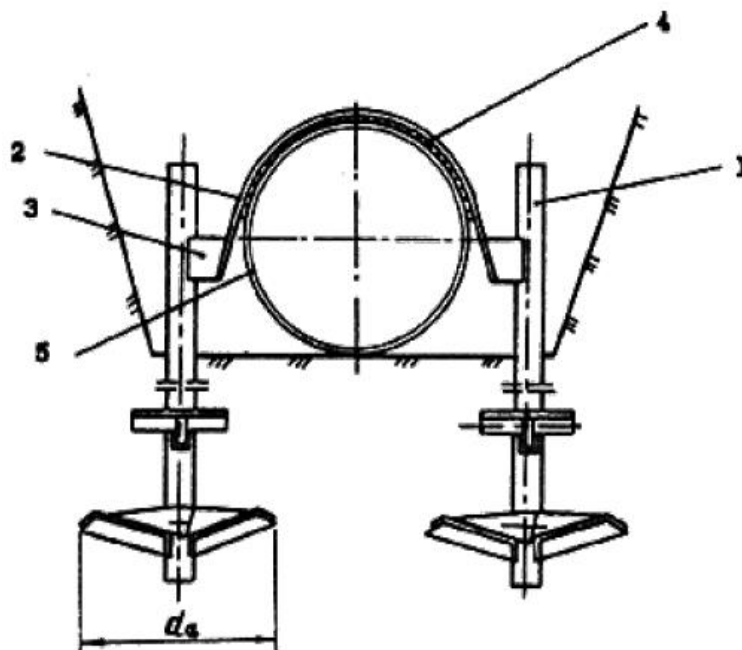


Рисунок 12. – Конструкция анкерного устройства раскрывающегося типа
AP-401:

1 - раскрывающийся анкер; 2 - прокладка; 3 - хомут; 4 - мат; 5 – труба.

Анкерные вмораживаемые устройства стержневого и дискового типов изготавливают по чертежам ВНИИСТа ССО Центртрубопроводстрой и ТУ 102-455-88.

Анкерное устройство дискового типа выполняют из двух тяг имеющих круглые диски, находящихся на определенном расстоянии друг от друга, силового пояса и двух ограничителей усилий.

Устройство анкерное стержневого типа отличается от дискового типа тем, что в нем нету дисков, а тяги сделаны из арматуры периодического профиля. Ограничители усилий в анкерном устройстве используются в случае закрепления труб, проложенных в пучинистых грунтах.

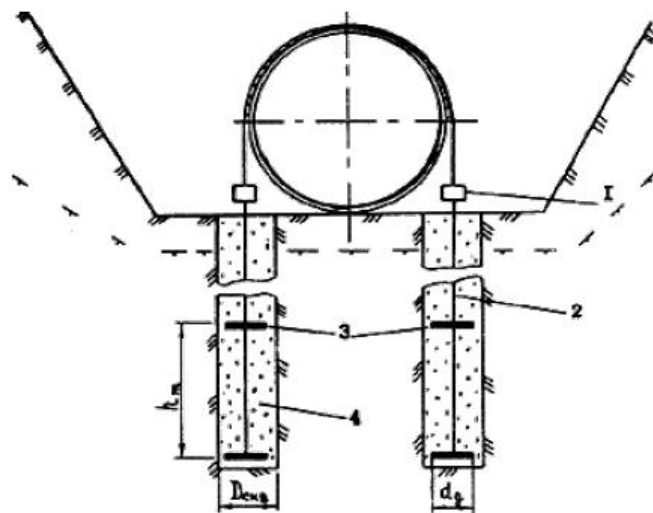


Рисунок 13. – Конструкция анкерного вмораживаемого устройства
дискового типа:

1 - ограничитель усилий; 2 - тяга; 3 - диски металлические; 4 - раствор
грунтовый.

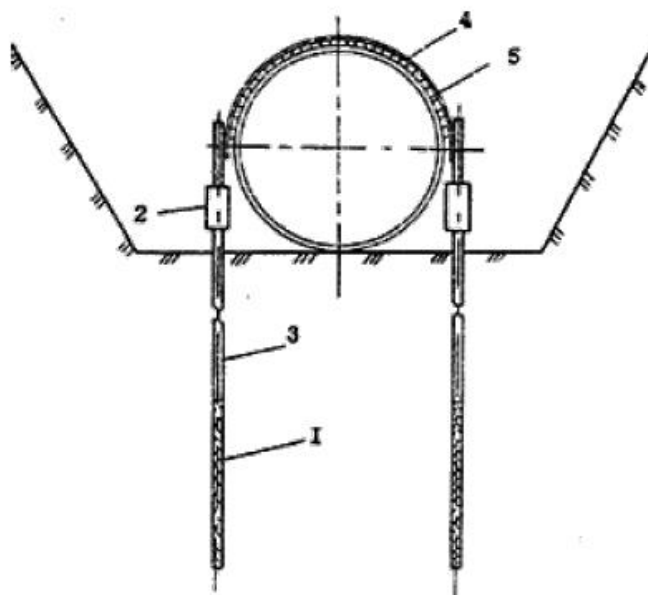


Рисунок 14. – Конструкция анкерного стержневого устройства:

1 - анкер стержневой; 2 - компенсатор; 3 - тяга; 4 - пояс силовой; 5 - мат
футеровочный.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Используемые конструкции и способы балластировки и закрепления труб выбираются проектирующей организацией и показываются в проекте, по следующим основным факторам:

- характер и тип грунта (прочностные и деформационные характеристики);
- уровень грунтовых вод;
- глубина траншеи;
- глубина и тип болот;
- схема прокладки;
- условие рельефа местности;
- методы и сезон исполнения строительно-монтажных работ;
- экономическая целесообразность.

Балластирование труб утяжелителями железобетонными типа УБО и УБК возможно проводить на болотах любых типов, вне зависимости от глубины, вечной мерзлоте, поймах рек. Экономически целесообразно использовать утяжелитель типа УБО в случаях, если можно воспользоваться в роли дополнительного балласта траншейный грунт засыпки.

Процесс закрепление труб анкерными винтовыми устройствами ВАУ-1 возможно делать на болотах, глубина которых меньше или равна глубине траншеи, при том до процесса засыпки траншеи необходимо обеспечить проектное расположение трубы. Подстилающие грунты в болоте должны обеспечить экономическую целесообразность несущей способности анкеров винтовых. К тому же анкерные винтовые устройства нужно использовать для закрепления труб, проложенных на участках с обводнением, которое можно прогнозировать.

Раскрывающиеся анкеры можно использовать для закрепления труб, проложенных на болотах и обводняемых участках, при этом верхним

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42

анкерным лопастям после раскрытия следует находиться на глубине не менее 3 м в минеральном грунте.

Анкерные винтовые устройства в большинстве случаев используются на болотах, подстилаемых супесчаными и песчаными грунтами, а раскрывающиеся анкеры - суглинистыми и глинистыми грунтами.

Анкерные устройства и железобетонные утяжелители используются для закрепления и балластирования подводных переходов шириной 50 м и менее и проектируемых с учетом продольной жесткости трубопроводов. При том анкерные устройства или утяжелители устанавливаются на береговых неразмываемых участках.

Полимерно-контейнерные балластирующие устройства используются в целях балластирования труб, проложенных на обводненных участках трассы и участках с прогнозируемым обводнением. Заполнение привозным минеральным грунтом контейнеров этими устройствами допускается на болотах глубина которых не больше глубины траншеи.

Балластировка труб закрепленными грунтами возможно проводить на обводненных участках и участках с прогнозируемым обводнением при отсутствии воды в траншее во время проведения работ.

Балластирование труб грунтами с использованием нетканых синтетических материалов (НСМ) возможно проводить на участках трассы с прогнозируемым обводнением, на вечномерзлых грунтах, на заболоченных и обводненных участках при отсутствии воды в траншее во время проведения работ.

Балластирование грунтами с использованием НСМ по схеме рисунка 9,а - проводят прокладывая трубы в песчаном грунте, а по схеме рисунка 9,б - в глинистом.

Закрепление труб вмораживаемым анкерным устройством проводят в твердомерзлом песчаном и глинистом грунте, а также в болотах с мощностью торфяного покрова не больше глубины траншеи при том, что

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

несущим элементам вмораживаемых анкерных устройств следует находиться в вечномерзлом грунте в течении всего времени эксплуатации [12].

2.1.2 Подготовительные работы

На местности распространения многолетнемерзлых грунтов производят последующие подготовительные мероприятия:

геодезические разбивочные работы с закреплением и восстановлением зимней оси для технологической дороги;

осушение и заготовка в карьерах грунта;

закрепление и разбивка размещения карьера, находящегося за строительной полосой;

повышение и укрупнение готовности технологической материалов и конструкций;

осушение или промораживание плохозамерзающих и заболоченных переувлажненных участков, подготовка под насыпи оснований;

строительство технологических зимних дорог.

Реперы временные на вечномерзлых грунтах во время произведения разбивочных геодезических работ делаются как забуренные в мерзлый грунт металлические трубки или стержни. Конструкция и глубина заложения этих реперов на грунтах пучинистого типа должна убирать вертикальные перемещения при пучении.

Необходимо перед строительными работами:

а) обследовать визуально трассу, обследовать инструментальными замерах чтобы уточнить грунтово-мерзлотно-геологических критериев и характер местности;

б) определить вероятность применения местных грунты для строительства дороги, присыпки трубопроводов и подсыпки траншей, залесенность, глубину оттаивания грунтов, ширину и глубину водного зеркала на переходе.

Полученные результаты нужно сравнить с данными проекта, если присутствуют существенные отклонения, то нужно изменить технологические

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

решения и объемы работ, указанные в проектах производства и организации работ. При необходимости следует провести дополнительные меры для неучтенных видов монтажно-строительных работ.

Осушение и заготовку грунтов, для проведения работ зимой, проводят главным образом в карьерах летом формированием буртов и послойной разработкой.

На трассе на лесных участках должны производиться работы по лесной вырубке. Расчистка строительной полосы от кустарника и леса производят сохраняя корневую систему. Исключение - зона проложения траншеи для трубопровода.

Планирование отводной полосы для прохождения техники для строительства осуществляют главным образом за счет создания насыпей из грунта привозного. Планирование микрорельефа с использованием срезки неровностей допускают проводить на будущей полосе траншеи; на остальной части отводной полосы планирование микрорельефа производится с помощью создания плотного покрова снега. Уплотнение грунта насыпного выполняют послойным путем - многократная проходка гусеничного или колесного транспорта.

Защита полосы строительства от заносов снега, расчистка или задержка снега осуществляется с учетом требований проекта по производству работ с использованием полученных данных о объемах снегопереноса и розе ветров.

Чтобы расчистить снег нужно использовать снегоочистные шнекороторные машины, снегоочистительные прицепные угольники, путепрокладчик (типа БАТ), бульдозеры.

Для промораживания плохо замерзающего участка трассы производят проминку покрова мохорастительного техникой гусеничной, имеющей на грунт давление не более $0,25 \text{ кгс/см}^2$, и удаление оседшего на отводной полосе снега. При удалении снега нужно его разровнять. Снеговые отвалы имеющие высоту более 1 м следует делать с откосами 1:6.

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Строительство временных дорог на вечномерзлых грунтах рекомендуется производить без разрушения покрова мохорастительного.

Снеголедовую зимнюю дорогу сооружают в насыпях или нулевых отметках в зависимости от ее местоположения и величины снегопереноса.

Строя зимние технологические дороги в нулевых отметках рекомендуется только проморозить поверхность грунта с уплотнением до плотности снегового покрова не ниже $0,6 \text{ г/м}^3$.

Ширина проезжей части у технологической дороги определяется проектом при учете местных условий и технико-экономического обоснования, наличия дорожных и строительных машин, выполняемого комплекса снегозащитных мер.

Строительство зимней снеголедовой дороги в снежной насыпи проводится в условиях высокого снегопереноса (более $600 \text{ м}^3/\text{м}$). Крутизна откосов необходимо составлять 1:6.

На залесенном участке трассы имея лесопорубочные материалы нужно соорудить зимнюю технологическую дорогу продленного срока эксплуатации с теплоизолирующим слоем из остатков лесопорубочных материалов. Этот слой ложат на естественное промороженное основание дороги, имеющую толщину 0,15-0,20 м, а затем делают отсыпку на слой снегольда или смесь снегольда с добавкой щепы, мохового очеса или древесных опилок. Толщине смеси снегольда с опилками или снегольда нужно быть не менее 0,3-0,4 м.

Строя и эксплуатируя ледовые переправы через ручьи, озера, реки несущую ледяную способность определяют с учетом ВСН 137-89 (Минтрансстрой СССР) Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока СССР.

При толщине льда меньше минимально допустимой переправу усиливают намораживанием или армированием. Толщине намороженного ледяного слоя не следует превышать 40 % естественной толщины слоя.

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

2.1.3 Земляные работы в зимний период

Проведение земляных работ в зимний период имеют ряд сложностей. Главным образом это - присутствие снегового покрова и промерзание грунтов на разную глубину.

При наличии прогноза о промерзании почвы на глубину более чем 0,4 м рекомендуется предохранить почву от промерзания (рыхление почвы много- или одноточечным рыхлителем).

На отдельном участке небольшой площади грунт предохраняют от промерзания утеплением опилками, древесными остатками, нанесением слоя пеностирола, торфом и рулонным синтетическим нетканым материалом.

Чтобы сократить продолжительность оттаивания у мерзлого грунта и для максимализации применения землеройной техники в теплый период следует в теплый период удалить снег с будущей полосы траншеи.

Разработка траншеи в зимний период:

Чтобы избежать смерзания отвала грунта и занос траншеи снегом при работе в зимний период, темп изоляционно-укладочных работ должен соответствовать темпу разработки траншеи. Рекомендуется технологический разрыв между изоляционно-укладочной и землеройной колоннами не больше двухсуточной производительности землеройной колонны.

Способ разработки траншеи в зимний период назначают в зависимости от характеристики грунта, глубины его промерзания и времени выполнения земляных работ. Для земляных работ, выбирая технологическую схему в зимний период, следует сохранить снежный покров на грунтовой поверхности вплоть до разработки траншеи.

При промерзании грунта на глубину до 0,4 м разработка траншеи ведется обычным способом (роторный или одноковшовый экскаватор, оборудованный ковшом, обратной лопатой с емкостью 0,65 - 1,5 м³).

При промерзании грунта на глубину больше чем 0,3 - 0,4 м грунт рыхлят буровзрывным или механическим способом перед разработкой грунта экскаватором одноковшовым.

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Разработку траншеи ведут в определенной последовательности при использовании для разрыхления мерзлого грунта буровзрывной способ.

Траншейную полосу делят на трое захваток:

- зона где проводят планировочные работы;
- зона где разрабатывают разрыхленный грунт;
- зона где бурят шпуры, заряжают их и взрывают.

Шпуры бурят перфоратором, шнековым мотобуром и самоходной буровой машиной.

Мерзлый грунт разрабатывают тракторным рыхлителем.

Разработку траншей проводят по следующим схемам:

1. При промерзании на глубину до 0,8 м стоечный рыхлитель разрыхляет грунт на глубину всего промерзания, затем грунт разрабатывает одноковшовый экскаватор. Разрыхленный грунт вынимают сразу же после рыхления, чтобы избежать повторное смерзание.

2. При промерзании на глубину до 1 м работы возможно проводить в последующей последовательности:

грунт за несколько проходов разрыхляет стоечный рыхлитель, затем выбирают его бульдозером вдоль траншеи;

остающийся грунт, имеющий глубину промерзания меньше 0,4 м, разрабатывается экскаватором одноковшовым.

Экскаватор работает в корытообразной траншее, имеющей глубину не больше 0,9 м (экскаватор ЭО-4121) или 1 м (экскаватор Э-652 или аналогичный зарубежный экскаватор).

3. При промерзании на глубину до 1,5 м работу возможно проводить как в предыдущей схеме, но грунт в корытообразной траншее разрыхляется стоечным рыхлителем перед проходом одноковшового экскаватора.

Разработка траншеи в вечномерзлых и прочных мерзлых грунтах с промерзанием деятельного слоя больше чем 1 м возможна последовательным комбинированным комплексным методом - проходка трех или двух роторных экскаваторов разных типов.

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Сначала ведут разработку траншеи имеющую меньший профиль, затем ее постепенно приводят до проектного размера, применяя экскаваторы, имеющих большую мощность.

Для последовательной комплексной работы возможно применять разные роторные экскаваторы или экскаваторы одной модели, имеющие рабочие органы разной величины.

Перед первым экскаватором грунт при необходимости разрыхляют тракторным тяжелым рыхлителем.

Разрабатывая мерзлые грунты, ковши экскаваторов роторных должны иметь зубья, армированные твердосплавными пластинами или упрочненные износостойкими наплавками.

Имея значительную глубину оттаивания (больше 1 м) грунт может разрабатываться двумя экскаваторами роторными. Первый экскаватор должен разрабатывать верхний талый слой грунта, а второй разрабатывать мерзлый слой грунта, при этом укладывая мерзлый грунт за отвалом талого грунта. Чтобы разработать водонасыщенный грунт возможно применить экскаватор одноковшовый с обратной лопатой.

Во время максимального оттаивания мерзлого грунта (глубина оттаивания 2 м и больше) траншею разрабатывают обычным методом (как в обычном или в болотистом грунте).

Перед укладкой в траншею трубопровода, основание на дне траншеи имеющую неровности из мерзлого грунта устраивают постель с высотой 10 см из мелкорыхленного мерзлого или талого рыхлого грунта.

Оттаивающий мерзлый грунт рекомендуется предварительно удалить одноковшовым экскаватором или бульдозером для возможности разрыхлить мерзлый слой, затем следует выполнять работы по схемам для мерзлых грунтов.

2.1.4 Работы монтажные

Чтобы обеспечить одновременное производство сварочно-монтажных и буровзрывных работ, привоза грунта для создания мягкого основания для

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49

траншеи и производство очистки от снега траншеи, допускают монтаж трубопроводной нитки на расстоянии 10-12 м от бровки траншеи, но в пределах отводной полосы.

Монтаж трубопроводной нитки на грунтовых или снежных опорах осуществляют с обязательным использованием страховочных опор, которые ставят под стыком, который монтируется.

Монтаж опорных элементов и ригелей трубопровода надземного выполняют после того, как оформили акт о приемке опор свайных, где их соответствие проекту подтверждается.

Надземным трубопроводам имеющим диаметр 530 мм и больше монтаж разрешается проводить из трехтрубных секций, которые свариваются в обычных условиях. Надземные трубопроводы имеющие диаметр менее 530 мм вследствие их повышенной гибкости монтируются из двухтрубных секций или отдельных труб.

В месте монтажа компенсатора надземного трубопровода оставляют технологические разрывы. Сварочные работы для монтажа компенсатора нужно выполнять с использованием наружного центриатора.

Сварка замыкающего стыка производится при температуре окружающего воздуха, совпадающей с регламентированной в документации проекта.

Запрещено выполнять замыкающий шов на трубопроводах, имеющих разную толщину стенки, а также имеющих в составе компенсатор.

После окончания монтажа трубы на опорах делается подводка ригелей под трубу с заданным усилием, значение которого указана в рабочих чертежах.

Монтаж трубопровода с диаметром до 89 мм производят с одновременным протяжением нитки трубы вдоль опор, после чего производится ее укладка на опоры.

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		50

2.1.5 Теплоизоляция трубопроводов

Подземная укладка конструктивно не отличается от аналогичной прокладки в обычных условиях. Лишь при укладке в грунты второй-третьей категорий по просадочности, на участках небольшой протяженности (200 - 300 м), где по гидрологическим и температурным условиям возможен данный тип прокладки, на трубе монтируется теплоизоляционный цилиндрический экран из пенополистирола или другого эффективного термоизоляционного материала.

Необходимость устройства теплоизоляционного экрана и его параметры определяются теплотехническими расчетами. минимизирует тепловое воздействие трубопровода на вечномёрзлые грунты в условиях крайнего Севера. Это позволяет предотвратить растепление грунтов и возможную деформацию трубопровода. Следует отметить, что при этом в два раза сокращается объем земляных работ по созданию песчаной подсыпки, уменьшается срок строительства трубопровода и увеличивается его рабочий ресурс.

Изоляция нефтепроводов значительно снижает затраты по их эксплуатации, т.к. сводит к минимуму возможность временного выхода из строя нефтепровода из-за влияния низких температур на нефть (особенно в случаях высокой парафинизации).

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 15. – Пенополистироловая скорлупа.

При укладке трубопроводов по заливаемым мерзлым пойменным участкам, где необходима пригрузка подземно уложенного газопровода, возможна укладка без термоизоляции на сваях.

Наземная укладка по конструкции подразделяется на прокладку с теплоизоляционным слоем и без него. Теплоизоляция может выполняться в виде грунтовой подсыпки под трубопровод или полимерных плит и цилиндрических оболочек. Размеры теплоизоляционных экранов под трубопроводом определяются на основании теплотехнических расчетов.

Основные параметры трубопроводов и насыпи (высота слоя засыпки трубопровода, ширина насыпи при наземной прокладке, толщина стенки трубы, допустимые радиуса изгиба трубопровода, допустимый температурный перепад) определяются по «Инструкция по проектированию трубопроводов с компенсацией продольных деформаций СТО Газпром 2-2.1-318-2009».

2.1.6 Расчет толщины теплоизоляции

Определить толщину теплоизоляции по необходимой температуре ее наружной поверхности проводится по СП 61.13330.2012.[2]

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет толщины теплоизоляции выполняется по формулам:

$$\ln B = \ln \frac{d_{\text{н}}^{\text{СТ}} + 2\delta_{\text{из}}}{d_{\text{н}}^{\text{СТ}}} = 2\pi\lambda_{\text{из}} R_{\text{н}}^L \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}} \quad (1)$$

Тогда толщина теплоизоляции будет:

$$\delta_{\text{из}} = \frac{d_{\text{н}}^{\text{СТ}} (B - 1)}{2} \quad (2)$$

Данный метод называется приближенным.

Более точный результат можно получить используя метод последовательных приближений.

Расчет выполняется по формуле:

$$\left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}} \right)_i = \frac{\ln \frac{d_{\text{н}}^{\text{СТ}} + 2\delta_{0i}}{d_{\text{н}}^{\text{СТ}}} \alpha_{\text{н}} (d_{\text{н}}^{\text{СТ}} + 2\delta_{0i})}{2\lambda_{\text{из}}} \quad (3)$$

где

$t_{\text{в}}$ – температура среды внутри изолируемого объекта, °С;

$t_{\text{н}}$ – температура окружающей среды, °С;

$t_{\text{п}}$ – температура наружной поверхности изоляции, °С;

$d_{\text{н}}^{\text{СТ}}$ – наружный диаметры стенки изолируемого объекта, м;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности изоляции, Вт/(м²·°С);

$\lambda_{\text{из}}$ – коэффициенты теплопроводности теплоизоляционного материала, СП 61.13330.2012 таблица Б.1, Вт/(м·°С);

δ_{0i} – значение толщины изоляции, СП 61.13330.2012 таблица В.2, м.

Задав начальное значение толщины теплоизоляции, определяемое требуемой точностью расчета (например – 0,001 м), с помощью последовательных шагов 1, 2, 3, ..., для толщин теплоизоляции: $\delta_1 = \delta_{01}$; $\delta_2 = \delta_{02}$; $\delta_3 = \delta_{03}$, ..., $\delta_i = \delta_{0i}$ проводится вычисление этих величин:

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$$\left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}\right)_1; \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}\right)_2; \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}\right)_3; \dots; \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}\right)_i$$

При каждом вычислительном шаге проводится сравнение $\left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}\right)_i$ и

заданного значения $\left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}\right)_p$.

Если условие выполняется:

$$\left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}\right)_i - \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}\right)_p \geq 0 \quad (4)$$

вычисление заканчивают, а найденное значение $\delta_i = \delta_{0i}$ является (с точностью до 1 мм) толщиной, обеспечивающей необходимую температуру поверхности теплоизоляции.

Пример.

Рассчитаем толщину изоляции для подземного трубопровода сделанного из пенополистирола с температурой грунта $t_{\text{н}} = -3^{\circ}\text{C}$, с температурой внутри трубопровода $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$, с наружным диаметром трубы $d_{\text{н}}^{\text{ст}} = 720$ мм и с заданной температурой поверхности изоляции $t_{\text{п}} = -2^{\circ}\text{C}$.

$$\left(\frac{20 - (-2)}{-2 - (-3)}\right)_p = 22$$

1) $\delta_{01} = 30$ мм

$$\frac{(0,72 + 2 \times 0,03) \times 26 \times \ln \frac{0,72 + 2 \times 0,03}{0,72}}{2 \times 0,038}$$

= 21,4

Проверяем условие:

$$\left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}\right)_i - \left(\frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}\right)_p \geq 0$$

21,4 - 22 = - 0,6 — условие не выполняется

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

2) $\delta_{02} = 31$ мм

$$\frac{(0,72 + 2 \times 0,031) \times 26 \times \ln \frac{0,72 + 2 \times 0,031}{0,72}}{2 \times 0,038} = 22,1$$

Проверяем условие:

$$\left(\frac{t_B - t_{II}}{t_{II} - t_H} \right)_i - \left(\frac{t_B - t_{II}}{t_{II} - t_H} \right)_p \geq 0$$

22,1 - 22 = 0,1 — условие выполняется.

Выбираем толщину изоляции равную 31 мм.

2.1.7 Укладка подземных трубопроводов

Укладка осуществляется одиночными трубами (секциями) со следующей за этим сваркой труб в траншее или плетями длинномерными, которых предварительно сваривали на траншейной берме.

Опускание секций в траншею производится в зависимости от их толщины стенки и диаметра (учитывая длину секции) с применением грузоподъемных самоходных средств (трубоукладчик, стреловой кран и т. д.) или с использованием такелажной ручной оснастки (ремень, лебедка, полиспасть и т. д.).

Как грузозахватные приспособления при механизированной работе с секциями применяются монтажные мягкие полотенца либо эластичные специальные стропы. Использовать для этих целей приспособление, не имеющего мягкий контакт с поверхностью не рекомендуется.

При сборке и сварке секций в плетью на дне траншеи нужно применять только стандартизованный центратор, обеспечивающий геометрически правильную и надежную фиксацию трубопроводов на криволинейном и прямом участке трассы.

После окончания работ по сварке и по контролю качества швов кольцевых проводят очистку и изоляцию околошовной зоны, применяя инструмент механизированный или специальное (портативное) средство

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

малой механизации.

Трубопроводную плеть рекомендуется положить в траншею согласно (ППР) проекту производства работ, в котором можно предусмотреть один из предлагаемых способов:

приподнимая над полосой монтажа, поперечно надвигая на траншею и опуская на дно траншеи плети, которые сварены из трубопроводов с базовой или заводской изоляцией;

предварительно приподняв над полосой монтажа поперечно надвигать в створ проектный и опускать на траншейное дно трубные плети, одновременно очищая и изолируя их механизированным методом (производство укладочно - изоляционных работ по совмещенному способу);

те же приемы, что и в предыдущих случаях, но без изоляции и очистки, выполняемых заблаговременно на трассе (производство очистки, изоляции и укладки нефтегазопровода по отдельному способу);

продольно протаскивать с площадки монтажа заранее подготовленную (футеровка, нанесение изоляции, балластировка) длинномерную плеть прямо по обводненному траншейному дну;

циклично продольно протаскивать по траншейному дну плеть, наращиваемую из секций или отдельных труб на площадке монтажа;

продольно перемещать с монтажной береговой площадки трубную плеть на плаву по мере наращивания плети (контроль качества кольцевых швов, сварка, очистка и изоляция стыков, балластировка и пристроповка разгружающих поплавков или понтонов), затем погружая эту плеть на положение проектное отстроповывая поплавок (понтон);

те же приемы, но без предварительного балластирования и использования поплавков (понтонов) (погружать плеть на траншейное дно нужно за счет навешивания на газопровод плавающий балластирующее устройство, имеющую специальную конструкции);

заглублять в грунт, используя собственный вес предварительно подготовленной плети, принудительно сформировывая щели в грунте под

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56

трубопроводом во время укладки его (заглубление бестраншейное);

опускание с траншейной бермы плетей или отдельных труб в траншею, в последующем наращивая их в виде нитки в траншее;

опускание предварительно подготовленной плети, выложенной над проектной осью трассы и опирающейся на временных опорах, которая установлена поперек траншеи;

опускание плети в траншею без использования подъемных машин, которая разрабатывается подкопным методом.

Технологическая схема исполнения укладочных (укладочно-изоляционных) работ избирается из ряда типовых или разрабатывается на этапе составления ППР (проект производства работ), основополагаясь на исходные данные, по трубопроводам (по сопротивляемости воздействиям монтажа, склонности к образованию гофр, чувствительности к овализации поперечного сечения и т. д.). При неимении данных справочных об этих свойствах нужно на этапе работ по подготовке строительного производства организовывать производство предварительного испытания трубных плетей или трубопроводов.

Параметры, которые указаны в схемах технологических, кроме своих номинальных значений имеют обоснованные допуски.

Во время укладки в траншею трубопровода нужно обеспечить:

предотвращение соприкосновения плети с бровкой или стенкой траншеи в процессе ее опускания;

сохранение стенки самого трубопровода (предотвращение образования излома, гофра, вмятины и другого повреждения);

сохранение покрытия изоляционного и других элементов конструкции трубопровода (защитных покрытий, утяжелителей и т. д.);

полное прилегание газопровода к траншейному дну на всем его протяжении;

если в проект приняли решение, заведомо мешающее исполнить это требование (для примера – предусмотрели применение в виде основы под

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		57

газопровод специальных мешков или прокладок, набитых песком), то в нем же должны быть приведены: предельные отклонения точек опирания по высоте и допустимые значения пролетов.

2.1.8 Засыпка трубопровода

Для предохранения изоляционного покрытия трубопровода, уложенного в траншею, засыпка производится разрыхленным грунтом. Если грунт засыпки на бруствере замерз, то целесообразно делать присыпку уложенного трубопровода на высоту не менее 0,2 м от верха трубы привозным мягким талым или разрыхленным механическим или буровзрывным методом мерзлым грунтом. Дальнейшую засыпку трубопровода мерзлым грунтом выполняют бульдозерами или роторными траншеезасыпателями.

Чтобы учитывать осадку грунта в эксплуатационный период трубы засыпка траншеи в зимнее время должна осуществляться с превышением над поверхностью полосы строительства не меньше чем на 30% от траншейной глубины.

2.2 Надземный способ прокладки

2.2.1 Опоры надземных трубопроводов

Прокладка надземная куда сложнее, чем прокладка подземная. В ней присутствует много технологических шагов, строже к точности операций требования, особенно на установке свай.

Забивку свай нужно проводить с огромной точностью, отклонение допустимое от оси вертикали равно 2 см. Если этот допуск превышен сваю нужно демонтировать и забить снова (лучший случай). В худшем случае придется ее перенести в иное место, подразумевающее утверждение и введение поправок в изначальный проект.

Опора – одна из наиболее ответственных деталей систем трубопровода. На нее направляется большая часть усилия от трубы, передающееся затем несущим конструкциям или грунтам.

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
						58
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Важнейшую роль имеет строение опоры. Конструкция должна разрабатываться так, чтобы уменьшить трудность монтажа опоры на строительстве трассы на Крайнем Севере.

Чтобы основа трубы подстраивалась под изменчивое состояние грунтов и самой трубы — а они существенны, если учитывать очень большой температурный перепад, обычных на северных районах, нужно применять опоры различных конструкций.

Неподвижная опора должна жестко держать трубопровод и не давать ей переместиться. Такая опора воспринимает вертикальную нагрузку от веса среды и трубы, горизонтальную нагрузку от тепловой деформации трубы, а также нагрузку от гидравлического удара, вибраций и пульсаций.



Рисунок 16. – Неподвижные опоры

Конструкции неподвижных опор представляют из себя единую сваренную конструкцию, получающую нагрузку от трубопровода и передающую его ростверком свайному фундаменту. Она сделана из катушки и приваренной к катушке обечайки. Катушка приваривается к ростверку через регулируемые стойки. Ростверк приваривают к опорным узлам, которые приваривают к фундаментным сваям.

Трубопровод между опорами неподвижными держат опоры продольно и свободноподвижные. Эти опоры дают трубопроводу возможность, в

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

зависимости от температуры расширения и давления, перемещаться в поперечном, горизонтальном и осевом направлениях.

Опора продольно-подвижная используется в целях обеспечения продольного перемещения трубы, вызванного температурной деформацией, давлением внутренним из-за рабочей среды в трубе и т.п. Опоры продольно-подвижные устанавливаются на прямых участках трассы до и после опоры неподвижной чтобы разгрузить от усилий боковых и чтобы обеспечить продольную устойчивость трубопровода.

Опоры свободноподвижные кроме свободного движения труб по горизонтали, дают возможность наклона в сторону продольной оси трубы. На ростверк поставлены упоры боковые на протяжении, дающем поперечную и продольную подвижность трубы.



Рисунок 17. – Продольно-подвижная и свободно-подвижная опора

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

Применение различных видов надземных устройств дает возможность удерживать с необходимым обеспечением жесткости трубу даже при выходе из строя двух опор. Установка нескольких опор дает возможность обеспечивать наименьшую конструкционную металлоемкость. Специально для подвижных и неподвижных опор нужно использовать сталь хладостойкую — 09Г2С 14-ая категория.

Плавность скольжению опор с трубой из-за температурных деформаций дает установка на опорной подошве высокопрочных антифрикционных прокладок из полимеров. На опорный стол ростверка устанавливают лист сделанный из нержавеющей стали.

На участках III и IV категорий по просадочности надежная работа трубопровода и сохранение многолетнемерзлых грунтов от растепления обеспечиваются при сооружении трубопровода надземно на опорах.

До настоящего времени надземно построены лишь участки магистральных газопроводов малого диаметра (до 700 мм включительно). Для обеспечения самокомпенсации продольных деформаций газопровод уложен в плане зигзагообразно в виде «змейки» и прямолинейно со слабоизогнутыми компенсационными участками. Опоры газопровода установлены с шагом 25 м. В зависимости от вида грунтов основания применены свайные, подвесные или ряжевые опоры. Опорные части - скользящие с трением стали по стали.

Компенсация продольных напряжений обеспечивается соответствующей укладкой газопровода в плане чередующимися прямолинейными и слабоизогнутыми участками. Газопровод уложен на деревянные поверхностные опоры и одноярусные опоры из забивных железобетонных свай, расположенных с шагом 15—20 м. Скользящие опорные части с трением стали по стали установлены на продольно и свободно-подвижных опорах.

Конструктивные решения надземных трубопроводов большого диаметра гораздо сложнее аналогичных решений газопроводов диаметром

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

500—700 мм. Это вызвано и большими нагрузками на опоры газопровода, и большой жесткостью труб. Обычные опорные части, например, с трением стали по стали не применимы для газопроводов большого диаметра (а тем более нефтепровода), так как они создают разрушающие горизонтальные нагрузки для обычных свайных опор. Необходимость очистки полости трубы вынуждает отказываться от обычной системы самокомпенсации с применением П-образных компенсаторов. Большая жесткость труб диаметром 1220—1420 мм препятствует прокладке газопроводов параллельно рельефу местности и так далее. Эти обстоятельства сдерживают применение надземной прокладки трубопроводов большого диаметра.

2.2.2 Система самокомпенсации

Одним из наиболее важных элементов проектирования надземной прокладки трубопровода является правильный выбор системы самокомпенсации в конкретных условиях трассы.

Это могут быть и хорошо известные в практике строительства прямолинейная прокладка с П-образными компенсаторами или прокладка с изломами в плане в виде «змейки», в определенных условиях могут быть применены разработанные в последние годы во ВНИИСТе прямолинейная прокладка со слабоизогнутыми компенсационными участками или параллельная прокладка. Известны также прокладка с изломами в плане, образованными с помощью гнутых отводов («змейка»), и прокладка упругоизогнутого в плане трубопровода в виде «змейки». Каждая из этих систем имеет свои преимущества и недостатки и рациональна в определенных условиях укладки нефтегазопровода.

Достоинством прямолинейной прокладки со слабоизогнутыми компенсационными участками является наилучшая вписываемость в рельеф местности, что достигается упругим изгибом трубы в вертикальной плоскости на прямолинейных участках и возможностью крутых поворотов в углах компенсационных участков. Прокладка трубопровода параллельно

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

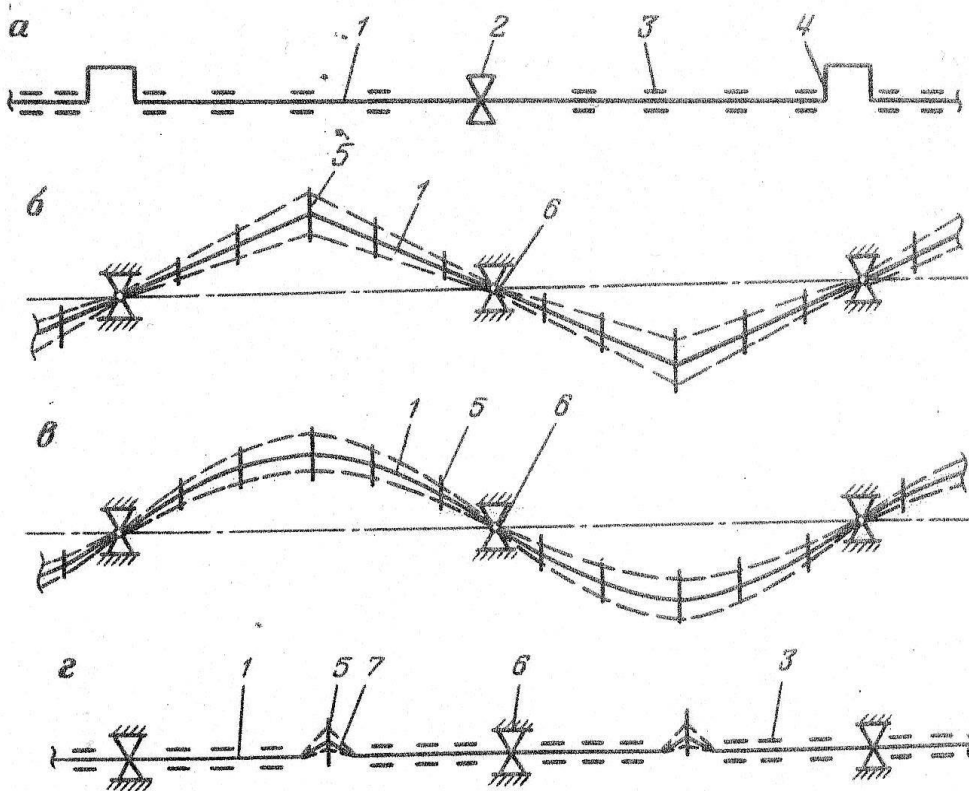


Рисунок 18. – Надземные схемы укладки трубопровода:

а – прямолинейная прокладка с П – образными компенсаторами;

б – зигзагообразная прокладка; в – упругоискривленный

самокомпенсирующийся трубопровод; г- прямолинейная прокладка
сослабоизогнутыми компенсационными участками;

1 – трубопровод; 2 – неподвижная (анкерная) опора; 3 – промежуточная
продольно-подвижная опора; 4 – П-образный компенсатор; 5 –
промежуточная свободноподвижная опора; 6 – шарнирная опора; 7 –
слабоизогнутый компенсационный участок.

рельефу местности позволяет применять легкие экономичные конструкции опор, облегчает монтаж, эксплуатацию и ремонт нефтегазопровода. Удлинение газопровода по сравнению с воздушной прямой является наименьшим по сравнению с другими схемами прокладки за исключением упруго-изогнутого в плане газопровода. К недостаткам данной схемы прокладки следует отнести трудоемкость стыковки компенсационных участков с прямолинейными. Эта система рациональна на спокойном и

пересеченном рельефе местности, в залесенных районах, при большом числе горизонтальных углов.

При прямолинейной прокладке с П-образными компенсаторами значительно облегчается трассировка трубопровода и вынесение трассы в натуру. Из-за малых смещений поперек оси газопровода при компенсации продольных деформации продольно и свободно подвижные опоры имеют одну и ту же конструкцию, отличаясь лишь опорными частями. Это значительно удешевляет конструкцию опор, упрощает изготовление и монтаж. В связи с тем, что в этой системе все углы одинаковы (90°), снижаются трудоемкость изготовления отводов и монтаж. Наиболее просто по сравнению с другими системами решаются надземные переходы через железные и автодороги.

Эту систему широко применяют в практике строительства надземных трубопроводов различного назначения и поэтому ее можно считать одной из самых надежных. Однако при этой системе газопровод имеет наибольшее из всех систем удлинение газопровода по сравнению с воздушной прямой и соответственно наибольший расход труб. Очистка полости трубы в период эксплуатации невозможна. Эта система может быть применена лишь на участках газопровода, где не предусматривается пропуск поршня на местности, насыщенной различного ряда препятствиями как естественными (балки, овраги, холмы и т. д.), так и искусственными (железные и автодороги, оленьи тропы и т. д.).

Достоинством параллельной прокладки являются небольшие поперечные смещения газопровода на свободно подвижных опорах при компенсации продольных деформаций. В то же время эта система допускает пропуск эластичных разделителей ДЗК. Применение одинаковых сварных отводов позволяет унифицировать заготовки, облегчает трассировку и сооружение газопровода. Однако при этом качественная очистка полости трубы невозможна. Указанный способ прокладки трубопроводов может быть рекомендован на спокойном и слабопересеченном рельефе местности.

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
						64
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Прокладка с изломами в плане, образованными с помощью сварных отводов, отличается от предыдущей системы лишь конфигурацией и отсутствием продольно-подвижных опор, поэтому к ней применимы предыдущие рассуждения. Отметим лишь, что в сравнении с предыдущей схемой «змейка» требует большей ширины лесной вырубki, а из-за поперечных смещений на всех опорах, кроме неподвижных, при компенсации продольных деформаций увеличивается расход материалов на опоры.

Система прокладки нефтегазопроводов с изломами в плане, образованными с помощью гнутых отводов, в виде «змейки» позволяет значительно снизить трудоемкость изготовления отводов, резко уменьшить концентрацию напряжений в углах поворота при компенсации продольных деформаций, обеспечить качественную очистку полости трубы, допуская пропуск любых очистных устройств, снизить динамические нагрузки при очистке полости трубы, уменьшить поперечные смещения газопровода.

Одновременно следует отметить, что использование гнутых отводов несколько усложняет вынос трассы в натуру и разбивку опор на местности.

Для этой системы можно рекомендовать ту же область применения, что и для двух предыдущих систем.

Прокладка газопровода, упругоизогнутого в плане в виде «змейки», принципиально отличается от всех предыдущих тем, что не имеет криволинейных вставок (сварных или искусственного гнутья). Это резко снижает затраты на сооружение газопровода. При монтаже газопровода путем упругого изгиба придается криволинейный в плане контур, по очертанию близкий к синусоиде. Компенсация продольных деформаций происходит за счет изменения кривизны «синусоиды» (изменения отделки полуволны). Другим достоинством этой системы является небольшое поперечное смещение газопровода, наименьшее из всех систем удлинение по сравнению с воздушной прямой, возможность пропуска любых очистных устройств и, следовательно, полноценной очистки полости трубы,

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

значительное уменьшение динамических нагрузок и устойчивость против колебаний под воздействием ветра. В связи с малым отклонением «синусоиды» от оси трассы газопровода требуется малая ширина лесной вырубki при прокладке в лесных районах.

Основным недостатком этой системы является весьма ограниченная возможность «копирования» складок местности, что при пересеченном рельефе вдоль трассы газопровода приводит к значительному увеличению высоты опор по сравнению со всеми предыдущими системами. В этой системе конструктивно сложнее, чем в предыдущих, решаются узлы врезки арматуры и отводов, а также переходы через железные и автодороги. Разрыв газопровода вызывает его разрушение на значительно большей длине, чем в других системах. Прокладка трубопровода во всех случаях должна осуществляться выше уровня снегового покрова.

Использование этой системы наиболее рационально в случае, когда газопровод на большом протяжении прокладывается на местности со спокойным или слабопересеченным рельефом.

2.2.3 Особенности проведения работ при надземной укладке трубопровода

Все работы по возведению опор и монтажу трубопровода должны проводиться по специально разработанному проекту производства работ. Сооружение опор газопровода следует начинать лишь после проведения всех подготовительных работ. В подготовительный период строительства должны быть выполнены следующие работы: расчистка строительной полосы от пней, леса и кустарника; устройство подъездных путей, съездов, переездов и вдоль трассовых дорог; устройство опорной топогеодезической сети; отвод поверхностных и грунтовых вод; строительство временных баз, складских и прочих подсобно-вспомогательных помещений; устройство зимника.

В связи с тем, что строительство надземных трубопроводов в районах распространения многолетнемерзлых грунтов необходимо вести по принципу сохранения естественного состояния грунтов в мерзлом состоянии,

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

то основные строительно-монтажные работы следует выполнять преимущественно в зимнее время.

В летний период времени могут выполняться следующие работы: заготовка грунта в резервах для отсыпки опор и насыпей; сварка труб в секции на стационарных сварочных базах; сварочно-монтажные работы на трассе; бурение скважин и установка свай на твердомерзлых грунтах; ремонт и подготовка строительной техники и автотранспорта к работе в зимних условиях; испытание трубопровода.

Основной формой организаций строительно-монтажных работ при прокладке надземного трубопровода должна быть поточность выполнения работ от инженерной подготовки трассы до испытания газопровода в строгой технологической последовательности.

Опоры на многолетнемерзлых грунтах следует сооружать с дороги вдоль трубопровода с тем, чтобы исключить возможность нарушения растительно-мохового покрова, сохранить естественный тепловой режим грунтов основания. С той же целью на расстоянии по 100 м в обе стороны от оси трубопровода проезд и маневрирование механизмов следует производить лишь по специально построенным дорогам.

Свайные опоры трубопроводов при надземной прокладке нашли наибольшее распространение и применяются на многолетнемерзлых и талых грунтах, за исключением мерзлого торфа большой мощности и скальных грунтов, содержащих более 15% крупнообломочных включений.

Особенностью свайных опор является зависимость их несущей способности от методов проведения работ по устройству свайных оснований. Сваи необходимо погружать в грунт способами, минимально нарушающими температурный режим основания, не нарушать, а тем более не уничтожать моховой и травяной покровы возле опор; предусмотреть меры против размыва поверхности грунта. Обычные трубчатые сваи погружают в грунт следующими способами: в пробуренные скважины, диаметр которых превышает наибольший размер поперечного сечения сваи, с заполнением

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

скважин грунтовым или цементным раствором; с протягиванием грунта; бурозабивным, т. е. забиваемыми в предварительно пробуренные скважины, диаметр которых не превышает наименьшего размера поперечного сечения сваи; забивным, т. е. сваи забивают в многолетнемерзлые грунты.

Выбор способа погружения свай указывается в проекте и назначается в зависимости от грунтовых и гидрогеологических условий.

Чтобы обеспечить надежность опор трубы на участке трассы с высокотемпературным пластично-мерзлым грунтом - проект должен предусмотреть меры по дополнительному охлаждению мерзлого основания, чтобы повысить его прочность, и консервации мерзлоты.

Наиболее целесообразно для локального охлаждения грунта в местах расположения опор использовать самонастраивающиеся автоматически действующие термоустановки с различными хладагентами (керосин, пропан и др.).

Необходимые сроки охлаждения грунтов оснований и соответственно срока укладки газопровода на опоры зависят от времени погружения термоустановок и назначаются проектом.

Изготавливать металлоконструкции ригелей пилонов следует по детализированным чертежам в соответствии с «Указаниями по проектированию, изготовлению и монтажу строительных стальных конструкций, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур».

2.2.4 Бурение скважин и установка свай

Технологическая схема по бурению скважин и установке свай, состав необходимых машин определяются в проекте производства работ и зависят от гранулометрического состава многолетнемерзлых грунтов, наличия крупнообломочных включений, температурного режима, времени для установки свай, а также конструкций опор свайных.

Глубина скважин и их диаметр определяются на основе несущей способности грунта и геологических изысканий.

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

Проходка скважин с диаметром от 150 до 600 мм и с глубиной до 12 м для установки опор свайных в многолетнемерзлом грунте любого состава и прочности проводят машиной термомеханического бурения, в пластичном однородном вечномерзлом грунте невысокой плотности - машиной вращательного бурения, а также установкой лидерного бурения.

Лидерное бурение используют при создании скважин в пластично-мерзлом однородном грунте, содержащем не больше 30% включений крупнообломочных. Сваи и лидеры забиваются в грунт с использованием серийно выпускаемого вибропогружателя, вибромолота, дизель-молота и др.

При забивке сваи в предварительно пробуренную скважину, диаметр скважины должен быть больше на 50 мм, чем свайный диаметр. При забивке сваи методом забивки в лидерную скважину, диаметр скважины должен быть меньше на 50 мм, чем свайный диаметр. Установка сваи в скважину погружным способом проводят трубоукладчиком, автокраном или буровой машиной, оборудованным грузозахватным механизмом.

Продолжительность между погружением в скважину сваи и бурением скважины в зимнее время не должна быть больше 3 ч.

2.2.5 Монтаж надземных трубопроводов

Монтаж трубопровода после установки опорных частей выполняют двумя способами:

участками от одной мертвой опоры до другой с последующей сваркой замыкающего шва на компенсаторе;

последующим наращиванием непрерывной нитки трубопровода в проектном положении.

Монтажное положение компенсаторов при сварке последнего стыка между мертвыми опорами определяют графиком, представляемым проектом. Сварные узлы изготовляют и испытывают в заводских условиях.

Антивибрационные устройства устанавливают после нанесения изоляции.

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

Точность изготовления опорных частей, ригелей, пилонов, точность обрезки свай, соблюдение стандарта по обрезке кромок импортных труб и их овальности позволяют строить трубопроводы больших диаметров (до 1220, 1420 мм) с допуском ± 4 см.

Антивибрационные устройства устанавливаются после нанесения изоляции.

Точность изготовления опорных частей, ригелей, пилонов, точность обрезки свай, соблюдение стандарта по обрезке кромок импортных труб и их овальности позволяют строить трубопроводы больших диаметров (до 1220, 1420 мм) с допуском ± 4 см.

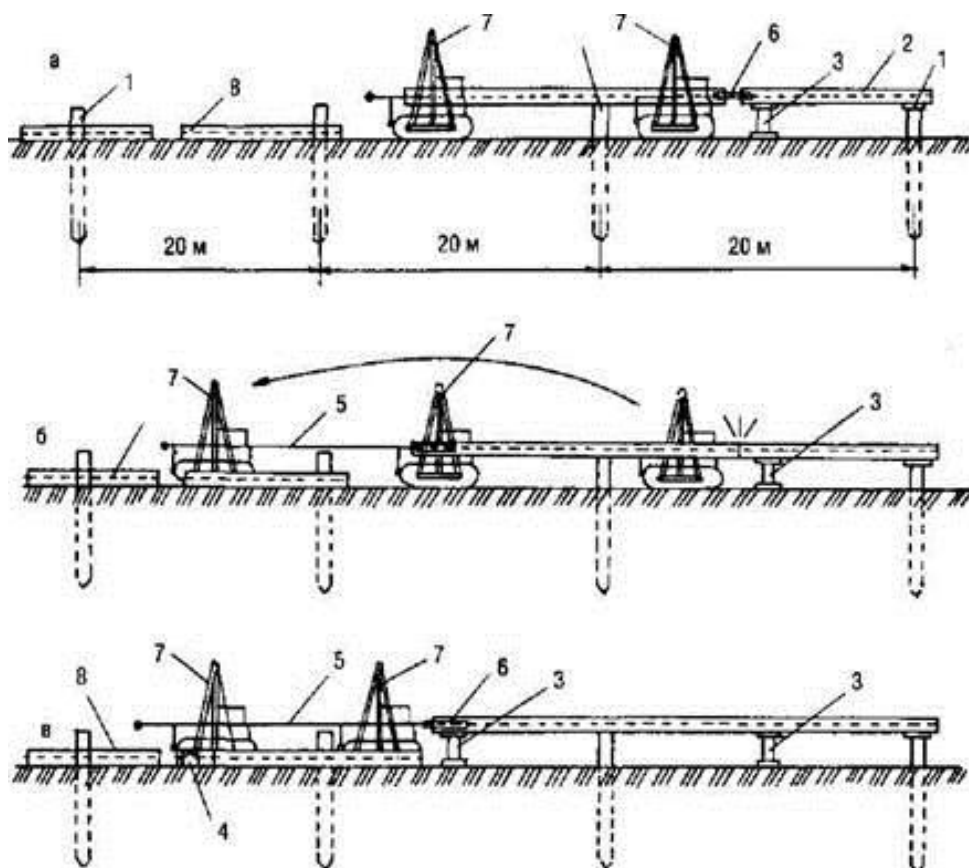


Рисунок 19. – Монтаж плетей на опорах:

а — сборка стыка; б — перемещение центратора; в — подготовка трубы к стыковке; 1 — опора; 2- смонтированный трубопровод; 3 — монтажная опора; 4 — передвижная опора штанги; 5 — штанга; 6 — центратор; 7 — трубоукладчик; 8 — трубы.

2.2.6 Работы по теплоизоляции

Теплоизоляция трубопровода осуществляется с использованием теплогидроизолированных в базовых условиях (заводских условиях) трубных секций, труб, деталей и узлов, предусмотренных в проекте.

Базовому (заводскому) теплогидроизолирующему покрытию трубных секций, труб, деталей и узлов следует отвечать требованию проекта и обеспечить исполнение монтажно - сварочных работ в условиях трассы.

Допуск производства работ по теплоизоляции трубопровода с надземной прокладкой с применением индустриальной комплектной и полносборной теплоизоляционной конструкции на основе теплоизоляционного минераловолокнистого материала и изделия из пенопласта (полуцилиндр, цилиндр, скорлупа), выполненного согласно проекту.

В условиях трассы при отрицательной температуре окружающей среды теплоизоляция из пенополиуретанов для труб надземной и подземной прокладки допускают только элементами базового или заводского изготовления.

Теплоизоляцию газопровода с диаметром больше 720 мм могут осуществлять в теплоизолируемых траншеях (коридорах), теплоизоляция стенок и основания которых делают прямо перед опусканием трубы.

Для теплоизоляции промышленных надземных трубопроводов с применением теплогидроизолированных трубопроводов из пенополиуретанов или скорлуп пенополистирольных, имеющих гидроизоляционнозащитное покрытие из полиэтиленовых лент или алюминиевой фольги, нужно делать через каждые 24 м разделительный пояс с шириной 0,5 м сделанный из трудносгораемого или несгораемого материала с ожеживанием листами металлическими (сталь оцинкованная, лист алюминиевый).

Заделывание стыков теплоизолированной трубы, узлов и деталей, трубных секций проводится после сваривания стыков и включает в себя:

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

нанесение защиты антикоррозионной, теплоизоляция швов промышленными сборными конструкциями (полуцилиндры или скорлупы из полиуретановых пенопластов или изделий минераловатных), нанесение покрытия защитного и герметизация швов.

Стыковой поверхности после сварки и заключении о положительном качестве сваренных соединений перед наложением противокоррозионного слоя нужно быть высушенной и перед этим очищенной от пыли, грязи, шлака, коррозионных продуктов до состояния металлического блеска.

Изоляционное покрытие разрешается наносить слоем грунтовки в условиях трассы на поверхности зоны стыка при температуре окружающей среды не менее -40°C . При температуре среды менее $+3^{\circ}\text{C}$ поверхность которую изолируют нужно подогревать до температуры не менее $+15^{\circ}\text{C}$, при этом не загрязняя ее следами топлива, копоти и т.д.

Грунтовку перед нанесением нужно тщательнее перемешивать до того как исчезнет возможный осадок. Чтобы нанести грунтовку следует применить волосяные окрасочные кисточки или валики поролоновые (возможно применить способ распыления).

Чтобы теплоизолировать зону сварного стыка скорлупу или мат раскраивают по всей длине этой зоны так, чтобы они в пространство между теплоизоляционным покрытием имеющимся на трубах могли плотно входить. В стыковой зоне нанесенное покрытие скрепляется бандажом сделанной из липкой полимерной ленты, после этого наносится слой гидроизоляционный.

Чтобы гидроизолировать слой теплоизоляционный используют ленту полимерную. Лента наносится в два слоя со спиральной намоткой с 50%-ным нахлестом ("сигаретный" способ). На слое заводской изоляции нахлесту нужно быть не меньше 10 см.

На гидроизоляционное покрытие монтируют кожух состоящий из оцинкованного железа или алюминия с толщиной 0,8 мм и с замком в

					<i>Способы прокладки трубопроводов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		72

нижней части трубопровода. Допускают применять алюминиевую фольгу, которая наносится со спиральной намоткой и с нахлестом в 2-3 см.

Теплоизоляция трубопровода надземного, несмонтированного из теплоизолированных труб, осуществляется только после укладки его на опоры по проекту. Поверхности трубопровода при этом следует быть очищенной и гидроизолированной слоем грунтовки с толщиной в 100-130 мкм и слоем из одной полимерной липкой ленты. Теплоизоляцию гидроизолированного трубопровода проводят с использованием монтажа скорлупы, сделанного из слоя полиуретана вспененного и адгезированного фольгоизола на внешнем слое к нему во время образования скорлупы.

Фольгоизолу следует иметь кромки выступающие за пенопласт с шириной до 10 см, чтобы гидроизолировать продольный стык. Гидроизоляция поперечных стыков производится нанесением полимерной ленты по слою грунтовки "сигаретным" методом намотки трех слоев.

Во время производства теплоизоляционных работ нужно соблюдать все требования по технике безопасности, которые были установлены документами нормативными по применению и производству работ с применением указанных материалов, а также требования, изложенные в СП 71.13330.2017 «Изоляционные и отделочные покрытия».

Отходы от производства изделий из пенополиуретана (полуцилиндр, скорлупа и покрытие трубопровода) рекомендуется зарывать на глубину не менее 2 м в специально отведенном месте. А сжигать отходы изделий из пенополиуретана можно только в печах, имеющих устройство улавливающее вредные газы, образуемые при горении CH_4 , CO , HCl и т.д.

					Способы прокладки трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

3. Анализ способов прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах

В процессе строительства и эксплуатации трубопроводных систем происходит вживание их техногенных элементов в естественную природную среду, которое самым непосредственным образом сказывается на динамике изменения мерзлотного слоя.

При освоении регионов с вечномерзлыми грунтами все чаще отдается предпочтение надземному способу прокладки трубопроводов. Но нередко практика показывает неоправданность такого решения. Например, при введении в эксплуатацию установки комплексной подготовки газа на Заполярном ГНКМ в 2002 г. через три года в ее зоне стал наблюдаться подъем трубопроводов в виде арок над ростверками надземных опор.[18]

Транспортировка добываемого газа от кустовых площадок Заполярного ГНКМ до установки комплексной подготовки газа (УКПГ) осуществляется по трубопроводам подземной прокладки, диаметром. Так как температура транспортируемого газа положительная, при взаимодействии газопроводов с многолетнемерзлыми грунтами (ММГ) происходит их оттаивание и осадка трубопроводов. Это ведет к деформированию трубопроводов и возрастает риск возникновения аварийных ситуаций.

К наиболее аварийноопасным относятся участки газопроводов на подходе к зданиям переключающей арматуры (ЗПА) УКПГ, где газопроводы переходят из подземной в надземную прокладку.

Как показали результаты маркшейдерской съемки МГС ООО «Ямбурггаздобыча» выполненной в 2004-2005 гг подъем труб над ростверками надземных опор составил:

по ЗПА-1 до 130 мм, по замерам на 06.08.04 г.,

по ЗПА-2 до 520 мм по замерам на 13.10.04 г.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов</i>		
Разраб.		Васильев Е.П.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Креп В.Г.				74	116
Консульт.					НИ ТПУ ГРУППА		ИШПР 254А
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					

Максимальные деформации подъема труб наблюдаются на надземных опорах среднего ряда. Очевидно, что такой подъем вызван осадками труб в подземной части газопроводов, при этом подземная свайная опора играет роль опоры рычага.

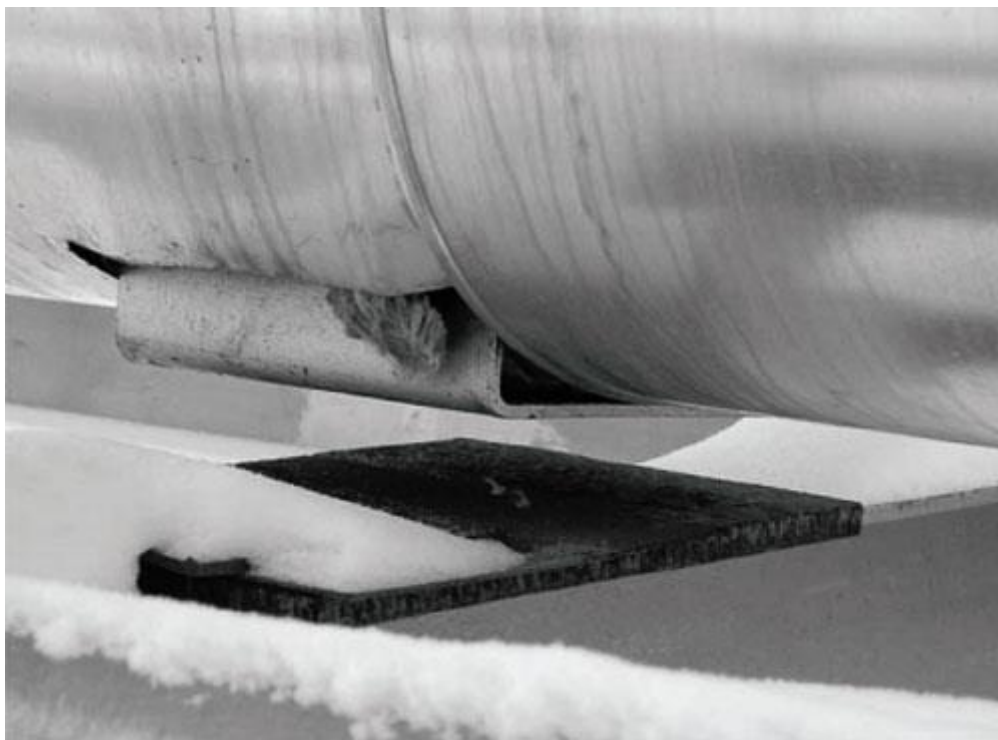


Рисунок 20. – Подъем газопроводов над опорами на входе в ЗПА-1 и ЗПА-2

Естественные процессы подчинены нулевому годовому теплообороту, благодаря которому мерзлые массивы и реликтовые образования сохраняются в неизменном состоянии. Строительство и эксплуатация трубопроводов нарушают это состояние.

Оттаивание и промерзание мерзлых грунтов может сопровождаться такими процессами, как пучение, осадка, термокарст, солифлюкция и др., что сильно осложняет обеспечение проектного положения трубопроводов и самым негативным образом сказываются на техническом состоянии их трассы.

Согласно СП 36.13330.2012 для магистральных трубопроводов в условиях вечномёрзлых грунтов предусматривается не только подземная прокладка трубопроводов, но и при соответствующем обосновании

					Анализ способов прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

допускаются наземный (в насыпи) и надземный способы прокладки. Выбор способа прокладки трубопровода — достаточно сложная задача.

Рассмотрим каждый способ в отдельности:

Подземная прокладка. Опыт строительства на вечномёрзлых грунтах показывает, что классические технические решения абсолютно непригодны и даже расточительны в финансовом отношении. Поэтому очевидна необходимость разработки и применения новых технических решений с учетом долгосрочных прогнозов и управлением температурным режимом грунтов оснований, способных компенсировать или предупредить отрицательное воздействие тепла для существующих, строящихся и проектируемых площадочных и линейных сооружений.

Сооружая коммуникации в районах многолетнемерзлых грунтов часто нарушают тепловое естественное равновесие, вследствие этого происходит оттаивание подстилающих грунтов и затем осадка сооружения. Укладку труб сопровождают нарушения целостности у мерзлого массива. В эксплуатационный период труба оказывает влияние теплового характера на окружающую среду. Из-за этого прокладка трубопровода в районах многолетнемерзлых грунтов рассматривается грубым нарушением теплообменного баланса. Даже если температура трубы равняется температуре прилегающих грунтов, изменяется гидрологический режим, появляется эффект барражный, нарушается условия тепломассообмена активного поверхностного слоя грунтового массива.

Следовательно, эксплуатация магистрального трубопровода в условиях многолетнемерзлых грунтов, должна быть не только энергоресурсосберегающим, но и экологически безопасным.

Поэтому нужно исполнение следующих условий:

исполнение требований экологической безопасности по окружающей среде — ограничение под трубой ореола протаивания;

					Анализ способов прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

предупреждение заземлений трубопроводов из-за бугров пучения, что снижет риск появления аварийной ситуации – повышение надежности;
 оптимизация, из условия минимума затрат;
 соответствие нормам технологического проектирования параметров магистральных трубопроводов.

Если управлять процессом тепломассообмена, возможно поддержать на постоянном уровне нулевой теплооборот на поверхности массива, то есть можно обеспечить экологическое равновесие и восстановить нарушенный радиационно-тепловой баланс.

Уравнение радиационно-теплого баланса грунта в ненарушенном тепловом состоянии, представляющее из себя равенство расхода и прихода тепла на поверхности массива[19]:

$$q_n = q_p + q_{об} - q_l - q_k - q_i \quad (5)$$

где:

q_n - тепловой поток в почву;

q_p - поток солнечной радиации;

$q_{об}$ - источники (стоки) тепла;

q_l - лучистый поток за счет излучения поверхности;

q_k - конвективный поток от поверхности в воздух;

q_i - теплота, обусловленная испарением.

Чтобы сохранить окружающую среду нужно обеспечить сбалансирование тепловых потоков у поверхности массива и после работ по укладке трубопроводов. Поэтому нужно и необходимо, чтобы изменение температуры поверхности у деятельного слоя оставался прежним. По другому, тепловой поток исходящий из стенки трубопровода в грунт не

					Анализ способов прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

должен достичь грунтовой поверхности. Это возможно тогда, когда, теряемая жидкостью при транспортировке по трубе, теплота полностью тратится для фазового превращения при продвижении границы вокруг трубопровода промерзания - протаивания грунта.

В этой постановке нашей задачи тепловой удельный поток от трубопровода в грунт изменяется в течение года в пределах $q_{\min} \dots q_{\max}$. При том ореол протаивания увеличится в летнее время и уменьшится в зимний период, оставшись в этих пределах: $D_{0\min} \dots D_{0\max}$.

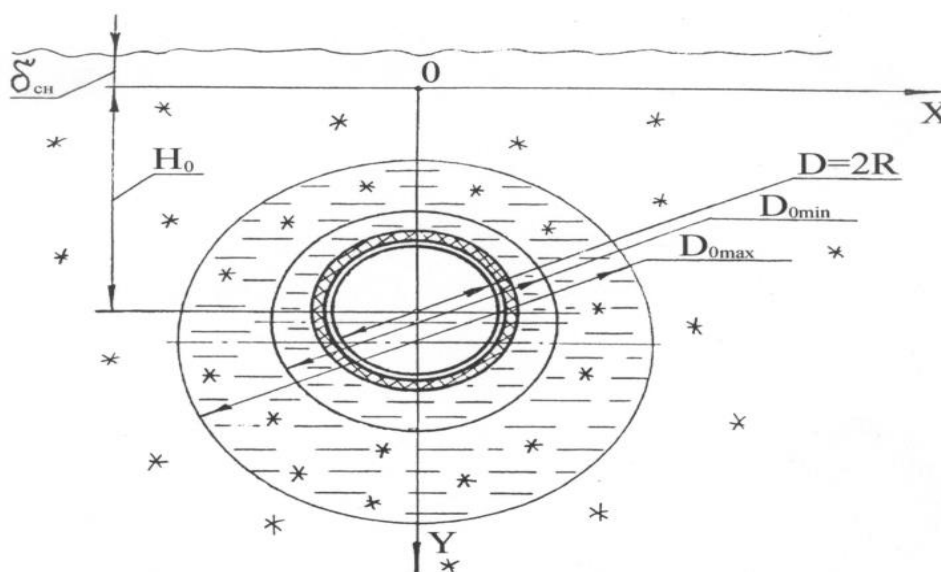


Рисунок 21. – Подземный трубопровод с регулируемым протаивающим ореолом[19]

Поэтому, путем регулировки тепловых потерь q возможно поддержать вокруг трубопровода талик в допустимых пределах. При том наблюдается два момента:

ограничивание талой зоны до $D_{0\max}$ обеспечивает сохранение окружающей среды, то есть грунт в массиве останется мерзлым;

ограничивание талой зоны до $D_{0\min}$ не дает возможность разрыву разорвать трубопровод из-за морозного пучения грунтов, так как трубопровод в талом грунте потенциально имеет подвижность.

Значение теплотерь возможно регулировать изменяя расход Q или температуру t перекачиваемого продукта, изменяя тем же самым тепло трения.

Уравнение теплового баланса для участка трубопровода длиной dz [19]:

$$- Q \times \rho \times c \times dt = K \times \pi \times D \times (t - t_e) \times dz - Q \times \rho \times g \times i \times dz \quad (6)$$

где:

Q - объемный расход;

ρ, c - плотность и удельная теплоемкость нефти;

t - температура нефти;

K - коэффициент теплопередачи;

D, z - внутренний диаметр и координата длины трубопровода;

i - гидравлический уклон;

t_e - температура грунта на глубине заложения оси трубопровода в ненарушенном тепловом состоянии, $t_e = T_e - 273,15$.

Следует отметить, что это выгодный и экономичный вариант решения проблемы, так как не требует дополнительных затрат. Но при данном способе прокладки трубопроводов возникает необходимость в разработке многолетнемерзлых грунтов. А это очень существенный недостаток, так как надёжность и долговечность сооружений тем выше, чем меньше нарушено природное мерзлотно-грунтовое состояние основания сооружения. Поэтому при проектировании и строительстве необходимо максимально сохранять естественное природное состояние многолетнемерзлых грунтов.

Дело в том, что вечномерзлые грунты кардинально отличаются от грунтов обычных по своему составу и строению. Они «вечны» при стабильной обстановке в районах их распространения. Но даже простая

					Анализ способов прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

расчистка растительного покрова может настолько изменить температуру поверхности, что лёд, содержащийся в грунте, начинает таять. В результате чего снижается несущая способность грунта, приводя к разрушению сооружений.

Многолетняя мерзлота может обеспечить превосходную несущую способность для восприятия нагрузок от сооружений, но только при условии её сохранности и естественного температурного режима.

В настоящее время существуют различные способы, предотвращающие прогрессирующие таяние под сооружениями за счет использования естественного холода. К ним относятся горизонтальные трубчатые системы замораживания и температурной стабилизации грунтов и вертикальные трубчатые системы замораживания.

При строительстве линейной части трубопроводов также можно использовать трубчатые сезонно- охлаждающие устройства (СОУ) для поддержания несущей способности грунта в мерзлом состоянии.

Надземная прокладка. Этот способ находит все большее применение несмотря на то, что практика эксплуатации надземных трубопроводов в северных регионах, в частности Транс-Аляскинского нефтепровода, показала, что даже высокотехнологические опоры, снабженные трубчатыми системами промораживания грунтов и рассчитанные с учетом сейсмической активности районов прохождения трассы, не обеспечивают безаварийной эксплуатации трубопровода.

Как показывает практика эксплуатации таких систем и экспериментальные исследования искусственное промораживание грунтов может явиться причиной другого опасного явления — пучения грунтов. Возникают искусственно наведенные бугры пучения.

Величина выпучивания свай, в силу неоднородности и различия структуры грунтов может быть неравномерна по трассе, и годовой прирост может достигать нескольких десятков сантиметров. Это приводит к изменению положения оси трубопровода, потере устойчивости и авариям.

					Анализ способов прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Многие исследователи считают, что в условиях Крайнего Севера целесообразнее использовать наземный способ прокладки. Однако конструкция наземных опор должна строго удовлетворять не только требованиям экономичности, но и экологической безопасности. Из-за использования тяжелой техники для забивки свай под опоры трубопровода, вокруг металлических свай образуется протаивание, оврагообразование, нарушающее несущую способность свай, что плохо удовлетворяет вышеуказанным требованиям. Кроме того, применение специальных трубчатых термосвай повышает стоимость проекта и усложняет строительство, но не защищает от выпучивания свай.

Наземный способ прокладки. Сравнивая наземную прокладку с другими способами можно отметить следующее:

силовое взаимодействие подземных магистральных трубопроводов с грунтами при их эксплуатации в условиях Крайнего Севера, в силу морозного пучения и оттаивания, может приводить к существенным немонокотонным деформациям металла труб и, в конечном счете — к аварийным ситуациям;

при наземной прокладке нередки случаи выпучивания свай, что приводит к потере проектного положения и, как следствие, обрушению конструкции. Учитывая, что далеко не во всех случаях обычный подземный и широко применяемой в северных регионах наземный способы могут быть надёжными, рассмотрим вариант наземной прокладки.

Наземный способ прокладки предельно соответствует принципу наименьшего вторжения в грунтовый массив.

В качестве обоснования возможности и целесообразности наземного (в насыпи) способа прокладки трубопроводов в условиях вечномёрзлых грунтов рассмотрим основные его положительные стороны:

1. Нет необходимости в разработке траншеи, что в условиях мерзлых грунтов весьма затруднительно, а нередко и недопустимо. Соответственно

					Анализ способов прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

это упрощает технологию работ, что немаловажно для строительства на Севере в зимних условиях, и снижает затраты.

2. По сравнению с подземной прокладкой не нарушается растительный покров, на восстановление которого потом уходят десятилетия. Мерзлое основание остается нетронутым. Отсыпанная поверх мохорастительного слоя насыпь не нарушает его и как следствие не ухудшает природное мерзлотное состояние основания.

3. При прокладке змейкой и в насыпи трубопровод самопроизвольно компенсирует возможные температурные напряжения в теле трубы и деформации.

4. Температурный режим трубопровода возможно выбрать таким, что даже при нарастании бугра пучения защемления трубопровода не произойдет. Согласно установленному регламенту труба проплавит промерзающий грунт, так как скорость продвижения талика в зимние месяцы будет превышать «встречную» скорость нарастания бугра пучения.

5. При надземной прокладке (на сваях) трубопровод подвержен колебаниям от ветровой нагрузки, перемещениям от температурных перепадов и т.д. Эти чрезмерные нагрузки исключаются при прокладке трубопроводов в насыпи.

6. При наземной прокладке трубопровода не требуется свайных или плитных фундаментов и металлических опор. Трубы с теплоизоляцией или без неё в оцинкованном кожухе укладываются в насыпи.

7. Для трубопроводов не нужны термостабилизаторы, так как нет необходимости замораживать основание под подошвой насыпи.

8. При наземной прокладке полностью исключается балластировка пригрузами при переходе через обводненные и заболоченные участки.

9. Нефтепроводы в насыпи являются самыми надежными в сейсмически неустойчивых районах, поскольку труба не испытывает существенных дополнительных усилий от сейсмических воздействий, не имея с природным массивом жесткой связи.

					<i>Анализ способов прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

10. И наконец, обращаясь к промышленному опыту, отметим, как весьма положительную оценку, меньшую вероятность отказов на наземных участках трубопроводов. Анализ эксплуатации газопровода Соленинское–Месояха–Норильск показал, что вероятность отказов при наземной прокладке значительно ниже, чем при других способах прокладки. Так, частота отказов на 1 км трассы на подземных участках составляет около 3, на надземных — 0,42, на наземных — 0,13, причем распределение отказов зависит от типа грунта, а наименьшее число отказов приходится на участки открытой наземной прокладки. При этом под отказами имеют в виду: при подземной прокладке — разрывы газопровода, как правило, вследствие пучения грунтов, при надземной прокладке – трещины усталостного характера вследствие вибраций многопролетного газопровода при пучении одной или нескольких опор, при открытой наземной прокладке – потеря устойчивости и образование гофр.

К отрицательным моментам наземной прокладки можно отнести:

1. Необходимость обеспечения безопасности людей и экологии в случае аварии трубопровода, но это в равной степени относится к любому способу прокладки.

2. Как и в случае надземного способа прокладки необходимо предусматривать места миграции животных и проезда транспорта.

					<i>Анализ способов прокладки трубопровода в многолетнемерзлых грунтах</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

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.

5.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, заключающийся в выявлении факторов внешней и внутренней среды, оказывающих влияние на реализацию проекта. Факторы делятся на четыре категории: сильные стороны, слабые стороны, возможности и 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>Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васильев Е.П.</i>			<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					90	116
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ИШПР ГРУППА 2Б4А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

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

Результаты SWOT-анализа исследования, представлены в таблице 4.

Таблица 4. – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применяемые методики соответствуют требованиям нормативных документов; 2. Простота расчетов не требует специальной аппаратуры; 3. Экономическая эффективность и ресурсоэффективность проекта; 4. Экологичность проекта; 5. Обеспечивается эксплуатационная надежность объекта исследования; 6. Относительно низкая стоимость реализации проекта. 	<p>Слабые стороны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сложность верификации результатов исследования; 2. Условия, в которых должен находиться объект исследования, имеют ограничения; 3. Исследованы только типовые технические решения; 4. Возможная недостоверность некоторых исходных данных; 5. Результаты исследования не могут быть напрямую применены для других объектов.
<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Использование инновационной структуры ТПУ; 2. Сотрудничество с заинтересованными компаниями; 3. Повышение спроса на продукт; 4. Рост стоимости материалов и работ; 5. Раскрытие информации по реализованным проектам. 	<p>Стратегия при сопоставлении сильных сторон и возможностей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Использование базы ТПУ и опыта нефтегазовых компаний для развития проекта, повышения его экономической эффективности и экологичности; 2. Учет пожеланий заказчиков при соблюдении требований нормативных документов; 3. Отслеживание текущей стоимости материалов и работ для поддержания актуальности проекта; 4. Корректировка методов расчетов для приведения результатов в соответствие с фактическими данными. 	<p>Стратегия при сопоставлении слабых сторон и возможностей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Развитие возможностей применения проекта для различных условий и исходных данных; 2. Использование исходных данных, полученных от компаний-партнеров; 3. Создание электронной программы для удобства использования проекта; 4. Поиск новых ресурсоэффективных технологий; 5. Корректировка исходных данных и проверка достоверности результатов исследования.

<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конкуренция с подобными проектами; 2. Отказ нефтегазовых компаний от освоения районов криолитозоны; 3. Изменение нормативно-правовой базы; 4. Изменение климатических условий, в которых находится объект исследования; 5. Появление новых технологий. 	<p>Стратегия при сопоставлении сильных сторон и угроз:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Развитие проекта при поддержании конкурентной стоимости; 2. Переориентация проекта 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. 	<p>Стратегия при сопоставлении слабых сторон и угроз:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Создание продукта, позволяющего производить расчет объектов с различными свойствами, находящихся в различных условиях; 2. Развитие проекта для возможности исследования объектов других отраслей промышленности; 3. Развитие проекта для возможности исследования новых технических решений.
---	---	--

5.3 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.

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 5.

**Таблица 5. – Оценка степени готовности научного проекта к
коммерциализации**

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	4
Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	2
Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	1
Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	4
Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	5
Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	4
Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	5
Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
Итого	44	45

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и		Лист
					ресурсосбережение		93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

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.

5.4 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 работа, 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 6.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

Таблица 6. – Диаграмма Ганта

Вид работ	Исполнители	Длительность работ, дни	Продолжительность выполнения работ																	
			январь			февраль			март			апрель			май					
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Выбор темы исследования	Крец В.Г. Васильев Е.П.	7			■															
Обзор литературы по теме исследования	Васильев Е.П.	43				■	■	■	■	■										
Постановка целей и задач, определение исходных данных	Крец В.Г. Васильев Е.П.	7																		
Выполнение расчетов в рамках исследования	Васильев Е.П.	40																		
Обсуждение результатов	Крец В.Г. Васильев Е.П.	15																		
Оформление расчетно-пояснительной записки	Васильев Е.П.	15																		

«Синий» - студент;

«Черный» - руководитель.

5.5 Оценка экономической эффективности реализации результатов исследования

Одной из сильных сторон проекта была указана его экономическая эффективность, которая заключается в экономии ресурсов при строительстве линейной части магистрального нефтепровода на многолетнемерзлых грунтах за счет дифференцированного подхода к выбору способа прокладки и инженерной защиты в зависимости от конкретных условий. Однако данный тезис должен быть подтвержден результатами экономических расчетов.

Интегральный показатель финансовой эффективности показывает во сколько раз применение оптимального варианта удешевляет строительство

по сравнению с самой дорогой из предложенных технологий, которая при отсутствии дифференцированного подхода могла быть применена в данных 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.

5.6 Расчет сметной стоимости строительства участка нефтепровода

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, суммы социальных отчислений и накладных расходов.

Для расчета прямых затрат на строительно-монтажные работы необходимо, определить объем работ и количество используемых материалов при подземной и надземной прокладке нефтепровода на участке многолетнемерзлого грунта протяженностью 300 м. Путем умножения объема работ и количества материалов на их стоимость рассчитываются прямые затраты на строительство.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

В данной работе сметная стоимость строительства участка магистрального нефтепровода на многолетнемерзлом грунте рассчитывается ресурсно-индексным методом, предложенный в работе М. С. Слободяна «Основы строительного дела». 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 Приказом министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Красноярского края от 31.01.2018 № 82-404/4 «Об индексах изменения сметной стоимости строительного-монтажных работ».

Едиличные расценки на работы и материалы в текущих ценах определяются по данным «Территориальных сметных нормативов» с учетом индексов.

Для выбранного района строительства едиличные расценки на материалы и оборудование с учетом доставки на первый квартал 2018 года представлены в таблице 7.

Таблица 7. – Едиличные расценки на материалы и оборудование

Наименование	Количество	Стоимость, руб.
Песок строительный	1 м3	1551,5
Плиты пенополистирольные сегментные	1 м3	13890,0
Труба стальная	1 м	16298,8
Труба стальная в заводской тепловой изоляции	1 м	17999,3
Опора надземного трубопровода	1 шт.	63216,8
Свая бетонная с обсадной колонной	1 м	4613,9
Термостабилизатор	1 шт.	55 678,9

Для выбранного района строительства единичные расценки на строительно-монтажные работы на первый квартал 2018 года представлены в таблице 8.

Таблица 8. – 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
Рытье траншеи экскаватором на каждые следующие 0,2 м	1 км	11371,8	99203,8	17843,8	128419,4
Разработка грунта экскаватором	1000 м3	1142,8	46700,9	8243,1	56086,9
Засыпка траншеи бульдозером	1000 м3	-	25539,2	6635,4	32174,6
Укладка тепловой изоляции на дно траншеи	1 м3	1773,3	738,6	-	2511,9
Сварка стыков	1 шт.	2229,6	2450,3	230,4	4910,3
Ультразвуковой контроль сварных швов	1 шт.	1284,0	196,3	50,8	1531,2
Укладка подземного трубопровода	100 м	46716,1	114297,9	7563,1	168577,2
Установка свай	1 м	745,2	2899,1	460,4	4104,5
Монтаж свайных опор	1 шт.	8457,7	16536,6	214,6	25208,9
Монтаж надземного трубопровода	100 м	42796,8	171841,3	12338,7	226976,7

Расчет сметной стоимости строительства участка подземного нефтепровода без проведения мероприятий инженерной защиты представлен в таблице 9.

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

Таблица 9. – Сметная стоимость строительства участка нефтепровода

Материалы					
Наименование	Количество	Стоимость, руб.			
Труба стальная	300 м	4889630,1			
Песок строительный	225,9 м3	350483,9			
		5240114,0			
Строительно-монтажные работы					
Наименование	Количество	Стоимость, руб.			
		Оплата труда рабочим	Эксплуатация машин	Оплата труда машинистов	Общая
Рытье траншеи экскаватором на глубину 1,6 м	0,3 км	13783,1	165159,8	29726,6	208669,5
Рытье траншеи экскаватором на следующие 1,5 м	0,3 км	25586,6	223208,6	40148,6	288943,8
Разработка грунта экскаватором	225,9 м3	258,2	10549,7	1862,1	12670,0
Засыпка траншеи бульдозером	1160 м3	-	29625,5	7697,1	37322,6
Сварка стыков	31 шт.	69117,6	75959,3	7142,4	152219,3
Ультразвуковой контроль сварных швов	31 шт.	39804,0	6085,3	1574,8	47464,1
Укладка подземного трубопровода	300 м	140148,3	342893,7	22689,3	505731,3
		288697,8	853481,9	110840,9	1253020,6
Страховые взносы					
Фонд оплаты труда, руб	Размер, % от фонда оплаты труда		Сумма, руб.		
399538,7	30		119861,6		
Накладные расходы					
Сметная стоимость, руб	Размер, % от сметной стоимости		Сумма, руб.		
6612996,2	15		991949,4		
Итого					
Материалы, руб	Эксплуатация машин и оборудования, руб	Заработная плата, руб.	Социальные отчисления, руб.	Накладные расходы, руб.	
5240114,0	853481,9	399538,7	119861,6	991949,4	
Условная сметная стоимость, руб.			7604990,6		

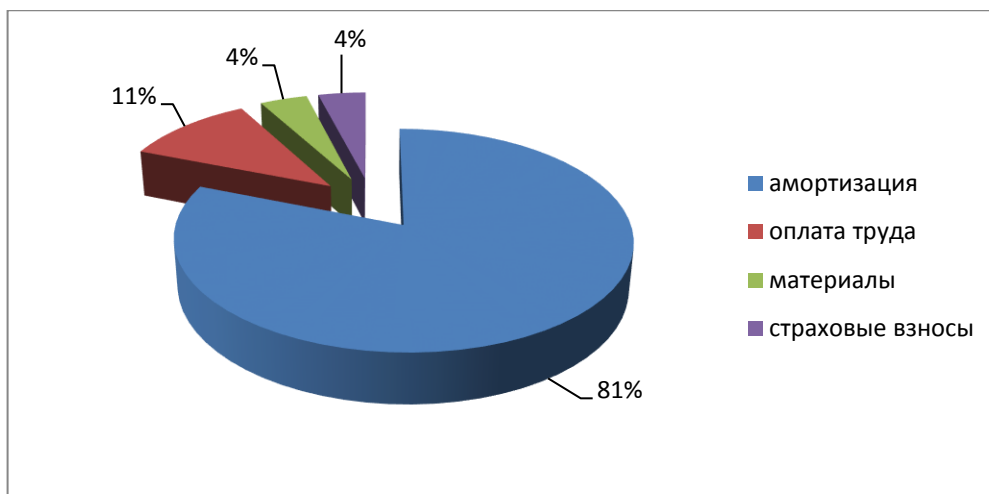


Рисунок 22. Структуры затрат на выполнение работ

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.

6. Социальная ответственность

Методика выбора оптимального способа прокладки линейной части магистрального нефтепровода в районах распространения многолетнемерзлых грунтов основывается не только на экономической эффективности внедрения результатов исследования в производство. Обязательным условием применения технологии прокладки и инженерной защиты трубопровода является обеспечения требуемых параметров напряженно-деформированного состояния сооружения в течение всего срока эксплуатации. Это необходимо для обеспечения безаварийной эксплуатации магистрального нефтепровода и, следовательно, сведения к минимуму негативного воздействия объекта исследования на экологическую обстановку района прокладки.

В данном разделе проведен анализ возможных опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при прокладке объекта исследования и даны рекомендации по обеспечению производственной безопасности. Определена степень влияния магистрального нефтепровода на окружающую среду в штатных условиях эксплуатации. Также рассмотрен вариант чрезвычайной ситуации на объекте, рассчитан возможный ущерб, наносимый окружающей среды и перечислены меры по ликвидации последствий происшествия и профилактике их возникновения в будущем.

6.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов до приемлемого уровня.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
					<i>Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов</i>		
Разраб.		Васильев Е.П.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.				101	116
Консульт.					НИ ТПУ ГРУППА		ИШПР 254А
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					

Опасными производственными факторами называются факторы, приводящие к травме, в том числе смертельной.

К вредным производственным факторам относят факторы, приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания.

Перечень опасных и вредных производственных факторов, воздействие которых возможно при выполнении перечисленных работ представлен в таблице 10.

Таблица 10. – Опасные и вредные факторы при прокладке объекта исследования

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1.Подготовительные работы; 2.Земляные работы; 3.Монтажные работы; 4.Изоляционно-укладочные работы.	1.Отклонение параметров климата на открытом воздухе; 2.Повышенный уровень шума; 3.Тяжесть и напряжённость физического труда.	1.Ожоги при сварке; 2. Повреждения в результате контакта с хищными животными и пресмыкающимися; 3.Поражение электрическим током;	MP 2.2.7.2129-06 [20]; СанПиН 2.2.2776-10 [21]; СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [22]; ГОСТ 12.1.003-83 [23]; ГОСТ 12.3.003-86 [24]; ГОСТ 12.1.038-82 [25]; ГОСТ 12.1.008-76[26].

6.2 Анализ вредных производственных факторов

6.2.1 Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Источником формирования данного вредного производственного фактора могут являться плохие метеорологические условия, в результате которых возможно отклонение показателей микроклимата в рабочей зоне. Отклонение показателей микроклимата может привести к ухудшению общего самочувствия рабочего и стать причиной заболевания.

Согласно MP 2.2.7.2129-06 «Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых

помещениях», работы в охлаждающей среде должны проводиться при соблюдении требований к мерам защиты работников от охлаждения.

Работающие на открытой территории в холодный период года должны быть обеспечены комплектом СИЗ от холода, имеющим теплоизоляцию, соответствующую для различных климатических регионов.

Во избежание локального охлаждения тела работников и уменьшения общих теплотерь с поверхности тела, их следует обеспечивать перчатками, обувью, головными уборами, имеющими соответствующую теплоизоляцию.

В целях нормализации теплового состояния, температура воздуха в местах обогрева должна поддерживаться на уровне 21—25 °С. Помещение следует оборудовать устройствами для обогрева кистей и стоп, температура которых должна быть в диапазоне 35—40 °С.

При разработке внутрисменного режима работы на период рабочей смены следует ориентироваться на допустимую степень охлаждения работающих, регламентируемую временем непрерывного пребывания на холоде и временем обогрева.

При определении продолжительности однократного за рабочую смену пребывания на холоде можно ориентироваться на предельно допустимую степень охлаждения человека

6.2.2 Тяжесть и напряженность физического труда

Магистральный трубопровод, прокладываемый в рассматриваемом районе, характеризуется большой протяженностью и значительной удаленностью его участков от населенных пунктов. В связи с этим, работникам длительное время приходится проводить в командировках, что сопровождается тяжелым и напряженным трудом. Основным при выполнении работ является физический труд, в результате которого происходит утомление мышц и снижение мышечной деятельности человека. Тяжелый и напряженный физический труд может повлиять на общее самочувствие рабочего и привести к развитию различных заболеваний.

					Социальная ответственность	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для работников согласно СанПиН 2.2.2776-10 допустимые показатели физической нагрузки имеют следующие значения:

- Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг·м) до 46000 кг·м;
- Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную до 30 кг;
- Стереотипные рабочие движения до 40000 за смену;
- Наклоны корпуса до 100 за смену;
- Перемещения в пространстве до 8 км по горизонтали, до 2,5 км по вертикали.

Для снижения результатов воздействия данного фактора необходимо чередование периодов работы и отдыха. У людей, занятых тяжелым и напряженным физическим трудом, должен быть нормированный рабочий день с обеденным перерывом и периодическими кратковременными перерывами, а также должна быть увеличена заработная плата и продолжительность отпуска.

6.2.3 Повышенный уровень шума

Источниками шума в полевых условиях являются звуки, вызванные в результате производственной деятельности объектов, используемого транспорта. Действие шума на человека определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе и нервную систему.

Громкость ниже 80 дБ обычно не влияет на органы слуха.

Длительное действие шума > 85 дБА в соответствии с нормативными документами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и ГОСТ 12.1.003-83, приводит к постоянному повышению порога слуха, к повышению кровяного давления.

Основные методы борьбы с шумом:

- Снижение шума в источнике (применение звукоизолирующих средств);
- Снижение шума на пути распространения звука;
- Средства индивидуальной защиты (СИЗ): наушники;
- Использование средств автоматики для управления технологическими

					Социальная ответственность	Лист
						104
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- процессами;
- Соблюдение режима труда и отдыха.

6.3 Анализ опасных производственных факторов

6.3.1 Ожоги при сварке

Сварку плетей и труб в нитку производят ручной электродуговой сваркой. Для ручной электродуговой сварки существует несколько опасных факторов воздействий на сварщика: поражение электрическим током при прикосновении человека к токовыводящим частям электрической цепи; поражение лучами электрической дуги глаз и открытой поверхности кожи; ожоги от капель брызг металла и шлака при сварке; взрыва в результате проведения сварки вблизи легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ; травмы различного рода механического характера при подготовке трубопровода к сварке и в процессе сварки.

Для предохранения от брызг расплавленного металла и излучения сварочной дуги, сварщик должен носить положенную спецодежду и спецобувь, а глаза и лицо закрывать специальной маской или щитком со светофильтром. Электросварщику следует работать на резиновом коврике, пользоваться диэлектрическими перчатками. Рабочие места должны быть снабжены индивидуальными аптечками и индивидуальными средствами пожаротушения. Для тушения электрооборудования должны быть применены углекислотные огнетушители.

6.3.2 Повреждения в результате контакта с хищными животными и пресмыкающимися

Столкновение работников с этими животными вполне вероятно при работе на трассе трубопровода в определенные периоды года и может привести к получению травм и, в отдельных случаях, к летальному исходу.

Для устранения негативного воздействия данного опасного фактора необходимо обеспечить персонал обувью, защищающей от укусов змей, а также спецсредствами, позволяющими отпугивать диких животных, которые намерены напасть на работников. На случай нападения животных и укусов

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						105
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

змей у бригады, работающей на трассе, с собой должны находиться сыворотка от змеиного яда, а также средства для оказания первой помощи при переломах и рваных ранах. Все сотрудники должны уметь оказывать первую медицинскую помощь.

6.3.3 Поражение электрическим током

Опасность поражения электрическим током существует при работе с прорезными устройствами типа МРТ и при сварке.

Значение напряжения в электрической цепи должно удовлетворять ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов».

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях:

- При прикосновении человеком, неизолированного от земли, к нетоковедущим металлическим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением из-за замыкания на корпусе;
- При однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением.

Защита от электрического тока делится на два типа:

1. коллективная,
2. индивидуальная.

С целью предупреждения рабочих об опасности поражения электрическим током широко используются плакаты и знаки безопасности.

Мероприятия по созданию безопасных условий:

- инструктаж персонала;
- аттестация оборудования;
- соблюдение правил безопасности и требований при работе с электротехникой.

От оголенных токоведущих частей:

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

- изоляция ТВЧ;
- ограждения;
- прокладка ТВЧ на недоступной высоте.

От металлических частей

- заземление, зануление;
- СИЗ до 1000В (диэлектрические перчатки, инструменты и т.д.).

6.4 Экологическая безопасность

На современном этапе отношение человека к природе в нашей стране регулируются Федеральным законом от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды". Данный документ определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

6.4.1 Защита атмосферы

Загрязнение атмосферы при эксплуатации линейной части магистрального нефтепровода возможно при аварийных разливах нефти. При попадании нефти на воздух происходит испарение ее фракций, многие из которых обладают токсическими и раздражительными свойствами. В случае возгорания разлившейся нефти также образуются токсичные вещества, опасные для живых организмов.

Для предотвращения аварийных разливов нефти необходимо повышать эксплуатационную надежность магистрального нефтепровода.

6.4.2 Защита гидросферы

При попадании в водный объект нефти и нефтепродуктов погибает часть фауны в зоне распространения нефтяного пятна, загрязняются его берега. Тяжесть последствий при разливе нефтепродуктов определяется

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

соотношением между размерами водоема и количеством попавшей в него нефти. Последствия такого воздействия могут ощущаться длительное время.

При аварийном разливе нефти по водной поверхности решаются три основные задачи: локализация, сбор и удаление нефти с поверхности воды. Причем все они должны решаться быстро, так как с потерей времени решение их осложняется вследствие того, что в попавшей в водоемы нефти происходит химическое и биологическое окисление, испарение легких фракций.

6.4.3 Защита литосферы

Попадание нефти и нефтепродуктов в почву приводит к снижению биологической продуктивности ее и фитомассы растительного покрова. Характер и степень влияния нефти и нефтепродуктов определяются видовым составом растительного покрова, временем года и другими факторами.

В отличие от районов с относительно умеренным климатом, загрязнение нефтью и нефтепродуктами на Крайнем Севере характеризуется более серьезными последствиями. Низкие температуры воздуха и почвы, сильные ветры, небольшая продолжительность летнего теплого периода, во время которого активизируются биологические процессы, обуславливают чрезвычайно сложный режим функционирования наземного растительного покрова. Поэтому всякое нарушение этого режима может привести к необратимым процессам.

Эксплуатация трубопроводов в северных районах и без аварийных разливов оказывает влияние на литосферу. Проходка траншей локально изменяет режим питания растительного покрова влагой, нарушает теплофизическое равновесие, растопляет многолетнемерзлые грунты, приводит к гибели чувствительный к механическому и другому воздействиям растительный покров малоземельной тундры.

Для предотвращения воздействия на литосферу используют технические решения по тепловой изоляции труб и надземной прокладке трубопровода.

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

6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это обстановка, сложившаяся на определенной территории или акватории в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Аварией на магистральном нефтепроводе считается внезапный вылив или истечение нефти в результате полного разрушения или повреждения магистрального нефтепровода, резервуаров, оборудования, сопровождаемые одним или несколькими событиями:

- Смертельным травматизмом людей;
- Травматизмом людей с потерей трудоспособности;
- Воспламенением нефти или взрывом ее паров;
- Загрязнением рек и других водоемов сверх установленных нормативов;
- Утечкой нефти объемом 10 мз и более.

6.5.1 Очистка и рекультивация земель после аварийного разлива нефти

После сбора разлитой нефти часть ее остается сорбированной на почве и остатках растительности. Она частично выветривается, а при более длительных сроках – частично или полностью битуминизируется, покрывая почву плотной коркой.

Для ликвидации нефтяного загрязнения земель рекомендуется полное удаление загрязненного грунта с последующей его очисткой. Для очистки рекомендована экстракция нефти органическими растворителями, а при наличии благоприятных условий – биохимическое разложение углеводородов нефти почвенной микрофлорой. В качестве биохимических методов очистки собранного с разливов грунта предлагается устройство орошения полей, компостирование либо просто разбрасывание на почве нефтесодержащих отходов с последующим их самоочищением.

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

В случае проникновения разлитой нефти в толщу грунта следует принимать дополнительные меры для обеспечения аэрирования всей его толщи. Наиболее распространенным способом аэрации загрязненного нефтью грунта является его рыхление фрезерованием или перепашка на всю глубину проникновения нефти. При этом достигается эффект снижения концентрации нефти в грунте за счет смешения нефтезагрязнённого грунта с незагрязненным или менее загрязненным из нижележащих его слоев.

После снижения содержания нефтепродуктов в почве на рекультивируемых участках до значений, обеспечивающих возможность роста и размножения наиболее нефтестойких зеленых растений, приступают к фиторекультивации загрязненных земель. В естественных условиях, после предварительного сбора разлитой нефти при низкой степени остаточного загрязнения грунтов, самопроизвольное заселение пионерных видов растений, наиболее устойчивых к нефтяному загрязнению, начинается уже к окончанию первого года рекультивации, даже без предварительного рыхления почв.

После посева на участке должны вестись длительные наблюдения за ростом трав. По достижении устойчивого нормативного общепроективного покрытия участка, его рекультивация считается завершенной, а участок может быть представлен к сдаче. Дальнейшее самоочищение почвы на участке будет происходить самопроизвольно на протяжении многих лет. При этом рекультивированный участок должен быть обозначен вешками и аншлагами, запрещающими сбор ягод, грибов, сенокошение, выращивание продуктов питания и корма для животных. Снятие этих ограничений возможно только после проведения специальных исследований, подтверждающих экологическую безопасность почв и растительности на участке.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

6.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 «Система стандартов безопасности труда» входящие в конструкцию производственного оборудования специальные технические и санитарно-технические средства, обеспечивающие устранение или снижение уровней опасных и вредных производственных факторов до допустимых значений, не должны затруднять выполнение трудовых действий.

Конструкция производственного оборудования должна обеспечивать оптимальное распределение функций между человеком и производственным оборудованием с целью обеспечения безопасности, ограничения тяжести и напряженности труда, а также обеспечения высокой эффективности функционирования системы "человек - производственное оборудование".

Конструкция производственного оборудования должна обеспечивать такие физические нагрузки на работающего, при которых энергозатраты организма в течение рабочей смены не превышали бы 1046,7 кДж/ч.

Конструкция производственного оборудования должна обеспечивать возможность организации трудового процесса, исключающей монотонность труда, путем ограничения частоты повторения простых трудовых действий и длительности непрерывного пассивного наблюдения за ходом производственного процесса или его части.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111

Заключение

В данной выпускной квалификационной были рассмотрены вопросы сооружения трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов.

В ходе работы были выполнены следующие задачи:

- рассмотрена технология сооружения трубопровода в условиях многолетнемерзлых грунтов;
- проведен расчет толщины теплоизоляции гидравлический и расчет толщины стенки трубопровода;
- рассмотрены все три способа прокладки трубопровода по способности обеспечения надежной перекачки перекачиваемого продукта.

Для обеспечения надежной работы трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов следует тщательно проводить инженерно – геологические изыскания, так как реакция грунта на воздействие является основным фактором риска аварии на трубопроводе.

Учитывая тот факт, что на Крайнем Севере нашей страны, в условиях многолетнемерзлых грунтов, располагаются огромные запасы природных, углеводородных ресурсов и сложности их разработки можно предположить, что методы сооружения трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов будут модифицироваться и совершенствоваться чтобы трубопроводы оказывали минимальное воздействие на окружающую среду.

					<i>Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васильев Е.П.</i>			Заключение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					112	116
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ГРУППА		ИШПР 2Б4А
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Список используемой литературы

1. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85* [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200103173> (дата обращения: 24.04.2018);
2. СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003 [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200091050> (дата обращения: 24.04.2018);
3. СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы (пересмотр актуализированного СНиП III-42-80* "Магистральные трубопроводы" [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200111111> (дата обращения: 24.04.2018);
4. СП 25.13330.2012 Основания зданий и сооружений на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200095519> (дата обращения: 24.04.2018);
5. М.В. Малышев, Г.Г. Болдырев; Механика грунтов. Основания и фундаменты: учебное пособие. – изд АСВ – М. 2000.-320 с.;
6. А.К. Даркацаян, Н.П. Васильев, Строительство трубопроводов на болотах и многолетнемерзлых грунтах.- М.: Недра, 1987 – 167с.;
7. Транснефть.Энциклопедия технологий [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://discoverrussia.interfax.ru/wiki/53/> (дата обращения: 24.04.2018);

					<i>Прокладка магистральных трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васильев Е.П.</i>			Список используемой литературы	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					<i>113</i>	<i>116</i>
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ		ИШПР
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>				ГРУППА		2Б4А

8. Анисимов В. В. Строительство магистральных трубопроводов в районах вечной мерзлоты / В. В. Анисимов, М. И. Криницын. – Л.: Гостоптехиздат, 1963. – 147 с.;

9. ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-10704-91> (дата обращения: 24.04.2018);

10. Соколов С. М. Многолетнемерзлые грунты в качестве основания промышленных трубопроводов // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 10. – С. 126-127.;

11. СП 107-34-96 Свод правил по сооружению линейной части газопроводов. Балластировка, обеспечение устойчивости положения газопроводов на проектных отметках. – М., ВНИИСТ, 1996. – 26 с.;

12. ВСН 39-1.9-1.9.003-98 Конструкции и способы балластировки и закрепления подземных газопроводов. – М.: ВНИИСТ, 1998. – 46 с.;

13. ВСН 007-88 Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Конструкции и балластировка. М.: ВНИИСТ, 1990. – 30 с.;

14. ВСН 013-88 Строительство магистральных и промышленных трубопроводов в условиях вечной мерзлоты. – М.: ВНИИСТ, 1989. – 18 с.;

15. Цытович Н. А. Механика мерзлых грунтов: учебное пособие / Н. А. Цытович. – М.: Высшая школа, 1973. – 448 с.;

16. Свободная энциклопедия Википедия, статья "Многолетняя мерзлота" [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: http://ru.wikipedia.org/wiki/Многолетняя_мерзлота (дата обращения: 24.04.2018).;

17. СУBERLENINKA, статья «О выборе способа прокладки трубопроводов в районах вечной мерзлоты» [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vybore-sposoba-prokladki-truboprovodov-v-rayonah-vechnoy-merzloty> (дата обращения: 24.04.2018).;

18. Кутвицкая Н.Б., Дмитриева С.П., Рязанов А.В. и др. Некоторые особенности теплового влияния внутрипромышленных газопроводов

					Список используемой литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

подземной и наземной прокладки на многолетнемерзлые грунты в условиях заполярного ГНКМ [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.fundamnt.ru/publications/pub028.html>. (дата обращения: 24.04.2018).;

19. Гаррис Н.А. Ограничение ореола протаивания вокруг подземного трубопровода // НТС «Проблемы нефти и газа Тюмени». — Тюмень, 1983. — Вып. 60. — С. 45-47.;

20. МР 2.2.7.2129-06 Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200047514> (дата обращения: 24.04.2018);

21. СанПиН 2.2.2776-10 Гигиенические требования к оценке условий труда при расследовании случаев профессиональных заболеваний [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/249923/ (дата обращения: 24.04.2018);

22. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/901703278> (дата обращения: 24.04.2018);

23. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/5200291> (дата обращения: 24.04.2018);

24. ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200006408> (дата обращения: 24.04.2018);

25. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений

					Список используемой литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

прикосновения и токов [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 24.04.2018);

26. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-008-76-ssbt> (дата обращения: 24.04.2018);

27. ГОСТ 12.2.049-80 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://vsegost.com/Catalog/30/30653.shtml> (дата обращения: 24.04.2018);

28. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 24.04.2018);

29. Территориальные сметные нормативы [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://minstroy.krskstate.ru/tsn> (дата обращения: 24.04.2018);

30. Слободян М. С. Основы строительного дела / М. С. Слободян. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 155 с.;

31. Приказ министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Красноярского края от 31.01.2018 № 82-404/4 «Об индексах изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ» [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://minstroy.krskstate.ru/tsn/0/id/19516> (дата обращения: 24.04.2018).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Список используемой литературы	Лист
						116