

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) 210301 «Нефтегазовое дело» профиль
«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов
переработки»
Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот.

УДК 622.692.4-049.32(262.6).624.139.62

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-Б21	Митькин Николай Игоревич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Глызина Т.С.	к.х.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	Доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Бурков П.В.	д.т.н профессор		



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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) 210301 «Нефтегазовое дело» профиль
«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов
переработки»
Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. Зав. кафедрой

(Подпись) _____
(Дата) Бурков П.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б21	Митькин Николай Игоревич

Тема работы:

Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот.

Утверждена приказом директора (дата, номер)

От 20.04.2017. №2843/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

15.06.2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Характеристика объекта исследования; Методика ремонта нефтепроводов в условиях болот; Методы сооружения ремонтного котлована с применением герметичных камер
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Введение Определение объекта исследования Характеристика и задачи Основные виды работ Особенности ремонта нефтепроводов в условиях болот Способы закрепления грунтов Расчетная часть Социальная ответственность Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Заключение Литература
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Глызина Т.С., к.х.н., старший преподаватель
«Социальная ответственность»	Гуляев М. В., доцент
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.11.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-Б21	Митькин Николай Игоревич		

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студент:

Группа	ФИО
---------------	------------

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	Специалист (инженер)	Направление/специальность	Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ
з-2621		Митькин Николай Игоревич	

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования).</i>	<i>Рабочее место расположено на открытом воздухе. Сложные грунтово-геологические условия и слабая несущая способность болотных грунтов. Месторождения Сибири и Севера европейской части. При ремонте газопровода могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека.</i> <i>Оказывается негативное воздействие на природу(атмосферу, гидросферу, литосферу)</i> <i>Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Анализ выявленных вредных факторов при технологии замораживания грунта в условиях болот.</i>	<i>Вредные факторы:</i> <i>1.Повышенный уровень шума</i> <i>2.Климатические условия</i> <i>3.Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися</i> <i>4.Недостаточная освещенность рабочей зоны</i>
<i>2. Анализ выявленных опасных факторов при технологии замораживания грунта в условиях болот.</i>	<i>Опасные факторы:</i> <i>1.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)</i> <i>2.Электрическая дуга и искры при сварке</i> <i>3.Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов</i> <i>4. Поражение электрический током.</i> <i>5. Взрывоопасность и</i>

3. Экологическая безопасность	При ремонте МГ воздействия оказывают следующие производственные процессы 1. Загрязнением атмосферного воздуха; 2. Нарушением гидрогеологического режима; 3. Повреждением почвы и растительности; 4. Уничтожением лесных массивов; 5. Загрязнением поверхности водных источников и подземных вод. 6. Изъятием плодородных земель под строительство.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях.	Чрезвычайные ситуации на магистральном газопроводе могут возникнуть в результате внезапной разгерметизации линейной части.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	1. РД 39-30-499-80.Положение о техническом обслуживании и ремонте линейной части магистральных нефтепроводов. 2. РД 39-110-91.Инструкция по ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах. 3. РД 39-00147105-006-97.Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонтах магистральных нефтепроводов. 4. ГОСТ 12.4.011 Требования применяемые средства индивидуальной защиты 5. СНиП 2.05.06-85* (2000). Магистральные трубопроводы. 6. СНиП III-42-80* (2000).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

01.03.2017

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев Милий Всеволодович	доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
з-2621	Митькин Николай Игоревич		

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
32Б21	Митькин Николай Игоревич

Институт	ИПР	Кафедра	ГРНМ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Нефтегазовое дело

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Мероприятие по расчету работ, связанных с затратами на замораживающие колонки и стоимость жидкого азота
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- Единые нормы и расценки на расходы на замораживающие колонки - Стоимость жидкого азота (хладагента)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Определить затраты экономических показателей
2. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Общие затраты на сооружение котлована с помощью шпунтов

Перечень графического материала *(с точным указанием обязательных чертежей)*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2017
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель	Глызина Т.С.	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б21	Митькин Н.И.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает в себя 118 страниц, 27 рисунков, 19 таблиц, 30 источников графический материал разработан в виде презентации в PowerPoint.

Ключевые слова: замораживание, азота, болото, ремонт, котлован, магистрального нефтепровода, чтобы обеспечить стабильность грунта.

Объект исследования: методы обеспечения устойчивости почв в условиях водно-болотных угодий для проведения ремонтных работ.

Цель работы - анализ методов повышения устойчивости грунта в болоте во время ремонтных работ, выбор метода закрепления грунта и его обоснование.

В процессе работы мы тщательно изучили технологию и приборы для ремонта на участках трубопровода в болотистой местности и их использование, преимущества и недостатки каждого.

В результате этой работы был предложен и обоснован выбор технологии, обеспечивающей стабильность почвы в болотистых местностях для выполнения ремонтных работ, на их ограничениях применения, достоинства и недостатки. Выпускная квалификационная работа осуществлялась в Microsoft Word 2010.

ABSTRACT

Graduate qualification work contains 118 pages, 27 pictures, 19 tables, 30 source of graphic material is designed as a Microsoft PowerPoint presentation.

Keywords: freezing, nitrogen, swamp, repair, foundation pit, the main oil pipeline, to ensure the stability of the soil.

The object of the research is: the methods of providing soil stability under the conditions of wetlands for the repair work.

Purpose - analysis of methods for increasing the stability of the ground in a marsh during repair work, the choice of the method of fixing the soil and its justification.

In the process, we have been carefully studied technology and devices for repair in a section of the pipeline marshes restrictions on their use, advantages and disadvantages of each.

As a result the work, was proposed and justified the choice of providing soil stability technology in the swamps for the repair work, on their application limitations, advantages and disadvantages.

Final qualifying work carried out in Microsoft Word 2010 word processor.

Оглавление

Введение.....	5
Обзор литературы.....	7
1 Проведение ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот	9
1.1 Особенности ремонта нефтепроводов в условиях болот.....	9
1.2 Укрепление стенок ремонтного котлована на болотах.....	12
1.3 Сооружение ремонтного котлована с применением герметичных камер.....	18
2 Способы закрепления грунтов.....	26
2.1 Укрепление грунтов способом цементации.....	27
2.2 Химическое закрепление грунтов	29
2.3 Термическое закрепление грунтов.....	34
2.4 Электрохимическое закрепление грунтов.....	35
2.5 Битумизация. Глинизация грунтов.....	37
2.6 Искусственное замораживание грунтов	38
3 Искусственное замораживание грунтов с применением жидкого азота при сооружении ремонтного котлована. Достоинства.....	49
4 Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	51
4.1 Транспортные цистерны.....	51
4.2 Азотные установки для производства жидкого азота из атмосферного воздуха.....	53
4.3 Станции для производства кислорода и азота МКДС - 100К	55

					Оглавление	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.4 Выбор технического оборудования для получения и доставки жидкого азота	59
5. Расчетная часть.....	61
5.1 Расчет толщины стенки	61
5.2 Гидравлический расчет магистрального нефтепровода	65
5.3 Замораживание грунтов при сооружении ремонтного котлована. Расчет параметров ледогрунтового ограждения	69
6 Охрана окружающей среды при проведении ремонтно-восстановительных работ	76
7 Техника безопасности при проведении ремонтно-восстановительных работ	79
7.1 Земляные работы.....	81
7.2 Работа с жидким азотом	84
8 Социальная ответственность при технологии замораживания грунта в условиях болот	86
8.1 Производственная безопасность	86
8.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при технологии замораживания грунта в условиях болот.....	86
8.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при технологии замораживания грунта в условиях болот.....	91
8.2 Экологическая безопасность.....	99
8.3 Безопасность при чрезвычайных ситуациях	102
8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	105
9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	107

					Оглавление	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9. 1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	107
9.2 Расчет материальных затрат	107
9.3 Затраты на оплату труда.....	109
9.4 Отчисления на социальные нужды	110
9.5 Общие затраты на сооружение котлована с помощью шпунтов	111
9.6 Экономический анализ способов	112
Заключение	114
Список использованной литературы.....	116

					Оглавление	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Введение

Прокладка трассы нефтепровода в районах с вечной мерзлотой, в песках, горах, по заболоченной местности, в районах с высоким снежным покровом является сложными условиями. Наиболее распространены болотистые и горные участки.

Магистральные трубопроводы, прокладываемые в Сибири на значительном протяжении, пересекают болота и заболоченные участки. Эксплуатация магистральных нефтепроводов на заболоченных участках является сложной инженерной задачей, поскольку она производится в условиях избыточного увлажнения грунта при его очень низкой несущей способности. Еще больше эта задача усложняется по той причине, что по своей структуре болото представляет собой сложную систему, в которой в зависимости от погодных условий, по протяженности и глубине могут изменяться ее физические и механические характеристики.

Ремонт трубопровода часто осложняется при проведении работ на болотах. На болотах I и II типа ремонтный котлован соорудить можно одним из следующих способов:

- с креплением стенок котлована;
- комбинированным методом – с креплением стенок котлована и устройством дренажного отвода воды.

Стенки ремонтного котлована укрепляются деревянными или металлическими шпунтами, шпунтами из профилированной стали, сваями или другими средствами.

Вокруг котлована следует создавать обвалование для предотвращения перетока болотной массы и поверхностных вод.

Перечень оборудования и приспособлений, необходимых для проведения работ по погружению шпунта, зависит от принятого метода и указывается в ППР.

					Введение	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дат		

На болотах II и III типов, где откачка воды и болотной массы из котлована представляют собой значительные трудности, должны использоваться ремонтные герметичные камеры (РГ К).

Проведение ремонтных работ и сооружение ремонтного котлована в условиях болот I и II типов технически очень сложный и кропотливый процесс, требующий больших материальных и трудовых затрат, а также высокой квалификации рабочего персонала.

В данной работе я рассмотрел существующие способы сооружения ремонтного котлована на болотах. Проанализировал методы закрепления грунтов и предотвращения поступления воды в котлован, что должно повысить производительность труда, а также улучшить условия и качество проведения работ.

					Введение	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Обзор Литературы

Разработка изобретений по обеспечению устойчивости грунта начались в 30-е годы 19 века и относятся к области промышленного строительства, были предложены различные разработки по заморозке грунта, силикатизации, цементации.

Замораживание грунтов ведёт начало от естественного замораживания, известного в мировой горно-строительной практике под названием сибирского способа, описанного А. Шренком в 1837. В России естественное замораживание грунтов применялось в Сибири для проходки шурфов на золото (В. З. Власов, 1893). В этом случае для замораживания водоносных пород использовался атмосферный воздух, имевший естественную отрицательную температуру. Искусственное замораживание грунтов предложено французским учёным Мишо в 1852, однако промышленное использование способа относится к 1883 (рудник "Арчибальд" в Магдебургском округе). В СССР искусственное замораживание грунтов впервые применено в 1928 при проходке одного из стволов Соликамского калийного комбината.

Методы замораживания грунтов жидким азотом для обеспечения устойчивости грунта в промышленном строительстве разработал и опубликовал Трупаков Н.Г. «Замораживание горных пород при проходке стволов». М., 1959, и в гражданском строительстве «Замораживание грунтов в строительстве». М., 1970, применяется методы при возведении фундаментов зданий и сооружений, строительстве шахт, метрополитенов, противофильтрационных завес, плотин, доков, подземных хранилищ, сооружений, препятствующих оползням.

Были изучены и проведен анализ методов обеспечения устойчивости грунта для применения их в трубопроводном транспорте при ремонтно-восстановительных работах в условиях болот.

					Обзор Литературы	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Искусственное замораживание грунтов позволяет создать прочное ограждение кругового или прямоугольного очертания из замороженного грунта, препятствующее проникновению в сооружаемую выработку грунтовой воды или водонасыщенных неустойчивых грунтов. Такое ограждение воспринимает давление окружающего выработку или котлован грунта, а также гидростатический напор грунтовых вод.

Основной литературой для написания выпускной квалификационной работы были нормативные документы отраслевые регламенты, ГОСТы, СНиПы, которые четко регламентируют работу при ремонтах трубопроводов.

Изучены нормативные документы в области охраны окружающей среды, техники безопасности при ремонте и выполнении других работ.

					Обзор Литературы	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Проведение ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот

1.1 Особенности ремонта нефтепроводов в условиях болот

Особые сложности появляются в процессе ликвидации аварий на нефтепродуктопроводах в условиях болот. В первую очередь это можно объяснить сложностью грунтово-геологический условий и малой несущей способностью, присущей болотным грунтам. Современными аварийно-восстановительными службами возможно за небольшой срок в обычных условиях ликвидировать аварию на нефтепроводах. Этот срок в условиях болотных грунтов возрастает за счет дополнительных работ по сооружению рабочих площадок, подъездных путей и составляет до 60 % всего времени, которое необходимо для восстановления нефтепровода.

В связи с тем, что в данное время происходит освоение нефтяных месторождений Севера европейской части нашей страны и Сибири большое количество нефтепроводов значительных диаметров (1020, 1220 мм) прокладывается по болотистой местности. Протяженности болотистых участков, по которым проходят трассы нефтепроводов, составляют десятки, а то и сотни метров, а в некоторых случаях - десятки километров.

На данный момент имеется огромное количество разнообразных классификаций болот.

Согласно СНиП 111-42 - 80 "Правила производства и приемки работ. Магистральные трубопроводы" по способу передвижения строительной техники по ним болота разделяются на три типа [6]:

- I тип - болота, заполненные целиком торфом, которые допускают работу и многократное перемещение болотоходной техники с удельным давлением от 0,02 до 0,03 МПа или работу обычной техники с использованием сланей, щитов или дорог, которые обеспечивают уменьшение на поверхности залежи удельного давления до величины 0,02 МПа;

					1 Проведение ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дат		

- II тип - болота, заполненные целиком торфом, допускающие работу и передвижение строительной техники только по сляням, щитам или дорогам, которые обеспечивают уменьшение на поверхности залежи удельного давления до величины 0,01 МПа;
- III тип - болота, заполненные растекающимся торфом и водой с плавающей торфяной коркой, которые допускают работу обычной техники только с плавающих средств или специальной техники на понтонах.

На трассе магистрального нефтепровода можно встретить участки болот всех типов, а потому при выборе транспортного средства ориентируются на применение автомобилей с самой большой проходимостью. После многократного прохождения техники происходит разрушение поверхностного слоя болот, понижение в значительной мере несущей способности болота, что обуславливает необходимость прокладки временных дорог.

Другая особенность проведения ремонтных работ на болотах - это тот факт, что небольшая плотность и высокая водонасыщенность болотистых масс не дают возможность обычными способами обустраивать ремонтные котлованы по причине обрушения стенок, кроме того очень часто происходит заполнение самого котлована поверхностными или грунтовыми водами. По причине малой пересеченности рельефа трасс магистральных нефтепроводов, которые пролегают в районах болот, уклоны профиля трубопроводов являются также незначительными. Этот факт в сочетании с расстоянием 20÷30 км между линейными задвижками, приводит к истечению значительных количеств нефти под воздействием небольшого статического напора.

Анализ профилей нефтепроводов Северо-Западной и Западной Сибири свидетельствует, что средний сток нефти на этих нефтепроводах в несколько раз больше, чем на продуктопроводах, которые пролегают в средней полосе Российской Федерации. По этой причине опорожнение поврежденного участка трубопровода занимает большое количество времени.

					Обзор Литературы	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Пожалуй, наиболее сложным обстоятельством в случае возникновения аварий на болотистой местности является загрязнение значительного пространства нефтью и по этой причине невозможность подойти непосредственно к месту аварии и приступить к ремонту, поскольку из-за отсутствия уклона отсутствует возможность отвода нефти в нижележащие участки.

Следовательно, существуют некоторые характерные особенности, присущие специфике ремонта нефтепроводов на болотах [2,4,8]:

- обводненность грунта грунтовыми и поверхностными водами;
- ухудшение несущей способности поверхности болота после неоднократного прохода техники;
- большая продолжительность подготовительного периода аварийно-восстановительных работ, обусловленная значительными объемами вытекающей нефти, загрязнением обширных пространств нефтью и затруднением доступа к месту повреждения;
- невозможность создания котлована для сбора нефти и ремонтного котлована обычными способами по причине неустойчивости грунтов;
- необходимость использования в больших количествах стройматериалов для настила на поверхности болота;
- ограниченные возможности по маневрированию техники в районе аварии из-за залесенности болотистых участков трубопроводов;
- большая трудоемкость доставки технических средств в район ремонтных работ.

Анализ мероприятий по ремонту нефтепроводов на болотистой местности свидетельствует, что самая большая доля работ в отношении трудоемкости приходится на проведение операций подготовительных, обеспечение доступа к поврежденному участку трубопровода и подъезда к месту проведения ремонтных работ.

					Обзор Литературы	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

С этой целью разработан комплекс технических средств для ремонта трубопроводов, которые проложены на болотах. В комплекс входят технические средства, которыми обеспечивается [9]:

- сооружение ремонтных площадок и подъездных путей;
- создание вокруг участка нефтепровода ремонтного котлована;
- проведение вскрышных земляных работ;
- откачка из аварийного участка трубопровода нефти и закачка в отремонтированный нефтепровод собранной нефти;
- безогневая резка труб;
- замена дефектного участка без опорожнения трубопровода.

Благодаря применению комплекса технических средств возможно увеличить производительность труда работ по ремонту, уменьшить время на устранение аварии.

1.2 Укрепление стенок ремонтного котлована на болотах

Статистические данные показывают, что длительность аварийно-восстановительных работ на магистральных нефтепроводах, которые проложены в переувлажненных и болотистых грунтах, где-то в 2 раза выше, а экономический ущерб в 3 раза больше, чем на трубопроводах такого же диаметра, но с прокладкой в устойчивых грунтах. Этот факт объясняется тем, что аварии на магистральных нефтепроводах, которые проложены в переувлажненных и болотистых грунтах, осложнены целым рядом специфических факторов, к которым относятся сложность вскрытия поврежденного участка трубопровода и последующее устройство ремонтного котлована.

Для вскрытия подобных участков необходимы специальные технические средства и специальные технологии.

Мощность торфяного горизонта большинства болот, по которым пролегают нефтепроводы, колеблется в пределах 0,5÷3,5 м. В подобных

					Обзор Литературы	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

условиях осуществление ремонтно-восстановительных работ с обустройством ремонтного котлована с обычными технологиями не представляется возможным в период весенне-летний, а иногда и в течение всего года.

Присутствие поверхностных вод, большая водонасыщенность торфов, приводят к обрушению стенок и заполнению ремонтного котлована болотной массой, которая трудно поддается откачке с помощью насосов. По этой причине специфическая особенность разработки котлованов в переувлажненных и заболоченных грунтах - это необходимость укрепления их стенок.

Укрепление стенок ремонтных котлованов и создание герметичности являются наиболее трудоемкими и длительными операциями. Иногда для укрепления стенок котлована используются деревянные сваи. После того, как уточнено место аварии производится разметка границ ремонтного котлована и разработка его экскаватором одноковшовым. После этого в два ряда по периметру ремонтного котлована выполняется забивка свай. Сваи забиваются вплотную друг к другу, между рядами расстояние составляет $15 \div 20$ см [1]. После забивки между рядами свай подсыпается глина и утрамбовывается с помощью ручных трамбовок. Такой способ характеризуется низкой производительностью по причине применения ручного труда в большом объеме. К примеру, аварийно-восстановительная бригада из шести человек затрачивает на ограждение ремонтного котлована размером 6×6 м следующее время: $42 \div 44$ ч - забивка ограждающих элементов, $40 \div 44$ ч - подсыпка и утрамбовка глины.

В гражданском и промышленном строительстве имеется большое количество устройств, методов, способов извлечения и погружения шпунтов, свай. Однако ни один из них нельзя применить для укрепления стенок котлована в случае ремонта нефтепровода, проходящего по болотистой местности. На это имеются следующие причины:

					Обзор Литературы	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- как правило, место производства работ находится на значительном удалении от развитых промышленных баз;
- на магистральных нефтепроводах ремонтные работы выполняются в срочном порядке;
- в районе аварии, обычно, отсутствуют прочные дороги, а также площадки для работы и подъезда аварийных технических и транспортных средств;
- в районе аварии существует повышенная пожаро- и взрывоопасность так как имеется разлитая нефть;
- значительная масса шпунтов и оборудования для их забивки представляет собой дополнительные сложности при доставке к месту проведения работ.

Стенки котлована иногда закрепляют с использованием деревянных шпунтов, которые имеют паз с одной стороны, а с другой стороны - выступ соответствующий ему. В процессе забивки шпунтов выступ одного шпунта входит в соответствующий паз другого, другими словами создается плотная сплошная стенка. В качестве механизма ударного для забивки шпунтов пользуются импульсным пневмопробойником типа ИП 4603А, который называется "крот".

Недостатками установки являются те же, что и при забивке шпунтов металлических: искривление стенок, остановка погружения при встрече шпунта с остатками древесными, которых в болотной массе множество.

Учитывая эти факторы было разработано устройство УП-1 (рисунок 1), где забивка шпунтов производится при помощи гидроцилиндров. В таком случае, при встрече древесных остатков на своем пути, шпунт срезает их [11,17].

					Обзор Литературы	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

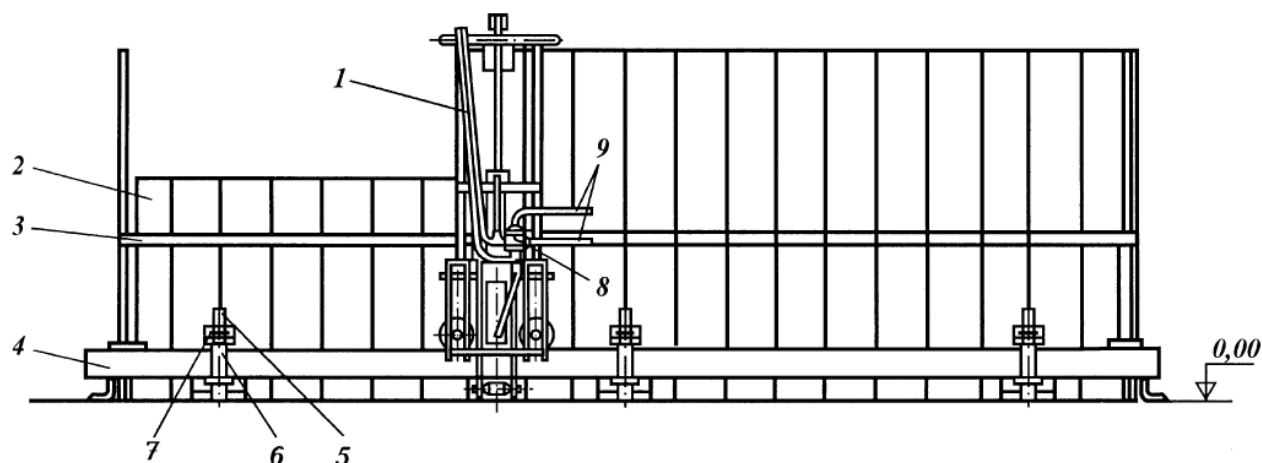


Рисунок 1 - Устройство для погружения шпунтов УП-1:

1 - механизм для погружения; 2 - шпунт; 3 – верхняя балка; 4 - рама; 5 - анкер; 6 - кронштейн; 7 - хомут; 8 - гидрораспределитель; 9 - высокого давления рукав

С той целью, чтобы не происходило отклонение стенки от вертикали, перед погружением шпунты на поверхности собираются в стенку по всем сторонам котлована (рисунок 2).

Вдавливание шпунтов осуществляется при помощи механизма погружения 1, который последовательно вдавливает шпунт на глубину 800÷900 мм (ход поршня гидроциклона), обкатываясь по периметру котлована по раме. Пребывая в замковом соединении между собой, шпунты имеют строго вертикальное направление и сохраняют это направление до проектных отметок. Герметичность ограждения обеспечивают замки. Устройство для погружения шпунтов УП-1 позволяет проводить укрепление стенок котлована глубиной до трех метров на болотах I типа.

					Обзор Литературы	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

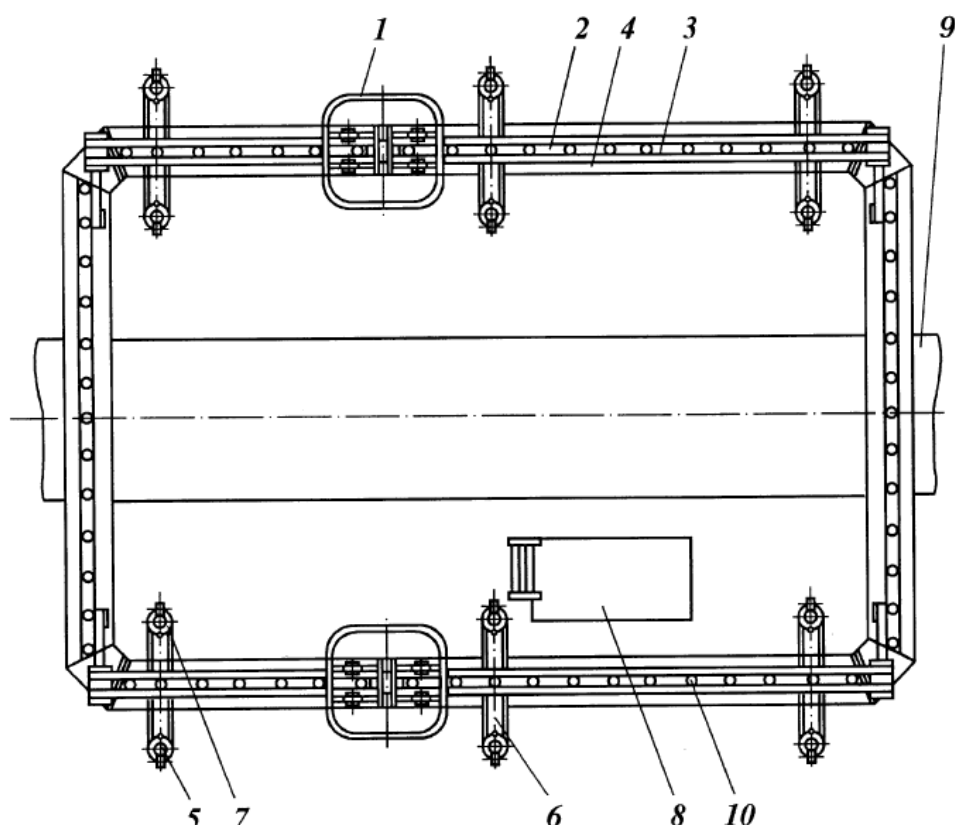


Рисунок 2 - Устройство для погружения шпунтов УП-1 (план):

1 - механизм погружения; 2 - шпунт; 3 – верхняя балка; 4 - рама; 5 - анкер; 6 - кронштейн; 7 - хомут; 8 - площадка; 9 - труба; 10 - соединение замковое

Техническая характеристика устройства УП-1 приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Техническая характеристика УП-1

Наименование параметра	Значение
Диаметр трубопровода, мм	500÷1200
Размеры ограждаемого ремонтного котлована, м	6×4
Масса шпунта, кг	36
Усилие погружения максимальное, кН	80
Глубина погружения шпунта, м	3,6
Габаритные размеры шпунта, мм	2000×300×30
Гидроциклон, мм:	
ход поршня	850

					Обзор Литературы	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

диаметр	80
Число механизмов погружения, шт.	2
Несущая способность анкера, кН	20
Масса устройства (без учета шпунтов), кг	3000

Укрепить стенки котлована можно посредством ввода пенополиуретановой композиции в болотную массу (рисунок 3).

В зоне повреждения участка трубы 1 в болотную массу погружаются трубы вертикальные 2, которые подключаются к гребенке 3, по которой в трубы из емкости 4 под давлением подается композиция пенополиуретана. Происходит вытеснение болотной массы в зоне повреждения, жидкая фаза композиции через 10÷12 минут полимеризуется и увеличивается в объеме.

В образованном твердом массиве пенополиуретана разрабатывается котлован, к примеру, посредством вырезания отдельных блоков мотопилами с последующим удалением. [1,2,5]

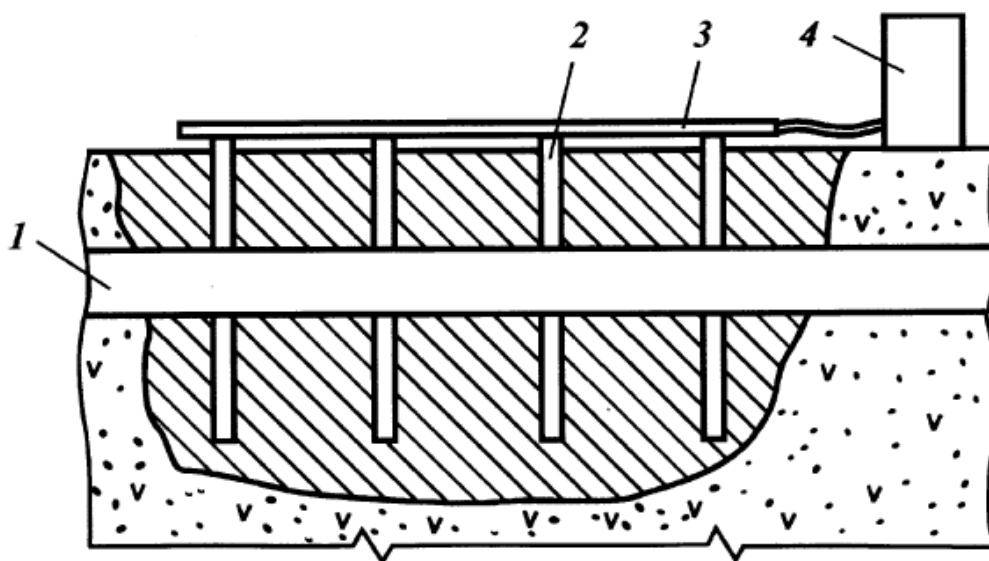


Рисунок 3 - Метод создания ремонтного котлована с использованием пенополиуретановой композиции:

1-трубопровод; 2-труба; 3-гребенка; 4-емкость

					Обзор Литературы	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3 Сооружение ремонтного котлована с применением герметичных камер

На болотах III типа и в сильно переувлажненных грунтах невозможно создать ремонтный котлован при помощи шпунтовых ограждений. С этой целью применяются разного типа конструкции герметичных камер, кессонов, сухих доков [2].

В институте ИПТЭР разработана ремонтная герметичная камера РГК, предназначение которой - создание котлована на трубопроводах диаметрами от 530 мм до 1220 мм, проложенных на болотах различных типов. Камера РГ К (рисунки 4, 5) является установкой с гидравлическим приводом, которая при помощи крана монтируется на поврежденном участке трубопровода с образованием ремонтного котлована. [7,10]

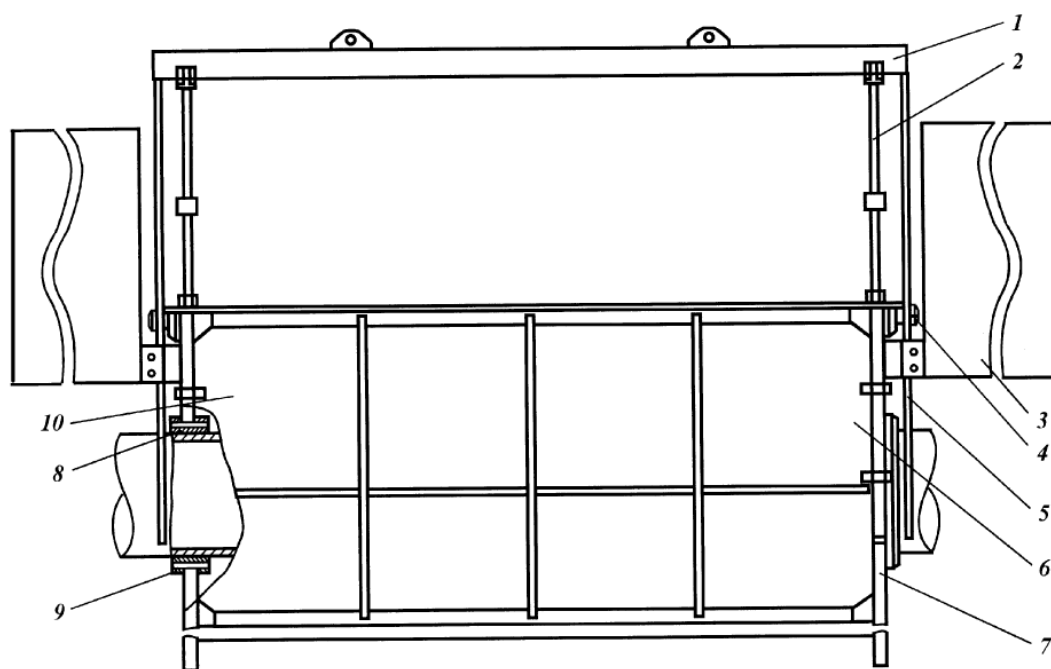


Рисунок 4 - Ремонтная герметичная камера:

1 - подвеска; 2 - гидроцилиндр; 3 - груз; 4 - шарнир; 5 – штанга направляющая;
6 – левая челюсть; 7 – анкерная стойка; 8 – штанга маслобензостойкая; 9 - узел герметизации; 10 – правая челюсть

					Обзор Литературы	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В состав корпуса камеры входят две шарнирно-соединенные челюсти, смыкающиеся при помощи гидроцилиндров, обхватывая трубу торцевыми частями и образуя открытую сверху герметичную полость. В случае необходимости производится наращивание бортов камеры с помощью одной или двух приставок. Камера оборудована стойками анкерными, которые закрепляются в грунт и придают камере устойчивость относительно нефтепровода, а также создают противодействие выталкивающей силе, которая создается находящейся за пределами камеры жидкостью. Посредством коллекторов с приямками достигается полная откачка из внутренней полости камеры водной смеси.

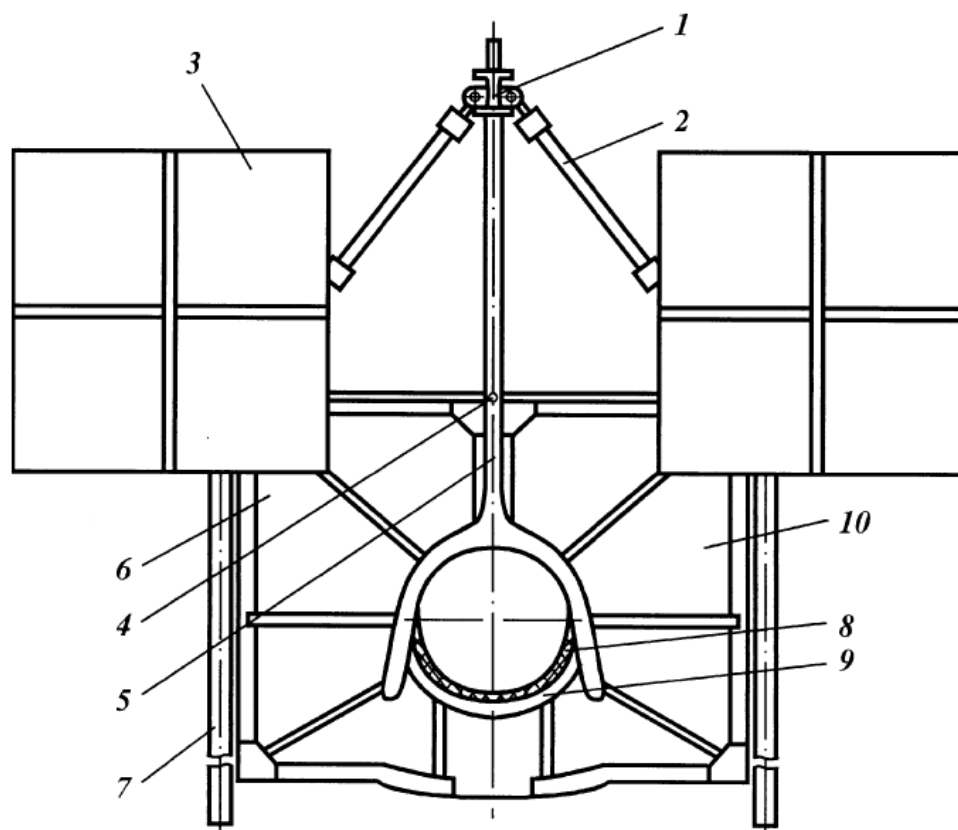


Рисунок 5 - Ремонтная герметичная камера (вид сбоку):

1 - подвеска; 2 - гидроцилиндр; 3 - груз; 4 - шарнир; 5 – штанга направляющая;
6 – левая челюсть; 7 – анкерная стойка; 8 – штанга маслобензостойкая; 9 - узел герметизации; 10 – правая челюсть

					Обзор Литературы	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Камера оборудована непотопляемыми саями, на которых она доставляется к месту аварийно-восстановительных работ на болоте.

Общее время для подготовки камеры из транспортного положения бригадой рабочих из 5 чел. составляет два часа, время демонтажа также составляет два часа. По данным испытаний камера РГК дает возможность создавать на обводненных участках трассы и болота ремонтный котлован, при глубине заложения трубы до 2,2 метров. Внутри камеры можно осуществлять работы по устранению небольших дефектов труб; операции, которые связаны с заменой дефектных участков, включая вырезку участка труборезной машинкой (или иными способами), центровку, подгонку и сварку новой "катушки".

КРКш (рисунок 6) предназначены для изоляции участка трубопровода от водной среды. [3,12]:

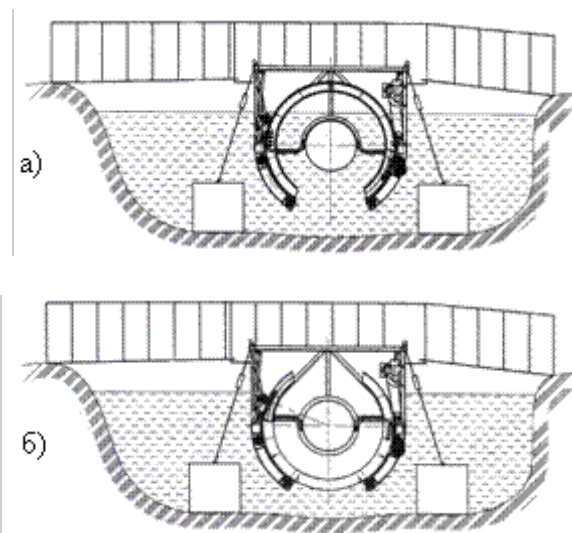


Рисунок 6 - Комплект ремонтной камеры трубопроводов КРКш. Состояния комплекта: а - исходное; б - рабочее.

Они обеспечивают ремонтные работы на трубопроводах, проложенных в болотах, через озера и старицы, в пойменной части подводных переходов. Для ремонта в этом случае не требуется подъема трубопровода на поверхность. Создаются условия выполнения работ, аналогично проведению их в сухих котлованах. Комплект камеры обеспечивает оперативное создание ремонтного

					Обзор Литературы	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

"котлована" вокруг ремонтируемого трубопровода при значительном упрощении и удешевлении ремонтных работ. Значения основных параметров приведены в таблице 2.

					Обзор Литературы	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2 - Значения основных параметров и характеристик КРКш

Наименование показателя		КРКш-2,5	КРКш-3	КРКш-4	КРКш-5	КРКш-7	КРКш-8	КРКш-10	КРКш-12	КРКш-14
Усл. диаметр трубопровода, мм		250	300	400	500	700	800	1000	1200	1400
Габаритные размеры, м:	длина	5,5				6,2	6,2	6,2		6,2
	ширина	2,4				3,1	3,1	3,1		3,2
	высота	2,4				2,8	2,9	3,0		3,1
Масса* в сборе, т		6,0	6,0	7,0	7,0	7,5	7,5	8,0	8,0	10,0
Число рабочих мест		3	3	3	4	4	4	4	4	4
Длина регулируемого участка, м, не		4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Просвет** между трубой и верхом		750	745	695	645	740	700	700	600	500
Уровень воды над трубопроводом, мм, не более		900	830	880	825	840	880	880	780	680

*Без учета массы контргруза

**По согласованию с заводом изготовителем между ремонтируемой трубой и поверхностью камеры и, соответственно, габаритные ширина и высота могут быть увеличены

					Обзор Литературы	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

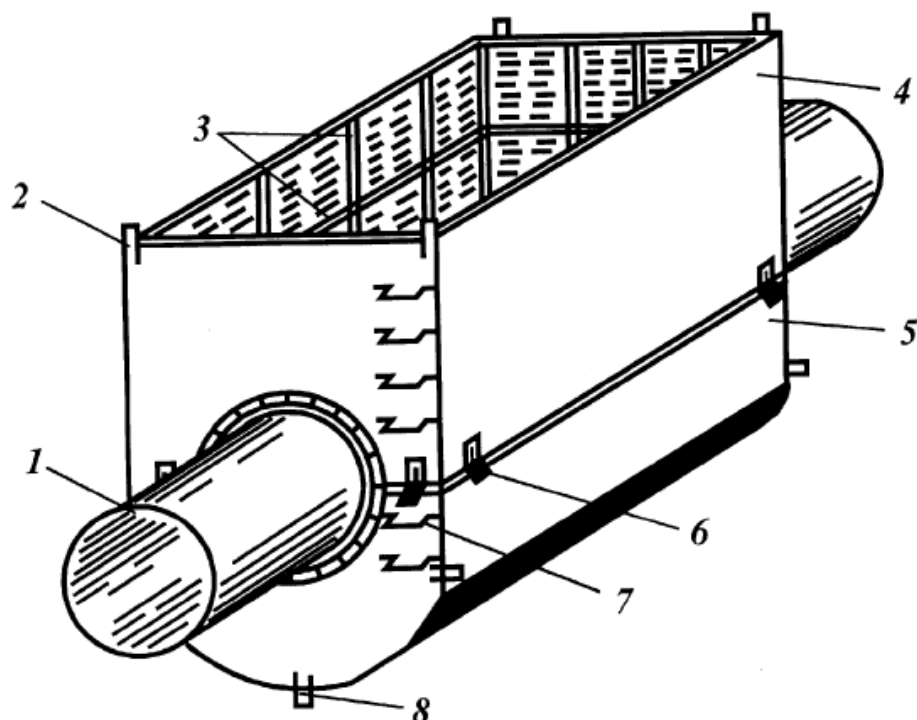


Рисунок 7 - Устройство для ремонта трубопроводов, проложенных на болоте:
1 - труба; 2, 8 - проушины; 3 - ребра жесткости; 4 - верхняя часть; 5 - нижняя часть; 6 - направляющая; 7 - скоба

Также разработано устройство, позволяющее производить ремонтные работы на заболоченных и обводненных участках магистральных трубопроводов. Устройство (рисунок 7) состоит из 2-х частей, которые сварены из стали листовой 2 мм толщиной. Верхняя часть устройства 4 выполнена в форме прямоугольника, нижняя часть 5 имеет форму закругленную. На внутренней поверхности устройства наварены из полосовой стали ребра жесткости 3. Нижняя часть немного меньше верхней части, поскольку по месту разъема должна входить в верхнюю часть. На место проведения ремонтных работ верхняя и нижняя части доставляются с помощью вертолета, проушины 2 и 8 предназначены для крепления троса. Для удобства эксплуатации на внешней части приварены направляющие 6 и скобы 7.

					Обзор Литературы	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Нижняя часть с помощью водолазов заводится под поврежденный участок трубопровода 1 и после этого при помощи троса с винтовым зажимом закрепляется на трубе. Верхняя часть при помощи направляющих соединяется с нижней и закрепляется болтами. Торцевой разъем также скрепляется болтами. После того, как устройство оказывается прикрепленным к трубопроводу, снимается винтовой зажим.

Из собранного устройства откачивается вода, а в нижнюю часть укладывается настил деревянный.

Боковое уплотнение имеет вид шипа-паза, уплотняющим материалом является сальниковая набивка в форме жгута или резина. Торцевое уплотнение имеет форму буксы, которая упирается через сальник в упор нажимной. На рисунке 8 приведены методы строительства ремонтного котлована, составленные нами. [11,14]

					Обзор Литературы	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

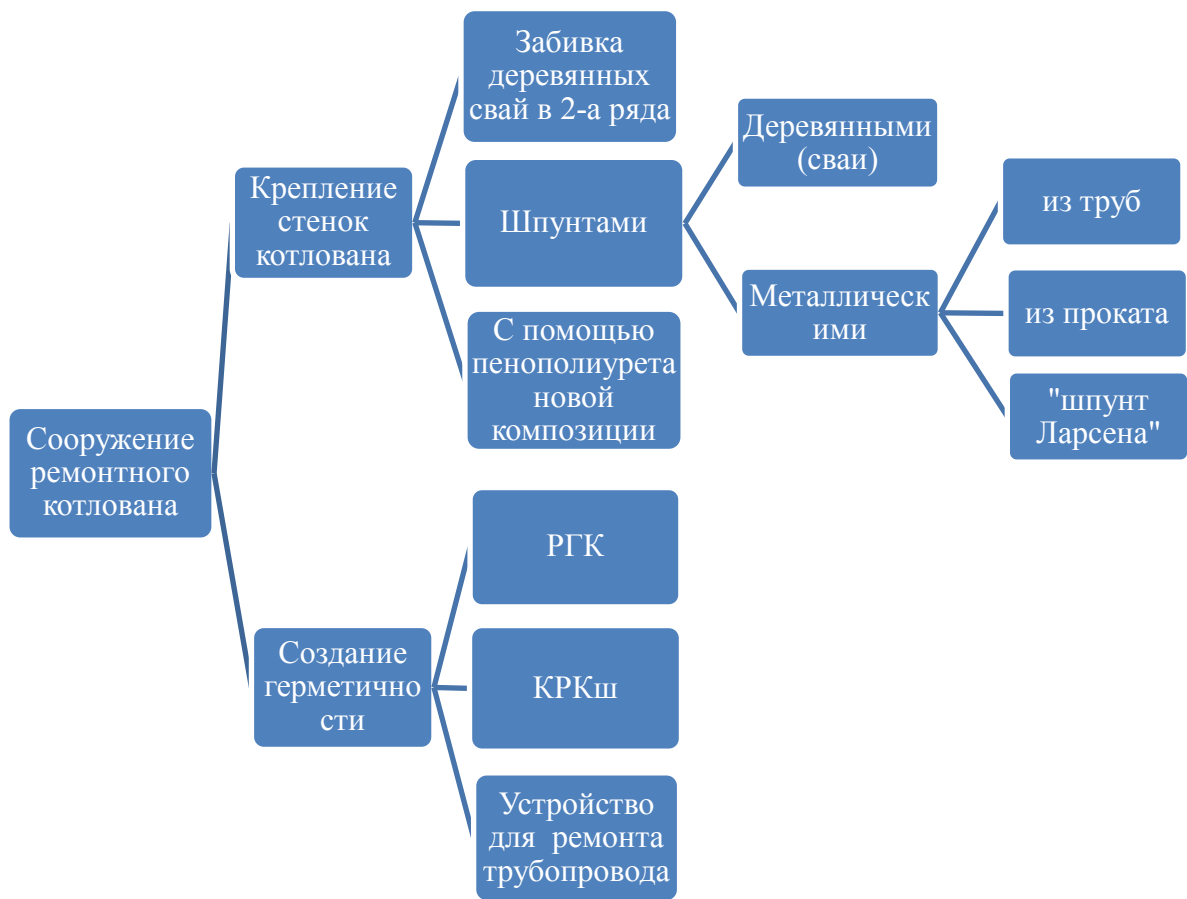


Рисунок 8 - Методы строительства ремонтного котлована

					1. Проведение ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 Способы закрепления грунтов

Закрепление грунтов, искусственное преобразование свойств грунтов для целей строительства в условиях их естественного залегания. В результате закрепления грунтов повышается несущая способность основания сооружения, увеличивается его сопротивление размыву, водонепроницаемость, прочность и др.

Закрепление грунтов находит широкое применение в процессе строительства гражданских и промышленных зданий на просадочных грунтах, с целью укрепления стенок котлованов и откосов выемок дорог в водонасыщенных грунтах, в качестве противооползневых мероприятий, при проходке горных выработок, создании противодиффузионных завес в основании гидротехнических сооружений, для защиты фундаментов (бетонных сооружений) от действия агрессивных промышленных вод, для повышения несущей способности опор и свай большого диаметра и т.д. [3].

Закрепление грунтов достигается путем нагнетания в грунт химических растворов и вяжущих материалов, а также воздействия на грунт электрического тока, нагревания и охлаждения.

Существует несколько способов закрепления грунтов:

1. Цементация
2. Химический (силикатизация, смолизация)
3. Термический способ
4. Электрохимический
5. Битумизация
6. Глинизация
7. Искусственное замораживание грунтов

Томский политехнический университет				ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА		
	Ф.И.О.	Подпись	Дата	«Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот»	Лист	Листов
Дипломник	Митькин Н.И.					
Руководитель	Крец В.Г.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа, группа	
Зав.кафедрой	Бурков П.В.					

Рассмотрим некоторые из них чуть подробнее.

2.1 Укрепление грунтов способом цементации

Цементация грунтов применяется при усилении оснований фундаментов существующих зданий, проходке стволов шахт, для создания защитной оболочки из цемента и водоподавления в грунте вокруг обделки возведенного тоннеля.

Суть процесса состоит в нагнетании через пробуренные скважины под давлением глинисто-цементных, глинистых, цементных растворов, заполняющих поры, пустоты и трещины в массиве грунта, что приводит к резкому сокращению или ликвидации водопритока [4].

Цементация дает наилучший эффект в скальных трещиноватых грунтах, в гравелистых грунтах и валунно-галечниковых отложениях при удельном водопоглощении не менее 0,5 л/мин и скоростях движения грунтовых вод до 300 м/сут. Не поддаются цементации глинистые грунты, пливуны, мелкозернистые пески.

Существует два вида цементации: предварительная, осуществляемая до проходки выработки через скважины, пробуренные из забоя выработки или с поверхности, и последующая, выполняемая после проходки и закрепления выработки для заполнения пустот.

В случае цементации с поверхности (рисунок 9а) скважины располагаются на расстоянии двух метров от стенки будущей выработки. Промежуток между скважинами составляет от 2 до 3 м.

Глубину цементационных скважин определяют по размерам зоны цементации. Скважины бурятся и породы цементируются в несколько приемов, в диапазоне от 10 до 15 м. Через 1-3 суток после окончания цементации цементная пробка разбуривается, и скважина углубляется для подготовки к цементации очередного участка.

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

В процессе цементации пород из забоя (рисунок 9б) скважины располагаются на расстоянии $0,6 \div 1,0$ м от крепи через $0,9 \div 1,5$ м одна от другой под углом.

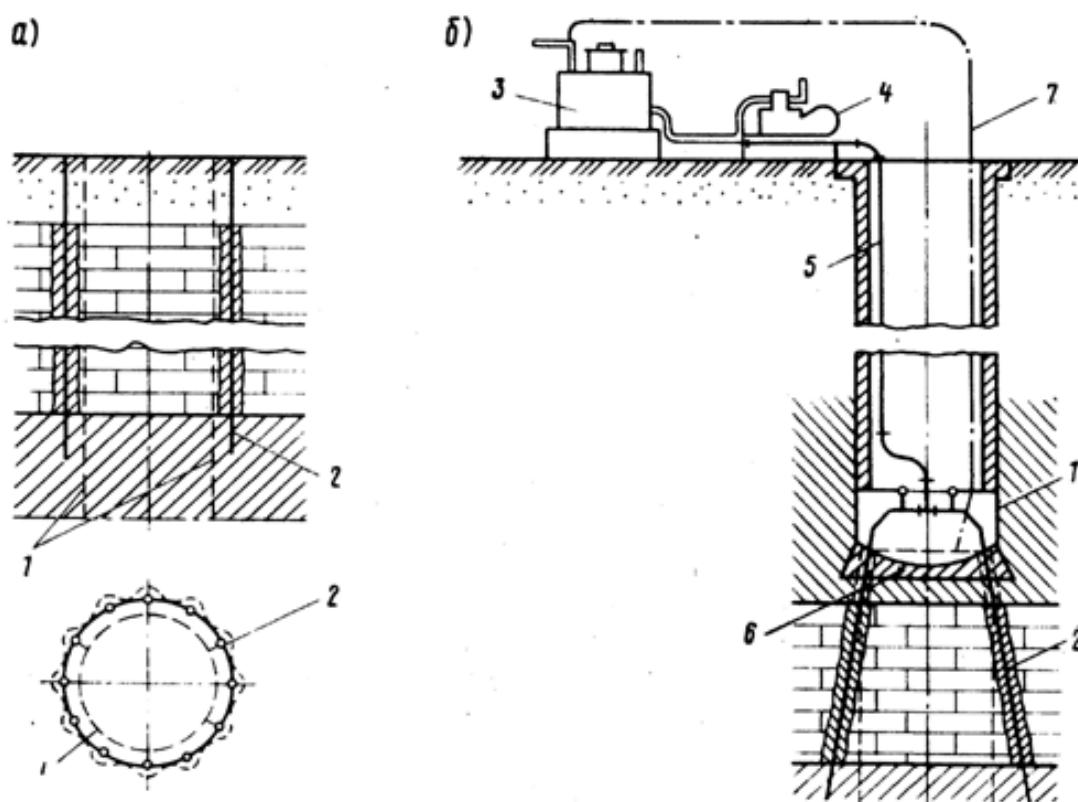


Рисунок 9 - Схема цементации грунта перед проходкой ствола шахты: а) с поверхности земли; б) с забоя ствола

1 - контур ствола; 2 - скважина цементационная; 3 - растворомешалка; 4 - растворонасос; 5 - трубопровод цементационный; 6 - перемычка тампонная; 7 - трубопровод обратный

С целью приготовления цементационных растворов применяются растворосмесители, а нагнетание производится при помощи цементных растворонасосов. Также применяются передвижные цементационные установки, которые оборудованы гидравлическими цементомешалками, смесительными баками, цементационными и водяными насосами.

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Цементация может осуществляться нисходящими заходками, когда нагнетание и бурение производятся последовательно участками сверху вниз, и заходками восходящими, когда скважины бурятся сразу на всю глубину, а раствор нагнетается вместе с подъемом иньектора.

Очередность нагнетания раствора в скважины устанавливают проектом по характеру водоносности и трещиноватости пород. Цементация заканчивается, когда водопоглощение пород удельное на метр длины скважин не превышает величины 0,05 л/мин.

2.2 Химическое закрепление грунтов

Химическим способом (силикатизацией) закрепляют песчаные и лессовые грунты, нагнетая в них химические растворы. Схема установки для силикатизации изображена на рисунке 10.

В основе способа силикатизации лежит использование силикатных растворов. Для закрепления песков среднезернистых применяется так называемый двухрастворный способ, который заключается в последовательном нагнетании в грунт растворов хлористого кальция и силиката натрия. Гель кремниевой кислоты, который получается в результате реакции придает грунту большую водонепроницаемость и прочность. Мелкие пески закрепляются при помощи однорастворной силикатизации, то есть раствором силиката натрия с прибавкой кислоты фосфорной. В лёссовых грунтах нагнетается только раствор силиката натрия, а функции второго раствора выполняются солями самого грунта.

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

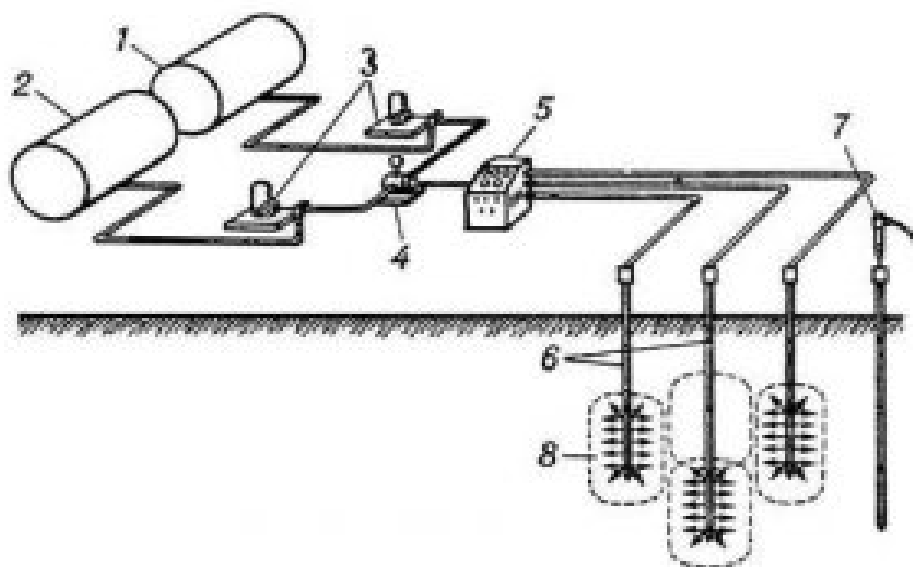


Рисунок 10 - Схема установки силикатизации грунта:

1 - цистерна с крепителем; 2 - цистерна с кислотой; 3 - насос "НД"; 4 - смеситель; 5 - пульт управления с регистрирующей аппаратурой; 6 - иньектор; 7 - молоток отбойный для погружения в грунт иньектора; 8 - контур закрепления

Иньектор для вертикального инъецирования (рисунок 11) является колонной бесшовных стальных труб 3. Нижняя часть иньектора представляет собой конический наконечник 5 и участок трубы цельнотянутой 4, по периметру у которой имеются отверстия диаметром 3 мм, которые расположены в шахматном порядке. Отверстия защищены клапанами резиновыми от засорения грунтом. Верхняя труба имеет наголовник съемный для восприятия ударов при погружении и штуцер 2 для подсоединения к шлангу нагнетательному.

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

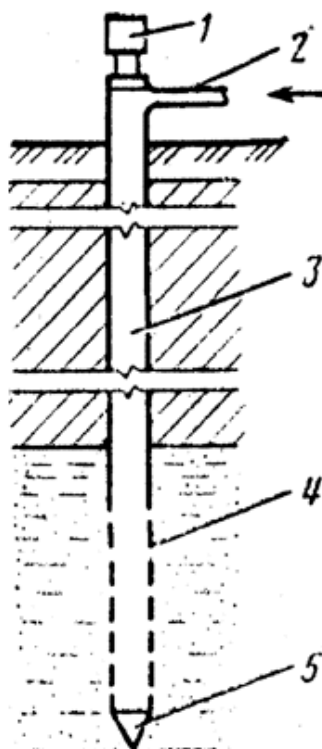


Рисунок 11 – Вертикальный иньектор для закрепления грунтов

Иньекторы забивают в грунт с помощью пневматических молотков или механических копров, а извлекают из грунта лебедкой, копром или домкратом грузоподъемностью $5 \div 10$ т.

Нагнетание химических растворов ведется заходками, которые обеспечивают монолитность закрепления грунта. Закрепление грунта при помощи вертикальных иньекторов ведется сверху вниз заходками на всю длину части иньектора с перфорацией. На каждой заходке нагнетается раствор, вследствие чего по периметру иньектора формируется столбчатые участки закрепленной породы (рисунок 12).

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

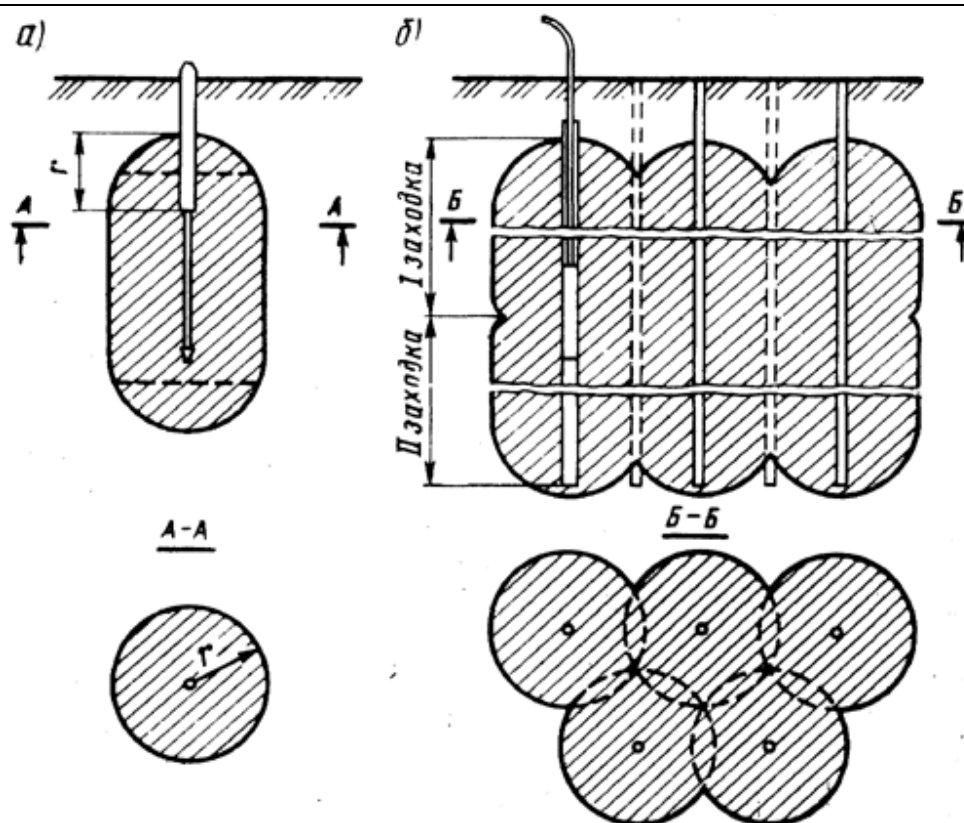


Рисунок 12 - Схема расположения инъекторов в массиве грунта:

а – одиночная инъекция; б – закрепление на глубину двух заходок

В ряде случаев применяется прямое инъецирование в грунт через инъекторы без использования колонн манжетных. Технология подобных работ состоит в последовательной обработке заходками по 4-5 м зон неустойчивых грунтов по направлению вглубь горного массива от забоя (рисунок 13).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

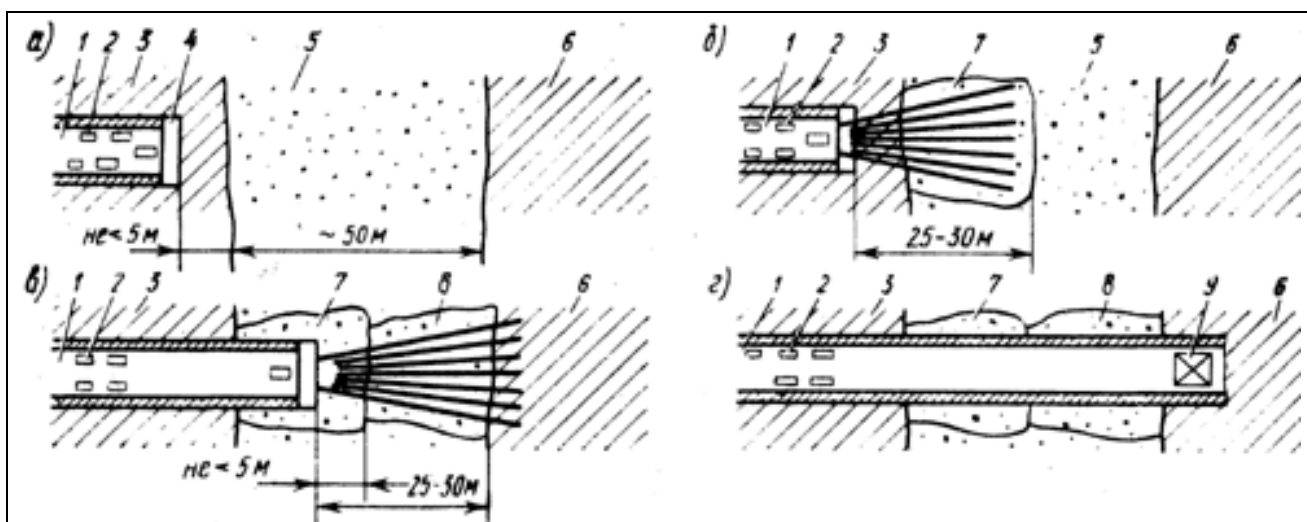


Рисунок 13 - Схема химического закрепления грунта:

а – подготовка тоннеля к закреплению грунтов; б – бурение скважин для закрепления начального (первого) участка зоны неустойчивых грунтов; в – проходка тоннеля по 1-му участку закрепленных грунтов; г – выход тоннеля из зоны закрепленных грунтов; 1 – тоннель; 2 – оборудование для хим. закрепления грунтов; 3 и 6 – зона грунтов устойчивых; 4 – предохранительная бетонная стенка; 5 – зона грунтов неустойчивых; 7, 8 – 1-й и 2-й участки зоны грунтов, закрепленные хим. способом; 9 – оборудование проходческое

При электросиликатизации — пропускании через иньекторы (как электроды) постоянного тока — ускоряются в 4...20 раз темпы работ и повышается их качество. Особенно эффективен метод электросиликатизации для закрепления грунтов с коэффициентом фильтрации менее 0,1 м/сут.

Однорастворную силикатизацию применяют для грунтов при содержании солей кальция и магния более 0,6 мг-экв, при меньшем содержании этих солей в грунте необходимо использовать двухрастворный состав. При двухрастворном закреплении грунтов каждый из растворов последовательно нагнетается отдельным насосом. [12]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.3 Термическое закрепление грунтов

Сущность термического закрепления заключается в преобразовании структурных связей в грунте под воздействием высоких температур. В результате закрепления устраняются просадочные свойства грунтов, возрастают их прочность и водостойкость [5].

Для упрочнения просадочных лёссовых грунтов, а также глинистых грунтов, обладающих большой воздухопроницаемостью, применяется термическое закрепление, сущность которого заключается в преобразовании структурных связей в грунте под воздействием высоких температур $600\div 800^{\circ}\text{C}$. В результате закрепления устраняются просадочные свойства грунтов, возрастают их прочность и водостойкость.

Термическое закрепление грунтов можно проводить двумя способами:

1. В грунт через жароупорные трубопроводы нагнетается под давлением горячий воздух (рис. 14). Нагревание воздуха до $600\div 800^{\circ}\text{C}$ происходит в стационарных или передвижных прокалочных агрегатах.
2. Грунт обрабатывается горячими газообразными продуктами горения (термохимическая обработка), обогащенными при необходимости специальными химическими добавками. Сжигание горючего (газообразного, жидкого, твердого) производится в устьях скважин или непосредственно в толще закрепляемых грунтов с регулированием химического состава продуктов горения путем ввода химических компонентов.

Наибольшей эффективностью характеризуется сжигание топлива непосредственно в толще закрепляемого грунта.

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

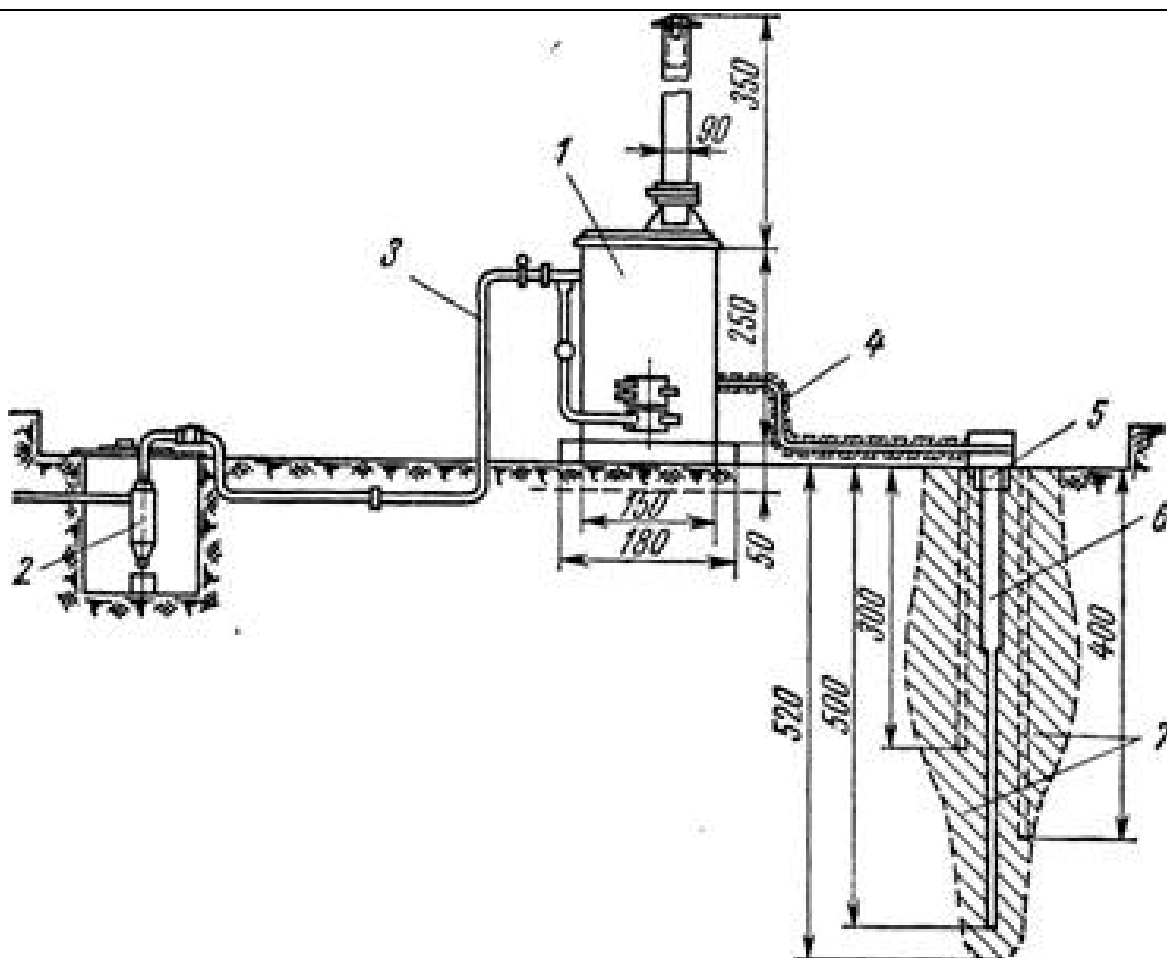


Рисунок 14 - Схема установки для термического укрепления грунтов с нагнетанием в них горячего воздуха:

1 — агрегат для нагрева воздуха; 2 — компрессор; 3 — трубопровод холодного воздуха; 4 — теплоизолированный трубопровод горячего воздуха; 5 — затвор скважины; 6 — скважина; 7 — зона термического укрепления грунта

2.4 Электрохимическое закрепление грунтов

Электрохимический способ применяется в грунтах с достаточно малой степенью фильтрации 0,1...0,2 м/сутки (текучепластичные глины, суглинки), где нагнетание растворов невозможно. Грунт подвергается электрическому воздействию в течение длительного времени (закрепление основано на явлении электроосмоса), в результате чего грунт обезвоживается уплотняется и теряет способность к пучению.

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Суть данного явления заключается в том, что при пропускании постоянного тока через глинистый грунт, последний теряет связную воду, которая получает перемещение (миграцию) в сторону отрицательного электрода (катода). Для усиления эффекта, т.е. для улучшения проходимости тока, в грунт вводятся различные химические добавки (силикат натрия, хлористый кальций).

Электрохимическое закрепление подразделяется на электроосушение, электроуплотнение и электрозакрепление. При электрохимическом закреплении к перфорированным трубам-электродам подается постоянный ток со средним напряжением 70÷80 В (рисунок 15).

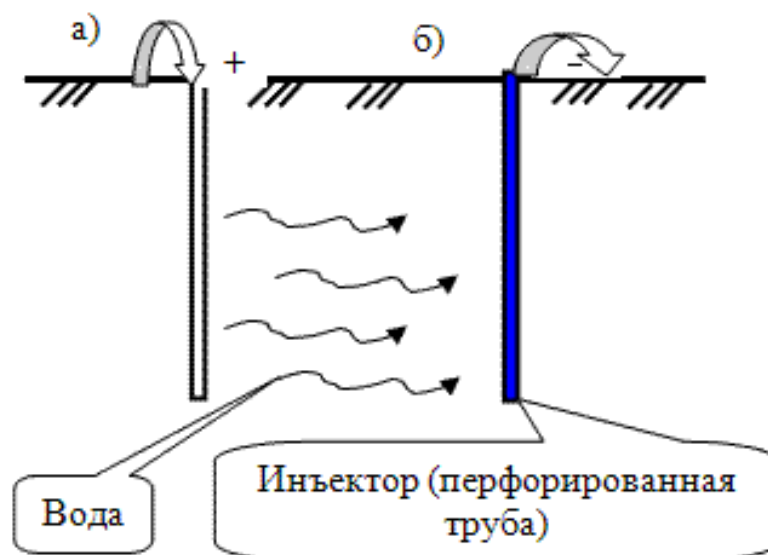


Рисунок 15 - Принципиальная схема электрохимического закрепления связного грунта: а) - иньектор-анод для закачки хлористого натрия, б) - иньектор катод для откачки свободной воды

Свободная вода скапливается около катода, а затем через перфорированный иньектор откачивается. Одновременно через иньектор-анод подается раствор хлористого кальция (CaCl_2), который способствует закреплению основания. Периодически производится смена полярности.

На представленной схеме приняты следующие обозначения:

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

а) иньектор-анод с закачкой CaCl_2 ;

б) иньектор-катод с откачкой свободной воды.

В результате проведения подобных работ в связном грунте уменьшается влажность (грунт переходит в категорию тугопластичного, полутвердого состояния, с коэффициентом фильтрации $K_f < 0,01$ м/сут) и возрастает прочность (угол внутреннего трения и сцепления увеличиваются до 70%).

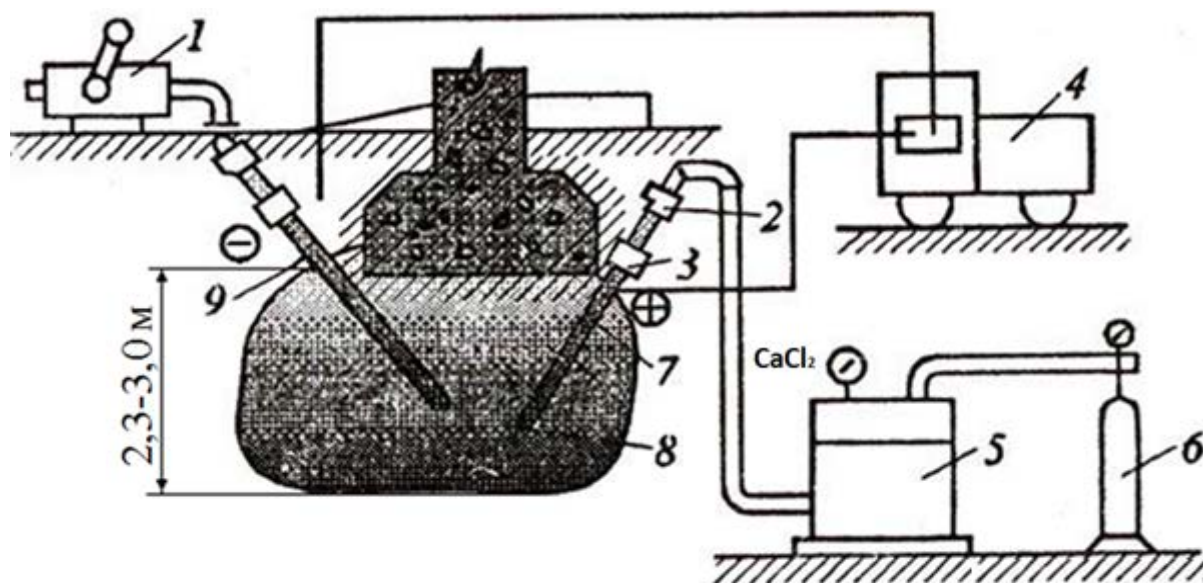


Рисунок 16 - Схема установки для электрохимического закрепления грунтов:

1 - насос для откачки воды из катода; 2 - наголовник; 3 - ниппель; 4 - генератор постоянного тока; 5 - бак с раствором; 6 - баллон со сжатым воздухом; 7 - перфорированная часть иньектора; 8 - наконечник иньектора; 9 - дополнительный иньектор

Иньекторы (электроды) забивают с двух сторон вдоль фундамента через $0,6 \div 0,8$ м. Напряжение $100 \div 120$ В. Расход электроэнергии $60 \div 100$ кВт/м³ грунта (рисунок 16).

2.5 Битумизация. Глинизация грунтов

В скальных кавернозных породах при значительной скорости грунтового потока наряду с цементацией используют горячую битумизацию. Её назначение

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

закljučается в заделке самых больших каверн, которые поддаются цементации из-за больших скоростей грунтовых потоков. Нагнетание в трещины и полости кавернозных пород горячего битума осуществляется через пробуренные скважины, которые оборудованы иньекторами. При холодной битумизации в грунт нагнетается тонкодисперсная битумная эмульсия. Такой способ применяют для закрепления песчаных грунтов и очень тонких трещин в грунтах скальных.

Глинизация служит для снижения фильтрационной способности гравелистых грунтов, кавернозных и трещиноватых скальных пород. При таком способе в трещины породы под большим давлением нагнетается глинистая суспензия с добавлением небольшого количества коагулянта.

Кстати, битумизация и глинизация в технологическом плане исполнения аналогичны цементации. Отличие лишь в том, что иньекцию в грунт производят с помощью глинистых растворов (глинизация) и расплавленного битума (битумизация).

2.6 Искусственное замораживание грунтов

Искусственное замораживание грунтов применяется при проходке ствола шахт, перегонных тоннелей, эскалаторных тоннелей, при строительстве станций закрытого способа, при разработке котлованов для сооружений, возводимые открытым способом [7].

Искусственное замораживание грунтов дает возможность сделать прочное ограждение прямоугольного или кругового очертания из замороженного грунта, которое препятствует проникновению водонасыщенных неустойчивых грунтов или грунтовой воды в сооружаемую выработку. Такое ограждение воспринимает давление грунта, окружающего котлован или выработку, а также гидростатическое давление вод грунтовых.

Замораживание грунтов рассольным способом. Как правило, для замораживания грунтов используется т. н. хладагент (холодильный агент). В

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

качестве хладагента обычно используется охлажденный рассол (водный раствор CaCl_2), обладающий способностью оставаться в жидком состоянии при низких температурах. Этот рассол, предварительно охлажденный на станции замораживающей, подается по системе трубопроводов к замораживающим колонкам, которые опущены в пробуренные скважины.

Для формирования ледогрунтового ограждения по контуру выработки предварительно через толщину водоносных грунтов бурятся скважины, их концы заглубляются в водоупорный грунт (мергели, плотные безводные сланцы, глины) на величину $2 \div 5$ м. Расстояние между скважинами определяется согласно проекту, с расчетом, что радиус ледогрунтового цилиндра, намораживаемого вокруг скважины, составляет порядка $1,25 \div 1,50$ м.

В случаях, когда заглубить замораживающие контурные скважины в водоупор невозможно, грунтовой массив замораживается по всему сечению строящейся выработки, для чего замораживающие скважины бурятся и внутри скважин контурных.

В пробуренные скважины опускаются замораживающие трубы, представляющие собой колонки с наглухо заваренным дном (нижним концом) (рисунок 17). Не доходя до дна колонки в них опускаются питающие трубы - трубы меньшего диаметра с открытым нижним концом, - на величину $40 \div 50$ см.

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

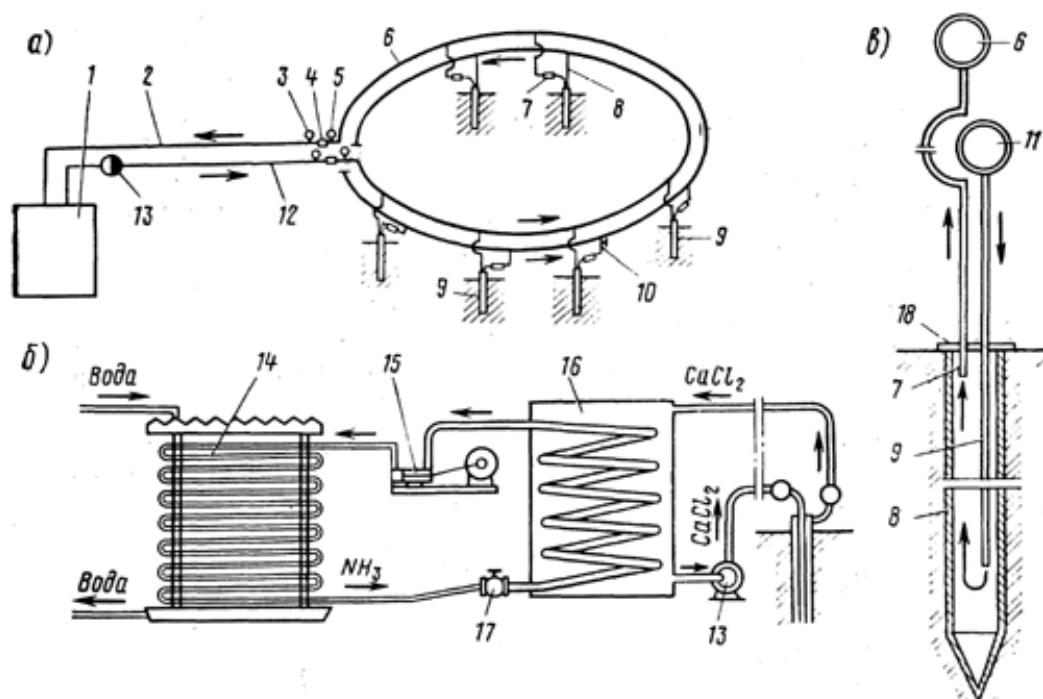


Рисунок 17 – Установка для замораживания грунта:

а – циркуляция раствора схема; б – схема станции замораживающей; в – конструкция колонки замораживающей; 1 – бак рассольный; 2 – рассолопровод обратный; 3 – термометр; 4 – водомер; 5 – манометр; 6 – кольцо коллекторное; 7 – труба отводящая; 5 – колонки замораживающие; 9 – труба питающая; 10 – кран; 11 – рассолопровод распределительный; 12 – рассолопровод прямой; 13 – насос; 14 – конденсатор; 15 – компрессор аммиачный; 16 – испаритель; 17 – вентиль регулирующий; 18 – головка колонки замораживающей

Через специальные оголовки замораживающие колонки соединяются в общую систему, расположенную на поверхности земли, и состоящую из распределителя, по которому рассол (раствор хлористого кальция), охлажденный на замораживающей станции, подается к питающим трубам, и трубы-коллектора, по которой рассол отводится из колонок к той же самой станции [10].

На замораживающей станции монтируются насосные компрессорные агрегаты и устройства, служащие для обеспечения функционирования всей системы замораживания. Холодный рассол нагнетается в распределитель при помощи насосов, после чего он расходится равномерно по питающим трубам колонок замораживающих. Рассол, давление которого создается насосами на станции, достигнув низа колонки, поднимается по кольцевому пространству вверх между замораживающей колонкой и питающей трубой, омывая ее внутренние стенки. При этом имеет место теплообмен: у грунта, окружающего колонку, тепло отнимается рассолом, отчего снижается его температура, что приводит к замораживанию грунта. После этого рассол из колонки через оголовок направляется в коллектор, а из него — на станцию замораживающую, где снова охлаждается [11].

На замораживающей станции монтируются две системы механизмов и машин. Первая система (называемая аммиачной) предназначена для охлаждения рассола аммиаком и включает компрессор, испаритель и конденсатор, которые соединены трубопроводами. Предназначение второй системы (рассольной) заключается в обеспечении циркуляции рассола, в систему входит бак рассольный бак, распределитель, трубопроводы, насос, замораживающие колонки и коллектор.

Охлаждение рассола осуществляется следующим образом. Компрессором сжимаются пары жидкого аммиака, засасываемые из испарителя, до давления порядка $0,8 \div 1,2$ МПа, при этом пары аммиака нагреваются. Компримированные аммиачные пары по трубопроводу поступают в конденсатор, который состоит из труб, омываемых постоянно холодной водой, в конденсаторе пары аммиака охлаждаются и конденсируются в жидкость. В жидком виде аммиак подается в испаритель. Секции испарителя расположены в баке, который заполнен водным раствором хлористого кальция (рассолом), с температурой замерзания минус 34°C . При испарении, жидкий аммиак забирает большое количество тепла от рассола, которое расходуется на парообразование, при этом происходит

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

охлаждение рассола до температур минус 20...минус 26°С. После этого охлаждаемый рассол при помощи центробежного насоса поступает в распределитель, из которого идет в колонки замораживающие, и, передавая грунту часть холода, возвращается обратно в испаритель по коллектору для повторного охлаждения. Цикл далее повторяется.

Вокруг каждой колонки постепенно формируется массив замороженного грунта, имеющий цилиндрическую форму. Объем замороженных цилиндров при дальнейшем замораживании увеличивается, и они между собой смерзаются в кольцевой сплошной массив (рисунок 18).

Необходимое для образования замороженного массива время, зависит от проектной толщины замороженного массива, температуры циркулирующего рассола, числа замораживающих колонок, гидрогеологических условий. Ориентировочный для создания замороженного контура срок при расстоянии между скважинами 1,25 м варьируется в пределах 40÷60 суток при работе замораживающей станции круглосуточно. Такой процесс называется активным замораживанием. Чтобы поддерживать массив в состоянии замороженном, станция в продолжении всего времени проходки работает в замороженной зоне по режиму, который определяется проектом (одна или две смены). Он называется периодом поддержания замораживания.

Об образовании ледогрунтового замкнутого ограждения судят по повышению уровня воды в пробуренной специальной гидрогеологической контрольной скважине. Когда на одном из водоносных горизонтов заканчивается образование замкнутого ледогрунтового ограждения и начинается его утолщение, вода внутри замороженного контура попадает под давление утолщающихся стен ограждения, и происходит поднятие в контрольной скважине ее уровня.

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

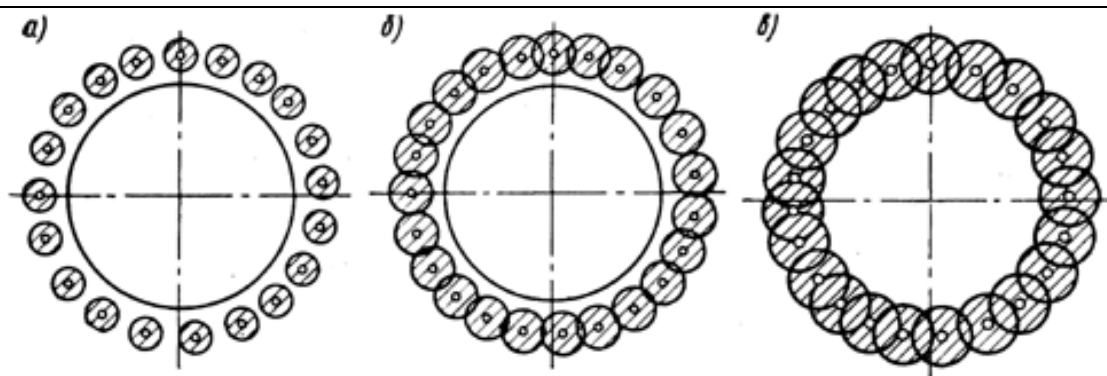


Рисунок 18 - Последовательность формирования кольцевого ледогрунтового массива вокруг ствола шахты:

а - начало замораживания; б - середина процесса; в - окончание замораживания

Работы по замораживания начинаются с бурения скважин и установки в них колонок замораживающих с питающими трубами. Параллельно ведутся работы по сооружению замораживающей станции, монтажу рассолопроводов и оборудования исходя из того, чтобы к окончанию бурения скважин можно было произвести испытания и ввести в работу всю систему.

Для производства строительных и горнопроходческих работ в замороженной зоне характерны ряд особенностей. Работы необходимо осуществлять при тщательном контроле за режимом работы станции и состоянием ограждения ледогрунтового для сохранения температуры ограждения и его размеров.

При открытых работах в период плюсовых температур воздуха выемка грунта из котлована должна осуществляться с защитой стенок ледогрунтового ограждения от воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков.

В ходе разработки грунта буровзрывным способом следует соблюдать меры безопасности, не допускать повреждения замораживающих колонок и деформации ледогрунтового ограждения.

После завершения проходческих работ и возведения постоянной обделки сооружения подходят к оттаиванию грунтов замороженных, которое может

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

осуществляться либо естественным путем, либо искусственно, посредством нагнетания нагретой воды или рассола в скважины.

Низкотемпературное замораживание с использованием жидкого азота

В последнее время для искусственного замораживания грунтов в практике метростроения стали использовать новый хладагент — жидкий азот, который представляет собой жидкость без цвета с очень низкой температурой испарения, (при атмосферном давлении она составляет минус 195,8°С).

Жидкий азот получают на специализированных заводах методом сжижения воздуха атмосферного при криогенных температурах и разделения этого воздуха на кислород и жидкий азот, которые характеризуются разными температурами испарения. Жидкий азот транспортируется в специальных танках (емкостях).

По сравнению с другими промышленными хладагентами (аммиаком, фреоном), которые использовать возможно только лишь в замкнутой системе холодильных установок, жидкий азот используется однократно (газ выпускается в окружающую среду).

Метод низкотемпературного замораживания с использованием жидкого азота характеризуется целым рядом преимуществ по сравнению с обычным замораживанием (рассольным). В случае замораживания азотом не требуются замораживающие станции и сети труб. Жидкий азот, доставленный на стройплощадку, пускается из цистерн сразу в замораживающие колонки. Увеличивается скорость замораживания, что является особенно важным при значительных скоростях фильтрации грунтовых вод, а также при поступлении минерализованных и термальных вод.

Жидкий азот доставляется в цистернах вместимостью 1200, 3000 и 5000 л и более, смонтированных на автомобилях. На замораживание одного кубометра грунта с содержанием до 30% воды требуется 1000 л жидкого азота. Скорость замораживания грунта составляет 10-15 см/сут и превышает скорость

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

водопритока в замороженную зону, поэтому интенсивного пучения и водонасыщения грунта не происходит. Жидкий азот пожаро- и взрывобезопасен, недорог и нетоксичен.

Замораживающие колонки при низкотемпературном замораживании соединяются в одну систему последовательно. Жидкий азот поступает в питающую (внутреннюю) трубу первой замораживающей колонки. В кольцевом пространстве колонки происходит испарение жидкого азота, образовавшийся газ поднимается к оголовку колонки, откуда по трубопроводу затем поступает в питающую трубу соседней колонки и т. д. (рисунок 19).

В атмосферу он поступает из последней колонки системы с температурой порядка минус 40°C.

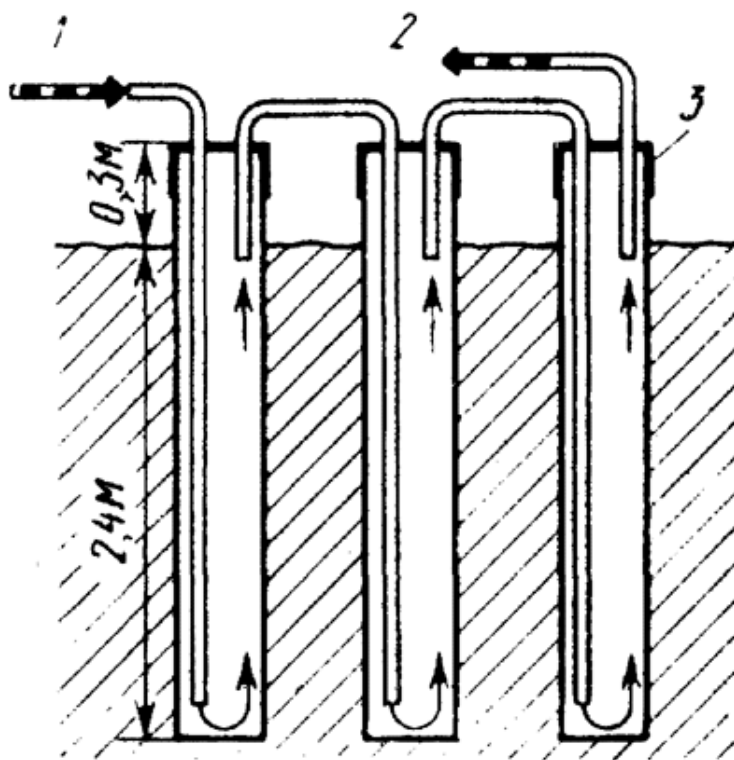


Рисунок 19 - Схема азотного (низкотемпературного) замораживания:

1 - трубка подводящая; 2 - трубка для отвода испарившегося азота; 3 - оголовок стальной

Использование технологии низкотемпературного замораживания эффективно при ликвидации пьезунов и прорывов воды в горные выработки, а также при выполнении в водоносных грунтах срочных работ [12].

Искусственное замораживание представляет собой универсальное средство для стабилизации грунтов и обеспечения возможности проведения работ в породах водоносных. При этом ему присущ ряд недостатков. Происходит пучение обводненных грунтов из-за увеличения объема грунта в процессе замораживания и осадка в процессе оттаивания может привести к деформации поверхностных сооружений, под которыми осуществляются работы, в особенности если они производятся на малой глубине. Подготовительные работы являются достаточно сложными, а сам процесс замораживания занимает длительное время, кроме того, такие работы отличаются довольно высокой стоимостью.

Совмещенное использование водопонижения и замораживания позволяет осушить грунт в котловане, огражденном замкнутой ледогрунтовой водонепроницаемой стеной.

Классификация способов закрепления грунтов приведена на рисунке 20. На рисунке 21 показана классификация способов сооружения ремонтного котлована с учетом использования замораживания грунта для сооружения котлована.

					2 Способы закрепления грунтов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

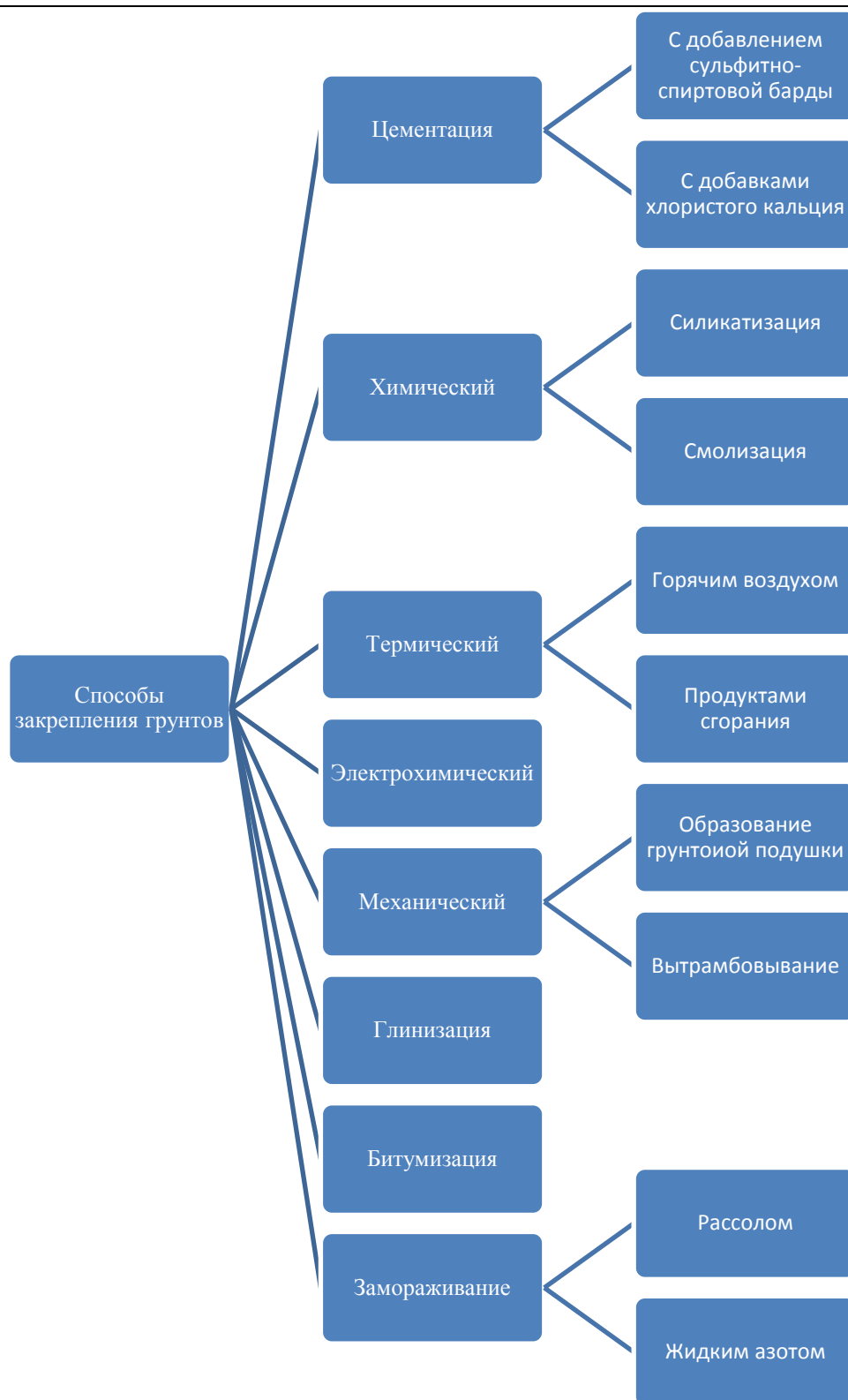


Рисунок 20 - Классификация способов закрепления грунтов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

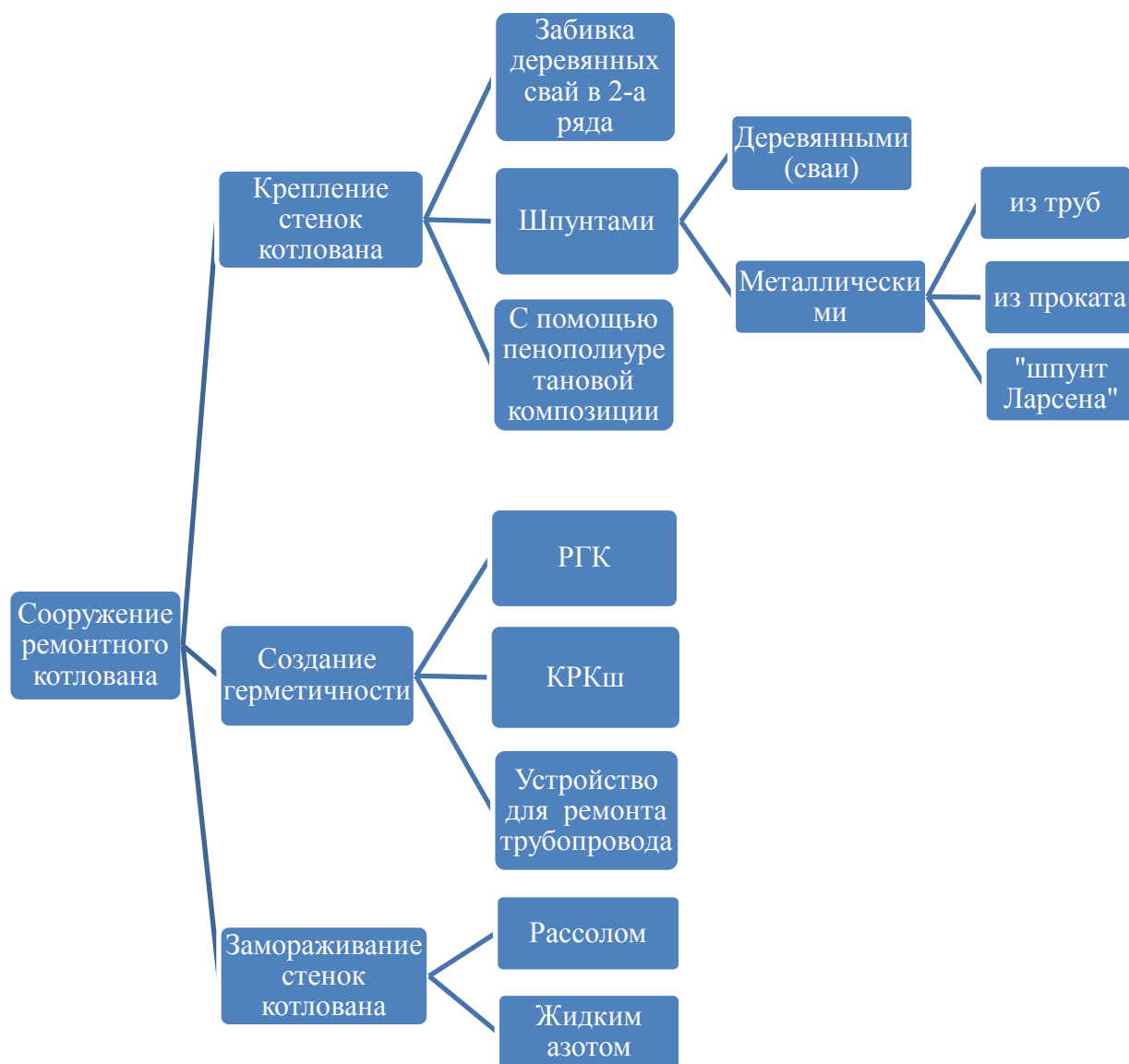


Рисунок 21 - Классификация способов сооружения ремонтного котлована с учетом замораживания

3 Искусственное замораживание грунтов с применением жидкого азота при сооружении ремонтного котлована. Достоинства

Из проанализированных мной способов, для сооружения ремонтного котлована в условиях болот, по многим параметрам, подходит искусственное замораживание грунтов с применением в качестве хладагента жидкого азота.

За последние два десятилетия замораживание грунта жидким азотом из экзотической сферы применения газа с множеством неизвестных факторов превратилось в стандартную методику обработки неустойчивых грунтов и мест утечек.

Замораживание жидким азотом получает все большее распространение, обладая рядом достоинств по сравнению со способом замораживания рассолом [13]:

- Монтаж установки замораживания с использованием жидкого азота может быть произведен очень быстро;
- Объем капиталовложений в установку замораживания с использованием жидкого азота составляет всего лишь небольшую часть капиталовложений, требуемых для монтажа установки замораживания с использованием рассола;
- Температура замерзшего грунта будет намного ниже, чем в случае использования установки замораживания с использованием рассола. Это увеличивает устойчивость грунта;
- Низкая температура жидкого (-196°C) позволяет произвести замораживание за 4 дня, что намного меньше, чем при процессе замораживания с использованием рассола, на который может уйти месяц;
- Процесс является безвредным для окружающей среды, не используются опасные вещества, вибрация, не происходит загрязнения грунтовых вод;
- Процесс выполняется автоматически;

					3. Искусственное замораживание грунтов с применением жидкого азота при сооружении ремонтного котлована. Достоинства	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Гибкость задания формы зоны замораживаемого грунта;
- Сочетание уплотнения и статической опоры;
- Нетребовательность к значениям влажности грунта (5-100%);
- Замерзший грунт является на 100% водонепроницаемым, не происходит приток грунтовых вод;
- Твердость замороженного грунта близка к твердости бетона;
- Затвердевание грунта является всего лишь временным. После отключения подачи жидкого азота замерзший грунт оттает в течение нескольких недель.

Также стоит заметить и экономический фактор, расход жидкого азота на замораживание 1 м³ грунта составляет около 600 кг.

					3. Искусственное замораживание грунтов с применением жидкого азота при сооружении ремонтного котлована. Достоинства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

4 Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота

Для продуктивной работы по замораживанию котлована на МН в условиях болот нам понадобится некоторое количество жидкого азота. Для получения необходимого количества жидкого азота можно прибегнуть к следующим техническим средствам:

- Транспортные цистерны
- Азотные установки
- Передвижные и мобильные станции

Рассмотрим подробнее каждый из них.

4.1 Транспортные цистерны

Цистерны предназначены для кратковременного хранения, транспортирования и выдачи криогенных продуктов.

Цистерны транспортируются автомобильными тягачами (рисунок 22).



Рисунок 22 - Цистерны для транспортировки криогенных продуктов (жидкого азота)

Цистерна состоит из криогенного резервуара с многослойной высокоэффективной тепловой изоляцией. Резервуар изготовлен из стали 12Х18Н10Т. Цистерны снабжены арматурой, приборами для замера уровня, давления и температуры, предохранительными устройствами (ПК и ПМ) от

Томский политехнический университет				ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА		
Дипломник	Ф.И.О.	Подпись	Дата	«Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот»	Лист	Листов
	Митькин Н.И.					
Руководитель	Крец В.Г.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа, группа	
Зав.кафедрой	Бурков П.В.					

превышения рабочего давления во внутреннем сосуде, теплоизолирующей полости и трубопроводах. Цистерны имеют атмосферный испаритель подъема давления для выдачи жидкого криопродукта.

Управление арматурой - ручное с отбором сигналов от приборов на пульт управления. Транспортные цистерны отвечают требованиям Европейского соглашения о международных перевозках ДОПОГ (АДК).

Технические характеристики цистерн для транспортировки жидких криогенных продуктов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики цистерн для транспортировки жидких криогенных продуктов

Характеристика	Ед. измер.	Продукт	ЦТ-8/0,6	ЦТ-20/1,8	ЦТ-25/0,25	ЦВТ-45/1,0
Вместимость	м ³	-	8,0	20,0	28,4	45,0
Рабочее давление	МПа	-	0,6	1,8	0,25	1,0
Масса перевозимого груза	т	азот	6,2	15,8	21,7	-
		кислород	8,6	20,2	-	-
		аргон	10,6	20,2	-	-
		водород	-	-	-	2,74
Масса порожней цистерны без тягача	т	-	4,70	12,50	12,50	21,76
Масса порожней цистерны с тягачом	т	-	-	21,75	21,70	28,86
Потери продукта от испарения	% в сутки	азот	0,6	0,56	0,56	-
		кислород	0,35	0,40	0,51	-
		аргон	0,42	0,52	0,67	-
		водород	-	-	-	0,8
Габаритные размеры	м	высота	2,29	3,60	3,70	3,70
		ширина	2,10	2,50	2,50	2,50
		длина с тягачом	-	14,2	15,0	18,3
		длина без тягача	5,0	10,5	12,2	15,5
Базовый тягач	-	-	*	МАЗ-64221	МАЗ-64221	КамАЗ-54112
Примечание: * - цистерна устанавливается на бортовом автомобиле или прицепе.						

4.2 Азотные установки для производства жидкого азота из атмосферного воздуха

Установки для производства жидкого азота из атмосферного воздуха могут быть там, где доставка азота от внешних производителей не удобна или требуется повышенная надежность системы хранения. Азотные установки потребляют атмосферный воздух достаточного качества, электропитание и проточную холодную воду для охлаждения рабочих агрегатов.

Технические характеристики азотных установок представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики азотных установок

Модели	LNP10	LNP20	LNP40	LNP60	Stirlin1	Stirlin2	Stirlin3	Stirlin4
Производительность, л/час	0,45	0,83	1,67	2,5	10-16	21-33	44-75	89-151
Чистота продукта, %	98,0	98,0	98,0	98,0	99,5	99,5	99,5	99,5
Потребляемая мощность, кВт	2	3,7	5,5	7,5	16	32	63	126
Вес, кг	100	110	135	173	1500	2800	5000	9000
Накопительная емкость в комплекте, л	35	100	160	210	500	1000	2000	2000
Уровень шума, дБ					70	70	72	74
Максимальная окружающая температура, °С	38	38	38	38	45	45	45	45
Водное охлаждение, л/час					1150	1900	4500	9000
Занимаемое пространство, м					4,5х3,5	7,2х3,7	8,7х4,8	8,7х5,8
Максимальная высота, м		1,2			3,0	3,0	4,0	4,0

Рассмотрим установку StirLIN–4, как наиболее подходящую как по габаритам, так и по производительности.

Установка StirLIN–4 (рисунок 23) продуцирует как минимум 44 литра жидкого азота в час номинальной чистотой 99% или выше при нормальных условиях.

Давление в резервуаре может регулироваться от 0,4 до 5 атм, при увеличении продуктивности до 75 литров в час чистота продукта будет от 98% или выше. Жидкий азот подается через гибкий криогенный шланг при открытии вентиля. Установленная потребляемая мощность составляет 63 кВт при использовании водопроводной воды. Оператору необходимо только менять фильтры и компрессорное масло и проводить профилактическое обслуживание каждые 6000 рабочих часов.

StirLIN–4 базируется на высокоэффективной системе амплитудной абсорбции под давлением для отделения азота и использует проверенный четырехцилиндровый криогенератор SPC–4 в качестве ожижителя. Установка комплектуется 2000 литровым накопительным резервуаром.



Рисунок 23 - Азотная установка StirLIN–4 для производства жидкого азота из атмосферного воздуха

TheStirLIN–4 также может быть выполнена в усиленной модификации — при добавлении второго SPC–4 криогенератора (становится StirLIN–8).

Технические характеристики:

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- производительность не менее 44 литров жидкого азота в час
- чистота продукта 99% азот
- обслуживание каждые 6000 рабочих часов
- потребление воды для охлаждения 4500 л/час
- потребляемая мощность 63 кВт
- время подготовки к старту 10 мин
- старт-стоп процедура полностью автоматическая, одним переключателем
- необходимая занимаемая площадь 8,7×4,8 м, высота 4 м
- вес нетто 5000 кг
- окружающая температура до +45°C
- допустимая влажность среды до 95%
- накопительный резервуар 2000 л
- давление в резервуаре 0,4-5 барг
- монтаж на месте 4-6 дней
- уровень шума 72 дБ

4.3 Станции для производства кислорода и азота МКДС - 100К

Станция мобильная кислородоазотодобывающая контейнерная МКДС - 100К (рисунок 24) может выполнять следующие виды работ (используемый продукт - атмосферный воздух):

- производство жидкого технического кислорода второго сорта (или жидкого медицинского кислорода);
- производство газообразного технического кислорода второго сорта (или газообразного медицинского кислорода);
- производство жидкого технического азота первого сорта;
- производство азота, газообразного технического первого сорта.

Установки четырехрежимные: каждый из режимов работы обеспечивает получение только одного из продуктов в газообразном или жидком виде.

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55



Рисунок 24 - Мобильная кислородоазотодобывающая контейнерная станция
МКДС - 100К

Применение

Спектр применения кислородных станций очень широк, к нему относятся задачи получения кислорода автогенного (за исключением автоматической резки металлов), также кислородные станции находят применение в силикатной, целлюлозно-бумажной, пищевой и фармацевтической промышленности, рыбозаводстве, переработке сточных вод и питании озонаторных установок, сжигании твердых отходов.

Получение кислорода и получение азота являются основными назначениями станции.

Станция может использоваться для обеспечения технологических процессов на промышленных предприятиях (теплоэнергетика, машиностроение и др.); обслуживания сельскохозяйственных регионов; на стройках, нефте- и газопромыслах; для аэродромного обеспечения летательных аппаратов; в медицине, в биологии, и т.п.

Устройство и принцип работы

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Оборудование мобильных кислородоазотодобывающих станций смонтировано в готовом для эксплуатации виде в 2-х комфортабельных фургонах, имеющих отопление, кондиционирование, естественное и искусственное освещение, замкнутый цикл водообеспечения для охлаждения компрессоров.

Кроме того, в комплект может входить наполнительная рампа, что позволяет на месте осуществлять заправку одновременно нескольких баллонов кислородом под давлением 150 атм.

Конструктивно станция состоит из компрессорного и технологического отделений, связанных между собой соединительными коммуникациями. Оборудование каждого отделения размещенного в цельнометаллических фургонах-контейнерах, оснащенных естественным и искусственным освещением, электрическим отоплением и вытяжной вентиляцией. Компрессорное отделение предназначено для получения сжатого до 19,6 МПа (200 кгс/см²) воздуха; технологическое – для последующих осушки, очистки, ожижения и разделения воздуха на азот и кислород.

Принцип работы базируется на свойствах адсорбирующих материалов селективного поглощения молекул азота и примесных газов, содержащихся в атмосферном воздухе, пропуская при этом молекулы кислорода. Все используемые в кислородных станциях адсорбенты проходят сертификацию и освидетельствование на территории России, что гарантирует надёжность работы систем и высокое качество получаемого продукта. Станции производят кислород из атмосферного воздуха на базе метода короткоциклового безнагревной адсорбции (КЦА или КБА метод), позволяют получать газообразный кислород чистотой до 99,5 %.

Атмосферный воздух через воздушные фильтры засасывается двумя пятиступенчатыми поршневыми компрессорами, сжимается, охлаждается водой обратной системы охлаждения, очищается от капельных влаги и масла

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

и по соединительному трубопроводу поступает из компрессорного отделения в технологическое.

После предварительного охлаждения в ожижителе блока разделения и отделения капельной влаги воздух высокого давления направляется в блок комплексной очистки, где из него методом адсорбции на цеолите удаляются пары воды, диоксид углерода, углеводороды и другие примеси.

Осушенный и очищенный воздух поступает в блок разделения, причем часть его предварительно расширяется в детандере. В блоке разделения происходит ожижение части воздуха и разделение его в разрезной колонне двукратной ректификации на жидкий кислород или азот и отбросной газ.

Жидкий продукт после переохлаждения отправляется в емкость блока разделения и периодически сливается в криогенный резервуар для хранения сжиженных газов. Для производства газообразного продукта жидкий кислород или жидкий азот засасывается насосом сжиженных газов, газифицируется в теплообменнике и ожижителе блока разделения за счет тепла воздуха высокого давления и подается на наполнительную рампу.

Отбросной газ последовательно проходит теплообменные аппараты, отдавая свой холод поступающему на разделение воздуху, после чего выбрасывается в атмосферу. Часть отбросного потока используется для регенерации блока очистки.

Станции типа МКДС могут питаться от сети переменного 3-х фазного тока 220/380 В, 50 Гц, так и от передвижной дизельной электростанции, которая может входить в комплект поставки по требованию заказчика.

Станции МКДС размещаются на открытом воздухе, на площадке с легким бетонным покрытием или плотным грунтом.

Станции обеспечены надежной системой контроля и управления, имеющей всю необходимую предохранительную арматуру, систему блокировок и аварийных остановок, что делает работу станции безопасной.

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Допускается кратковременная (в течение 8 часов) остановка станции без предварительного отогрева перед ее повторным пуском; станция может эксплуатироваться при температуре окружающей среды от минус 45 до 40 градусов. Технические характеристики станции приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Технические характеристики МКДС - 100К

Параметр	Значение
<i>Производительность, кг/ч:</i>	
по жидким	
- азоту и кислороду	100
по газообразным	
- азоту	160 (26 баллонов в час)
- кислороду	100 (15-16 баллонов в час)
<i>Чистота продукта, %:</i>	
по жидким	
- азоту	99,9
- кислороду	99,5
по газообразным	
- азоту	99,9
- кислороду	99,5
<i>Давление продуктов, МПа:</i>	
-жидких	0,07
-газообразных	23
Потребляемая мощность, кВт	180-210 кВт/ч
Габаритные размеры фургонов, м	6,74х2,86х3,25
Масса, т	18

4.4 Выбор технического оборудования для получения и доставки жидкого азота

После рассмотрения всех этих технических средств можно сделать следующие выводы по каждому из них:

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Транспортные цистерны выполняются в виде прицепов, т.е. использование их в ремонтных работах будет крайне затруднено. Так же время доставки жидкого азота зависит от места расположения установок по производству жидкого азота и систем хранения жидких криогенных продуктов. Количество жидкого азота ограничено объемом цистерны.
2. Азотные установки для производства жидкого азота из атмосферного воздуха можно расположить на базе автотранспорта. Но азотные установки имеет внушительные габариты - занимаемая площадь $8,7 \times 4,8$ м и высота 4 м; должны охлаждаться водой - 4500 л/час; необходимо наличие электростанции для питания азотной установки; существенным недостатком является наличие шума уровня до 72 дБ.
3. Мобильные кислородные станции отличаются высокие технико-экономические характеристики — они сочетают в себе исключительную надежность и невысокую стоимость получаемого кислорода, около 2–3 руб/м³.

Самыми характерными достоинствами данной станции являются:

- размещение оборудования в комфортабельных фургонах контейнерах;
- возможность перебазирования любым видом транспорта;
- малая длительность монтажно-демонтажных работ;
- автономная система охлаждения компрессоров;
- возможность работы с передвижной электростанцией обеспечивают работоспособность станции в полевых условиях и позволяют ее использовать в малоосвоенных и труднодоступных регионах,
- себестоимость по электроэнергии на 1 баллон = (стоимость 1 кВт х 200 кВт) / 16 баллонов = 20 руб.

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. Расчетная часть

5.1 Расчет толщины стенки

Предварительно расчетная толщина стенки δ трубопровода определяется по следующей формуле:

$$\delta = \frac{n_p \cdot P \cdot D_H}{2 \cdot (R_1 + n_p \cdot P)}$$

где δ – расчетная толщина стенки трубопровода, м;

P – рабочее внутреннее давление в трубопроводе, величина которого устанавливается проектной документацией (представляет собой максимальное избыточное давление, обычно, на выходе из КС или НПС, при котором обеспечивается требуемый режим работы трубопровода), Па;

D_H – диаметр трубопровода наружный, м;

n_p – коэффициент надежности:

- 1,10 – для газопроводов;
- 1,15 – для нефте- и продуктопроводов Ду 700 – 1200 мм с промежуточными насосными перекачивающими станциями без подключения емкостей;
- 1,10 – для нефтепроводов Ду 700-1200 мм без промежуточных НПС, или с промежуточными НПС, работающими постоянно только с подключенной емкостью, а также для НП Ду менее 700 мм.

$$R_1 = [\sigma_{BP}] = \frac{R_1^H m}{k_1 k_H}$$

$$R_2 = [\sigma_T] = \frac{R_2^H m}{k_2 k_H}$$

Томский политехнический университет				ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА		
	Ф.И.О.	Подпись	Дата	«Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот»	Лист	Листов
Дипломник	Митькин Н.И.					
Руководитель	Крец В.Г.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа, группа	
Зав.кафедрой	Бурков П.В.					

– допустимые (расчетные) сопротивления основного металла труб и сварных кольцевых соединений сжатию (растяжению) и изгибу соответственно по временному сопротивлению на разрыв $\sigma_{вр}$ и по пределу текучести σ_T , Па;

$$R_1^H = \sigma_{вр}$$

$$R_2^H = \sigma_T = \sigma_{0,2}$$

– нормативные сопротивления металла труб и сварных соединений изгибу и сжатию (растяжению), принимаются равными минимальным значениям соответственно временного сопротивления образца из данной марки стали на разрыв и предела текучести по государственным стандартам и техническим условиям заводов изготовителей на трубную сталь, Па.

m – коэффициент условий работы трубопровода;

k_1 и k_2 – коэффициенты надежности по материалу:

k_1 учитывает качество материала труб с учетом реальной технологии их изготовления, степени контроля сварных соединений, допусков на толщины стенок;

k_2 учитывает прочностные характеристики трубы и способы ее изготовления:

– для бесшовных труб из низкоуглеродистой стали ($D_H \leq 426\text{мм}$) $k_2=1,11$;

– для прямо и спиралешовных труб $k_2=1,15 \div 1,2$;

k_H – коэффициент надежности по назначению трубопровода;

$$R_1 = [\sigma_{вр}] = \frac{510 \cdot 0,6}{1,4 \cdot 1} = 218,57 \text{ МПа}$$

$$R_2 = [\sigma_T] = \frac{R_2^H m}{k_2 k_H} = \frac{363 \cdot 0,6}{1,15 \cdot 1} = 189,39 \text{ МПа}$$

$$\delta = \frac{n_p \cdot P \cdot D_H}{2 \cdot (R_1 + n_p \cdot P)} = \frac{1,15 \cdot 6,3 \cdot 10^6 \cdot 1,02}{2(218,57 \cdot 10^6 + 1,15 \cdot 6,3 \cdot 10^6)} = 16,5 \text{ мм}$$

Определив в первом приближении расчетную толщину стенки δ , необходимо найти сумму продольных (осевых) напряжений в трубопроводе

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\sigma_{\text{ПР.Н}}$ от расчетных нагрузок и воздействий. Например, для прямолинейных участков подземных трубопроводов полностью заземленных грунтом (т.е. при отсутствии продольных и поперечных перемещений последнего в траншее, просадок и пучения грунта) от воздействия расчетного температурного перепада Δt и внутреннего давления P :

$$\sigma_{\text{ПР.Н}} = \sigma_{\text{ПР.Р}} + \sigma_{\text{ПР.т}}$$

где $\sigma_{\text{ПР.Р}}$, $\sigma_{\text{ПР.т}}$ – расчетные продольные напряжения в прямолинейном или упруго-изогнутом полностью заземленном подземном трубопроводе соответственно от внутреннего давления P (при наличии заглушек, задвижек или изгибе труб) и расчетного температурного перепада Δt (термическое напряжение, определяемое по закону Гука при коэффициенте надежности $n_t=1,0$):

$$\sigma_{\text{ПР.т}} = -\alpha_t E \Delta t = -1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,06 \cdot 10^{11} \cdot 45 = -111,24 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{ПР.Р}} = n_p \xi \sigma_{\text{КЦ}}^H = \xi \sigma_{\text{КЦ}}^H = 0,5 \cdot 216,69 = 112,91 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{КЦ}} = n_p \left(\frac{P \cdot D_H}{2 \cdot \delta_H} - P \right) = 1,15 \left(\frac{6,3 \cdot 1,02}{2 \cdot 0,0165} - 6,3 \right) = 216,69 \text{ МПа}$$

– кольцевые напряжения от внутреннего рабочего давления, действующие тангенциально поверхности трубопровода, Па;

$\sigma_{\text{ПР.Р}}^H$, $\sigma_{\text{КЦ}}^H$ – нормативные продольные (от P) и кольцевые напряжения соответственно, Па;

α_t – коэффициент линейного теплового (термического) расширения металла трубы, равный для стали $\alpha_t=1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$;

E – модуль упругости металла трубы равный для стали $E=2,06 \cdot 10^{11} \text{ Па}$;

$\Delta t = (t_3 - t_{\text{ф.р.с.}})$ – расчетный температурный перепад между температурой стенок трубы в процессе эксплуатации t_3 (определяется в технологической части проекта и принимается равной температуре продукта на выходе з КС или НПС) и температурой, при которой фиксируется расчетная схема трубопровода

$t_{\text{ф.р.с.}}$ (свариваются захлесты, навешиваются балластирующие грузы,

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

производится засыпка трубопровода и т.п., т.е. когда фиксируется статически неопределимая система), °C;

$$\sigma_{\text{пр.Н}} = -\alpha_t E \Delta t + 0,3 \frac{n_p \cdot P \cdot (D_H - 2 \cdot \delta_{H1})}{2 \cdot \delta_{H2}} = -46,23 \text{ МПа}$$

при положительном температурном перепаде $\Delta t \geq 0$ (при замыкании трубопровода в холодное время года).

Если при этом полученная сумма $\sigma_{\text{Н.пр}} \geq 0$ (растягивающие напряжения, т.е. когда продольные напряжения от внутреннего давления гасят термические), окончательно принимаем в качестве номинальной ранее найденную толщину стенки $\delta_{\text{н}} = \delta_{\text{н1}}$.

В противном случае, когда $\sigma_{\text{Н.пр}} < 0$ (сжимающие напряжения, т.е. термические напряжения по модулю больше продольных напряжений от внутреннего давления) величина δ корректируется по формуле:

$$\delta = \frac{n_p \cdot P \cdot D_H}{2(\psi_1 R_1 + n_p \cdot P)}$$

где ψ_1 - коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб:

- при $\sigma_{\text{Н.пр}} \geq 0$ (осевые растягивающие напряжения) $\psi_1 = 1$;
- при $\sigma_{\text{Н.пр}} < 0$ (осевые сжимающие напряжения) коэффициент ψ_1 ($0 < \psi_1 < 1$) вычисляется по формуле:

$$\delta = \frac{1,15 \cdot 6,3 \cdot 10^6 \cdot 1,02}{2(0,88 \cdot 218,57 \cdot 10^6 + 1,15 \cdot 6,3 \cdot 10^6)} = 0,01857 \text{ м} = 18,57 \text{ мм}$$

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{|\sigma_{\text{пр}}|}{R_1} \right)^2} - \frac{0,5 |\sigma_{\text{пр}}|}{R_1} = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{46,23}{218,57} \right)^2} - \frac{0,5 \cdot 46,23}{218,57} = 0,88$$

Расчетная толщина стенки трубопровода округляется в большую сторону до ближайшей номинальной по сортаменту труб и обозначается $\delta_{\text{н}} = 19$.

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определенную толщину стенки труб следует принимать не менее $1/140D_H$, но не менее 3 мм для труб $Dy \leq 200$ мм и не менее 4 мм для труб $Dy > 200$ мм.

При этом принятая толщина стенки δ_H должна удовлетворять условию:

$$\delta_H \geq \delta_{\min}$$

где $\delta_{\min}$ – минимальная толщина стенки, которая согласно находится из условия:

$$\delta_{\min} \geq \frac{D(D_H - 2\delta_H)}{2 \cdot 0,95 \cdot R_H^2} = \frac{6,3(1020 - 2 \cdot 19)}{2 \cdot 344,85} = 8,97 \text{ мм}$$

$$R = 0,95 \cdot R_H^2 = 0,95 \cdot \sigma_T = 0,95 \cdot 363 = 344,85 \text{ МПа}$$

– расчетное значение напряжения, принимаемое равным 95% R_2^H (предела текучести стали), Па. [28,29]:

5.2 Гидравлический расчет магистрального нефтепровода

Целью гидравлического расчета магистрального нефтепровода является определение суммарных потерь напора в магистральном нефтепроводе и полного напора, необходимого для перекачки нефти по магистральному нефтепроводу, т.е. гидравлического сопротивления нефтепровода.

Пропускная способность магистрального нефтепровода – это максимальное количество нефти, которое может быть перекачано по нефтепроводу при экономически оптимальном использовании принятых расчетных параметров и установившемся режиме.

Данные для расчета:

Годовая пропускная способность нефтепровода – 40 млн. т/год;

Плотность перекачиваемой нефти – 867 кг/м³;

Протяженность трассы – 500 м;

Разность отметок начала и конца трубопровода – 25 м.

Определим объемную часовую пропускную способность нефтепровода:

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_{\text{ч}} = \frac{G}{24 \cdot N_p \cdot \rho}$$

где G – годовая пропускная способность нефтепровода, млн. т/год;

N_p – расчетное число суток работы нефтепровода (350 сут);

24 – число часов в сутках:

ρ – плотность перекачиваемой нефти, кг/м³.

$$Q_{\text{ч}} = \frac{G}{24 \cdot N_p \cdot \rho} = \frac{40 \cdot 10^9}{24 \cdot 350 \cdot 867} = 5492 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Определим расчетный диаметр нефтепровода

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{(4 \cdot Q_{\text{ч}} / 3600 \cdot v \cdot \pi)}$$

где $Q_{\text{ч}}$ – расход жидкости, м³/ч;

v – теоретически принятая скорость движения нефти по нефтепроводу, м/с. Рекомендуется $v_t = 1,5 \div 2,5$ м/с.

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{(4 \cdot 5492 / 3600 \cdot 2,35 \cdot 3,14)} = 0,91 \text{ м}$$

Выбираем по ГОСТ или ТУ наружный диаметр нефтепровода $D_{\text{н}}$ (ближайший к расчетной величине) и толщину стенки нефтепровода $D_{\text{вн}}$, которая проверяется механическим расчетом $D_{\text{н}} = 1020$ мм, $\delta = 16,5$ мм.

Определяем внутренний диаметр трубопровода:

$$D_{\text{вн}} = D_{\text{н}} - 2 \cdot d$$

$$D_{\text{вн}} = 1020 - 2 \cdot 16,5 = 987 \text{ мм}$$

Определяем фактическую скорость движения нефти:

$$v = (4 \cdot Q_{\text{ч}}) / (\pi \cdot D_{\text{вн}}^2)$$

$$v = \frac{(4 \cdot 5492)}{(3,14 \cdot 987^2)} = 2,1 \text{ м/с}$$

Определим режим движения нефти, которых характеризуется числом

Рейнольдса:

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$Re = \frac{v \cdot D_{\text{вн}}}{n}$$

где n – кинематическая вязкость нефти, $\text{м}^2/\text{с}$. Выбираем по паспорту нефть из справочника.

$$Re = \frac{2,1 \cdot 987}{57,7 \cdot 10^{-6}} = 35731$$

Если $Re < 2300$, то режим течения ламинарный.

Если $Re > 2300$, то режим течения турбулентный.

Поскольку $Re > 2300$ режим течения жидкости в нефтепроводе турбулентный.

Ламинарное движение – это движение жидкости, наблюдаемое при малых скоростях, при котором отдельные струйки жидкости движутся параллельно друг другу и оси потока.

Турбулентное движение – это движение жидкости при больших скоростях, при котором в движении жидкости нет видимой закономерности и отдельные частицы, перемешиваясь между собой, движутся хаотично.

Определяем зону трения при турбулентном режиме.

Определяем первое переходное число Рейнольдса:

$$Re_{1\text{пер}} = 10/e$$

где e – относительная шероховатость труб, м. Для этого определим относительную шероховатость труб $k_{\text{э}}=0,05$.

$$e = \frac{k_{\text{э}}}{D_{\text{вн}}} = \frac{0,05}{987} = 4,99 \cdot 10^{-5}$$

$$Re_{1\text{пер}} = \frac{10}{4,99} \cdot 10^{-5} = 200200$$

Если $2300 < Re < Re_{1\text{пер}}$, то зона гладкого трения (зона Блазиуса или зона гидравлически гладких труб)

Если $Re > Re_{1\text{пер}}$, то определяем второе переходное число Рейнольдса

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

$$Re_{2пер} = \frac{500}{e} = \frac{500}{4,99 \cdot 10^{-5}} = 10010010$$

Если $Re_{1пер} < Re < Re_{2пер}$, то зона гидравлически шероховатых труб (зона квадратичного трения).

Поскольку $Re < Re_{1пер}$, то течение жидкости происходит в зоне гидравлически гладких труб.

В зависимости от режима движения нефти и зоны трения определяем коэффициенты обобщенной формулы Блазиуса а, b.

Коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\lambda = \frac{a}{Re^{0,25}} = \frac{0,3164}{35731^{0,25}} = 0,023$$

Определим гидравлический уклон в трубопроводе:

$$i = \frac{\lambda \cdot v^2}{D \cdot 2g} = \frac{0,023 \cdot 2,06^2}{987 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,005$$

Определим потери напора на трение в трубопроводе:

$$h_{тр} = i \cdot L = 0,005 \cdot 500000 = 2485 \text{ м}$$

Потери напора на местные сопротивления:

$$h_{м} = 0,02 \cdot h_{тр} = 0,02 \cdot 2485 = 49,7 \text{ м}$$

Вычислим гидравлическое сопротивление нефтепровода (полную потерю напора):

$$H_0 = h_{тр} + h_{м} + h_{г} + h_{и}$$

где $h_{и}$ – геодезическая высота, м.

Геодезическая высота равна разности нивелирных отметок между конечной и начальной точками трассы:

$$h_{г} = \Delta z$$

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

где $h_{и}$ – требуемый избыточный напор в конце магистрального нефтепровода, м.

Для магистральных нефтепроводов величина избыточного напора часто очень мала по сравнению с другими слагаемыми, тогда ею можно пренебречь, то есть принять $h_{и}=0$.

$$H_0 = 2485 + 49,7 + 25 = 2557,7 \text{ м.}$$

Гидравлическое сопротивление нефтепровода H_0 равно полному напору, необходимому для перекачки нефти по магистральному нефтепроводу. [29,30]:

5.3 Замораживание грунтов при сооружении ремонтного котлована.

Расчет параметров ледогрунтового ограждения

Искусственное замораживание грунта дает возможность создать прочное ограждение вокруг котлована из замороженного грунта, которое препятствует проникновению водонасыщенных неустойчивых грунтов или грунтовой воды в сооружаемую выработку. Такое ограждение должно воспринимать давление грунта, окружающего котлован или выработку, а также гидростатическое давление грунтовых вод [13,14].

Работы по замораживанию начинаются с установки замораживающих колонок с питающими трубами. Параллельно осуществляются работы по установке цистерны с жидким азотом, монтажу рассолопроводов и оборудования из расчета, чтобы к заканчиванию бурения скважин можно было осуществить испытания и ввести в работу всю систему.

С целью создания ледогрунтового ограждения по контуру выработки предварительно через всю толщину водоносных грунтов опускаются замораживающие трубы, представляющие собой колонки с наглухо заваренным дном (нижним концом) (рисунок 25). Расстояние между этими трубами определяется проектной документацией с таким расчетом, что радиус ледогрунтового цилиндра, намораживаемого вокруг скважины, составляет около $1 \div 1,5$ м.

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Для замораживания грунтов жидким азотом используют замораживающие колонки такой же конструкции, как и при рассольном. В качестве замораживающих труб применяют стальные трубы диаметром 60÷72 мм. В качестве питающих используют трубы из нержавеющей стали диаметром 15÷38 мм.

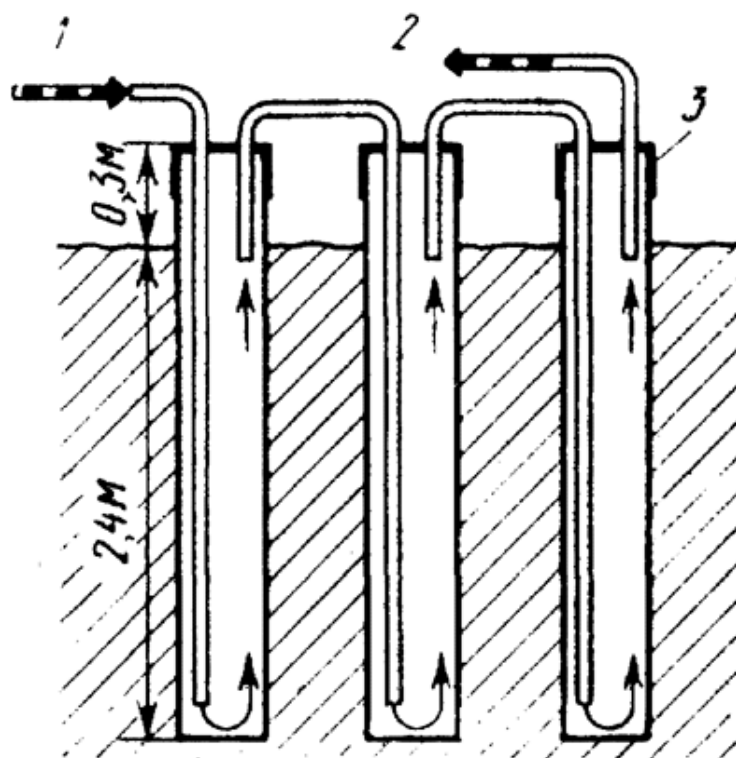


Рисунок 25 - Замораживающие колонки:

1 – трубка подводящая; 2 - трубка для отвода испарившегося азота; 3 – оголовки стальной

В колонки на глубину, не доходя 40÷50 см до их дна, опускаются питающие трубы – трубы с меньшим диаметром и открытым нижним концом.

Замораживающие колонки соединяются в одну систему последовательно. Через специальные оголовки колонки соединяются трубами питающими, по которым подается азот. Жидкий азот под воздействием давления цистерны подается в питающие трубы. Азот подается в питающую (внутреннюю) трубу первой замораживающей колонки. В пространстве кольцевом колонки

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

происходит его испарение, затем азот поднимается в газообразном состоянии к оголовку колонки, откуда далее поступает по трубопроводу в питающую трубу соседней колонки и т. д. (рисунок 26). Из последней колонки системы азот при температуре порядка минус 40°С поступает в атмосферу.

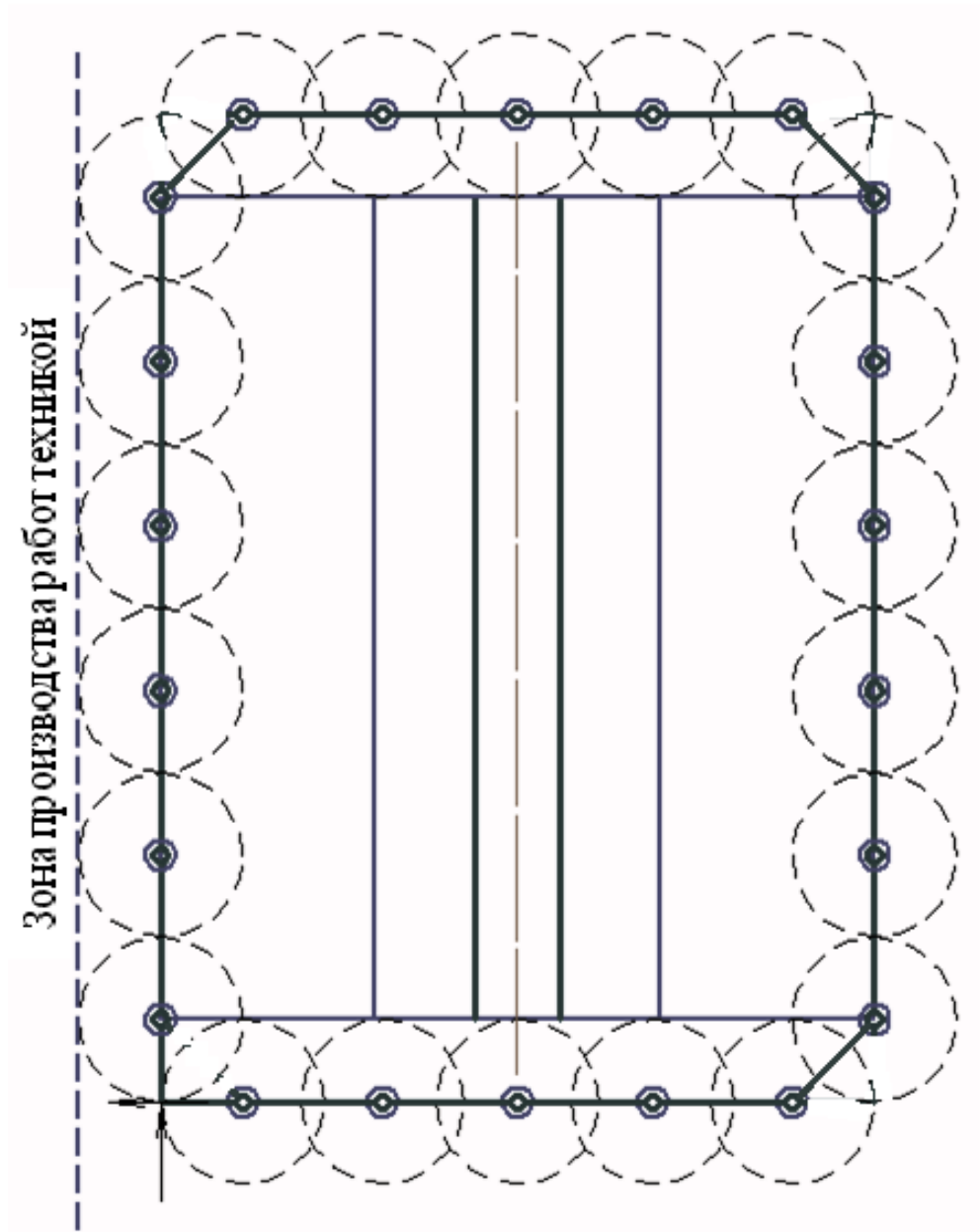


Рисунок 26 - Схема соединения системы замораживающих колонок при вырезке катушки длиной 10 м и диаметром 1020 мм

При открытых работах в период плюсовых температур воздуха выемка грунта из котлована производится с защитой стенок ледогрунтового ограждения от действия солнечных лучей и атмосферных осадков.

Совмещенное использование водопонижения и замораживания дает возможность осушить грунт в котловане, который огражден водонепроницаемой замкнутой ледогрунтовой стеной [15].

Разберем схему замораживания при ремонтных работах на трубопроводе диаметром 1020 мм (рисунок 27).

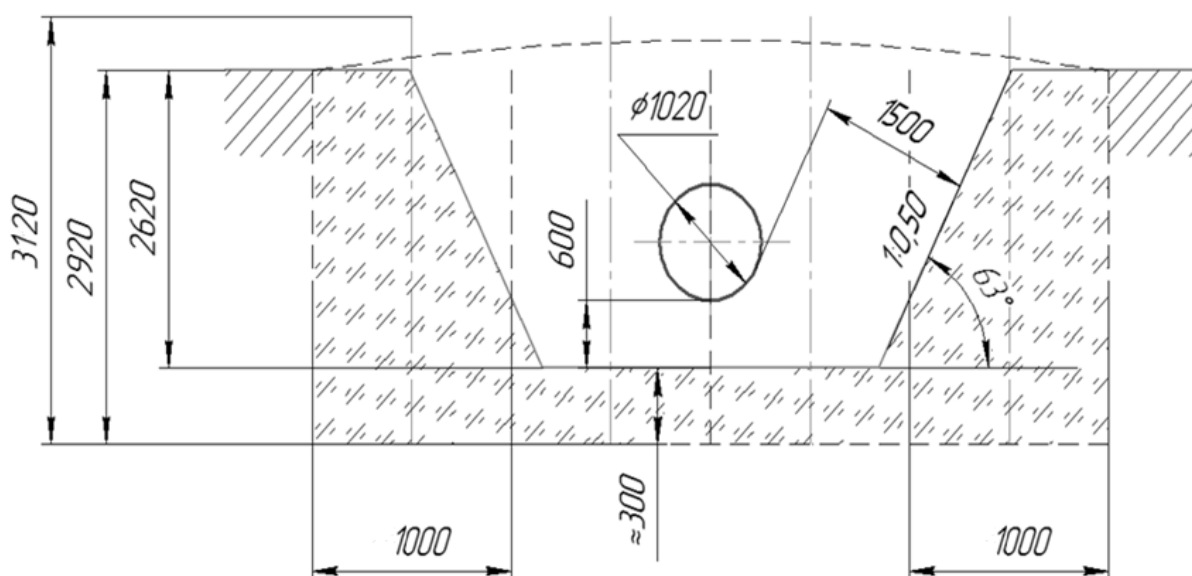


Рисунок 27 - Поперечный разрез котлована и ледогрунтового ограждения при вырезке катушки диаметром 1020 мм

Для создания ледогрунтового ограждения предлагаю вертикальное расположение колонок по периметру полотна котлована на глубину ниже дна котлована на 300 мм.

С учетом того, что замораживающая колонка должна выступать из скважины на 200мм, длина колонки будет равна 3,12 м; полезная работа будет совершаться участком колонки, который находится в грунте, т.е. глубина фактического замораживания будет равна 2,92 м (см. таблицу 6).

Таблица 6 - Параметры котлована для трубопровода диаметром 1020 мм

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наружный диаметр D_n , мм	Глубина котлована, м	Длина замораживающей колонки, м	Глубина активного замораживания колонки, м	Радиус ледогрунтового цилиндра, м
1020	2,62	3,12	2,92	0,5÷1,5

Радиус намораживаемого вокруг скважины ледогрунтового цилиндра составляет около 0,5-1,5 м за 4-6 суток, примем радиус 0,5 м.

Поперечный разрез котлована представлен на рисунке 23. В данном случае заморозка длится около 3-4 дней, радиус ледогрунтового цилиндра равен 0,5 метра. Т.к. откосы траншеи также будут полностью заморожены, то согласно РД 153-39.4Р-130-2002 угол откоса стенки траншеи можно принять равным 63° .

Если взять радиус равный 0,5 м тогда диаметр будет составлять 1 м, т.е. можно сделать вывод, что длина котлована в метрах будет равна количеству замораживающих катушек (см. таблицу 7).

Таблица 7 - Количество замораживающих колонок

Наружный диаметр D_n , мм	Ширина котлована по полотну при откосе 63° , м	Количество колонок по ширине	Количество колонок для котлована длиной 7 м
1020	6,69	6	7

Количество колонок эквивалентно или меньше на одну, с учетом этого можно рассчитать объем замороженного грунта:

Объем ледогрунтового цилиндра, образующегося вокруг замораживающей колонки при радиусе ледогрунтового цилиндра равному 0,5 м зависит от глубины замораживания и равен $V=\pi R^2 h$, где R–радиус замораживания, h– глубина замораживания

$$V_{1к} = 3,14 \cdot 0,5 \cdot 2,92 = 4,58 \text{ м}^3;$$

Количество колонок образующих ледогрунтовое ограждение вокруг котлована:

$$N = 2 \cdot (6+7) = 26$$

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Объем замороженного грунта:

$$V_{\text{гр}} = V_{\text{лк}} \cdot N = 4,6 \cdot 26 = 119,6 \approx 120 \text{ м}^3$$

Экономический фактор, расход жидкого азота на замораживание 1 м³ грунта составляет около 600 кг.

Расход жидкого азота на 120 м³ составит:

$$m_{\text{ж.а}} = 120 \cdot 600 \text{ кг} = 72000 \text{ кг}$$

Производительность по жидкому азоту МКДС - 100К равна 100 кг/ч

Время производства нужного количества жидкого азота одной станцией:

$$t = 72000 / 100 = 720 \text{ ч} = 30 \text{ дней}$$

Расчет нужного количества станций за 5 дней:

$$t_{\text{лст}} = 30 / 5 = 6$$

В таблице 8 приведены необходимые параметры для строительства котлована различной длины используя замораживающие станции типа МКДС - 100К.

Таблица 8 - Параметры необходимые для замораживания в зависимости от длины котлована

Длина котлована, м	Количество замораживающих колонок	Объем замороженного грунта, м ³	Расход жидкого азота, кг	Время производства 1-ой станцией, сут.	Количество станций для производства азота в течение 5 дней, округлить до большего
5	22	100,76	60456	25,19	5,038
7	26	119,08	71448	29,77	5,954
9	30	137,4	82440	34,35	6,87
11	34	155,72	93432	38,93	7,786
12	36	164,88	98928	41,22	8,244
15	42	192,36	115416	48,09	9,618
20	52	238,16	142896	59,54	11,908
30	72	329,76	197856	82,44	16,488
50	112	512,96	307776	128,24	25,648
70	152	696,16	417696	174,04	34,808
100	212	970,96	582576	242,74	48,548

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

150	312	1428,96	857376	357,24	71,448
200	412	1886,96	1132176	471,74	94,348
400	812	3718,96	2231376	929,74	185,948
500	1012	4634,96	2780976	1158,74	231,748
1000	2012	9214,96	5528976	2303,74	460,748

Количество станций зависит от срочности заморозки грунта, при высокой срочности проведения работ (аварийно-восстановительные работы) количество станций может быть увеличено. Для проведения плановых ремонтных работ вполне достаточно двух станций. [27,28,30]

					4. Замораживающие станции и установки для производства и доставки жидкого азота	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 Охрана окружающей среды при проведении ремонтно-восстановительных работ

Все мероприятия, направленные на охрану окружающей природной среды при ремонтно-восстановительных работах, выполняются в соответствии с рабочим проектом и СНиП III-42-80* [6].

При выполнении всех ремонтно-восстановительных работ следует придерживаться строгого соблюдения требований по защите окружающей среды, сохранению её устойчивого экологического равновесия, и не нарушать условий землепользования, установленных государственным законодательством об охране природы.

Строительная организация, которая выполняет ремонтно-восстановительные работы, несёт полную ответственность за соблюдением проектных решений, связанных с охраной окружающей природной среды, а также за соблюдение законодательства по охране природы.

Временные дороги и проезды следует устраивать, учитывая требования по предотвращению повреждений древесно-кустарниковой растительности и плодородного слоя земли [16].

При прокладке временных автомобильных дорог потери растительного слоя должны сводиться к минимуму. Не рекомендуется вырубка низких кустарников вдоль полосы отвода. Благодаря им сохраняется устойчивость почвы, они также выполняют функцию осадочного фильтра вдоль водоемов.

Ширину полосы отвода земли на время ремонта и строительства магистрального трубопровода определяют в проектной документации согласно норм по отводу земель для магистральных трубопроводов.

Томский политехнический университет				ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА		
	Ф.И.О.	Подпись	Дата	«Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот»	Лист	Листов
Дипломник	Митькин Н.И.					
Руководитель	Крец В.Г.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа, группа	
Зав.кафедрой	Бурков П.В.					

Запрещается осуществление ремонтно-восстановительных работ, движение механизмов и машин, а также хранение и складирование материалов в местах, которые не предусмотрены проектом производства работ.

Мероприятия, направленные на предотвращение оврагообразования, эрозии почв, а также защитные противооползневые и противообвальные мероприятия должны производиться строго в соответствии с решениями, принятыми в проекте.

При выборе средств и методов механизации для производства работ необходимо соблюдать условия, которые обеспечивают при выполнении технологических процессов образование минимума отходов (оборотное использование воды при гидравлических испытаниях и очистке полости трубопроводов, превращение в промышленную щепу древесных отходов и т.д.).

До начала основных земляных работ плодородный слой почвы на площади, которую занимают траншеи и котлованы, необходимо снять и уложить в отвалы для рекультивации (восстановления) земли. В процессе проведения указанного типа работ необходимо строгое соблюдение требований проекта рекультивации земель, положения Инструкции по рекультивации земель при строительстве магистральных трубопроводов и Основных положений по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, проведении геологоразведочных, строительных и иных работ.

Обратное нанесение, хранение, транспортировка и снятие плодородного слоя должны производиться с применением методов, которые исключают ухудшение его качественных показателей, а также потери в процессе перемещения.

Не допускается использовать плодородный слой грунта для строительных целей при устройстве перемычек, подсыпок и иных временных земляных сооружений.

					6. Охрана окружающей среды при проведении ремонтно-восстановительных работ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Воду, вытесненную из трубопровода, запрещается сливать в озера, реки и прочие водоёмы без проведения ее предварительной очистки.

Строительная организация после завершения основных работ должна восстановить дороги, снегозадерживающие сооружения, дренажные системы и водосборные канавы, которые расположены в границах полосы отвода земель или пересекают эту полосу, а также восстановить природный рельеф или придать местности проектный рельеф.

					6. Охрана окружающей среды при проведении ремонтно-восстановительных работ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7 Техника безопасности при проведении ремонтно-восстановительных работ

В настоящем разделе приводятся общие требования по ремонту линейной части магистральных трубопроводов.

Из числа ИТР назначаются ответственные за выполнение подготовительных и ремонтных работ, включая обкатку оборудования после проведения ремонта.

Если ремонт производится подрядной организацией, руководитель работ назначается ИТР этой организации, имеющий документ о допуске к данного вида работ от своей организации.

При пересекающихся, сближающихся, параллельных с ремонтируемым трубопроводом иных действующих продуктопроводов с целью выявления возможных утечек эксплуатирующие их ЛПУ МГ должны провести обследование их технического состояния.

Проведение ремонтных, в том числе подготовительных и земляных работ, на трассе магистрального трубопровода, в охранной зоне или полосе отвода железных и автомобильных дорог, линий электропередач, на переходах судоходных каналов и рек, а также на пересечениях с подземными коммуникациями других организаций и высоковольтными линиями, должно быть предварительно письменно согласованно с организациями, которые эксплуатируют эти коммуникации или дороги. Если в согласовании оговаривается необходимость присутствия представителя этой организации при проведении работ, последняя должна быть заранее предупреждена о месте и времени работы.

Освещение мест работы, в т. ч. земляных, на технологических взрывоопасных установках и эксплуатируемых трубопроводах должно

Томский политехнический университет				ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА		
	Ф.И.О.	Подпись	Дата	«Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот»	Лист	Листов
Дипломник	Митькин Н.И.					
Руководитель	Крец В.Г.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа, группа	
Зав.кафедрой	Бурков П.В.					

осуществляться с использованием средств (электропроводка, выключатели, светильники) во взрывозащищённом исполнении согласно требованиям.

Допускается применять прожектора в нормальном исполнении в случае их расположения от взрывоопасных объектов на расстояниях, определяемых нормативными документами, предпочтительно со стороны наветренной от них, в т. ч.:

- не меньше 60 метров от компрессорных станций, взрывоопасных сооружений (помещений);
- не меньше 100 метров от резервуаров со сжиженными газами;

Указанное расстояние для подземных резервуаров может быть уменьшено в два раза.

До начала работ, ответственные исполнители и руководитель должны изучить документацию (акты на гарантийные сварные стыки, акты расследования причин аварий, объем и характер ремонтов, результаты предыдущих обследований и другие), характеризующую надежность и техническое состояние трубопровода, и провести обследование по обнаружения утечек газа из трубопроводов, находящихся в пределах опасной зоны, граница которой от места работ определяется пункту 1 таблицы 4 СНиП по проектированию магистральных трубопроводов.

При выявлении в опасной зоне утечки газа неисправный трубопровод на период работ в пределах опасной зоны, в зависимости от интенсивности истечения, должен быть либо освобожден от газа, либо в нем необходимо снизить давление не менее чем на 30% от максимального рабочего давления, зарегистрированного в течение последнего года эксплуатации в обследуемом участке.

В процессе выполнения ремонта линейной части газопровода, технологических трубопроводов, когда последние могут быть подвержены механическому воздействию, давление в них необходимо снизить до атмосферного. Газ выпускается через свечу. В это время в радиусе 200 м от

					7. Техника безопасности при проведении ремонтно-восстановительных работ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дат		

свечи не должно проводиться огневых работ, а также не должно быть механизмов или машин с работающими двигателями.

Для обеспечения безопасной и надежной работы газовых объектов в послеремонтный период устанавливаются дополнительные требования по выполнению гарантийных сварных соединений.

Количество, местоположение, необходимость гарантийных сварных стыков определяются нарядом-допуском и планом организации огневых работ.

Сварку и сборку гарантийных стыков проводят под руководством ответственного за операционный контроль ИТР, который имеет практический опыт сварочно-монтажных работ не менее 3 лет на аналогичных газовых объектах.

К сварке гарантийных стыков допускаются сварщики, которые имеют квалификацию не ниже 6 разряда, прошли установленную аттестацию.

Гарантийный сварной стык подвергается двойному контролю: ультразвуковому (по ВСН-47-81 и ГОСТ 14782-76) и радиографическому (по ОСТ 102-51-79 и ГОСТ 7512-82) методам (в случае отрицательной температуры - двойному радиографическому контролю) [22, 23].

Гарантийное сварное соединение должно быть испытано на герметичность под рабочим давлением технологическим (транспортируемым) сырьем (продуктом) в течение не меньше 2-х часов.

При ремонте объектов магистральных газопроводов на огневые газоопасные работы выдается наряд-допуск установленной формы, а на плановые огневые работы, помимо этого, разрабатывается план организации этих работ.

7.1 Земляные работы

Земляные работы должны проводиться в соответствии с требованиями соответствующих СНиПов, "Инструкции по производству строительных работ в охранных зонах магистральных газопроводов", Министерства газовой

					7. Техника безопасности при проведении ремонтно-восстановительных работ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дат		

промышленности ВСН-51-1-80, "Инструкции по безопасному проведению огневых работ на объектах добычи, транспорта и хранения газа" и других нормативных документов [19].

Земляные работы в охранной зоне подземной кабельной линии электропередач, которая определяется в виде участка земли, ограниченного вертикальными плоскостями, проходящими параллельно крайним кабелям и отстоящими от них на 1 м с каждой стороны, запрещаются.

Условия выполнения земляных работ вручную и механизированным способом, размеры траншеи (котлована), значения крутизны откосов и условия крепления стенок должны приниматься согласно требований главы СНиП по технике безопасности в строительстве.

Траншея может быть отрыта с вертикальными стенками без креплений в незамерзших и нескальных грунтах выше уровня грунтовых вод глубиной не более чем 1,0 м - в гравелистых, песчаных, насыпных грунтах; 1,25 м - в супесях; 1,5 м - в глинах, суглинках; 2,0 м - в особо плотных нескальных грунтах.

При большей глубине траншеи крутизну откосов определяют в зависимости от вида грунта, его состояния и глубины траншеи в соответствии с данными, приведенными в таблице 9. [25]:

					7. Техника безопасности при проведении ремонтно-восстановительных работ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дат		

Таблица 9 – Зависимость крутизны откоса от вида грунта и глубины траншеи

Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение высоты откоса к заложению) при глубине выемки (в м) не более		
	1,5	3	5
Лессовидные и лессы	1:0	1:0,5	1:0,5
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Гравийные и песчаные	1:0,5	1:1	1:1
Насыпные неуплотненные	1:0,67	1:1	1:1,25
Примечание: При напластовании разных типов грунтов крутизна откосов определяется по самому слабому типу грунта			

Запрещена разработка неуплотнившихся (насыпных), лессовидных и переувлажненных песчаных грунтов без креплений. До установки креплений в грунтах такого вида допуск рабочих в траншею запрещается.

В обязанности руководителя работы входит систематический контроль за состоянием креплений и откосов, а также принятие необходимых мер предосторожности против обрушений грунта, в особенности после его увлажнения, к которым относится усиление креплений, отвод поверхностных и грунтовых вод, уменьшение крутизны откосов.

При возникновении опасности обрушения грунта необходимо обеспечить заблаговременное удаление рабочих из опасных мест.

Необходимые для работы материалы и инструменты должны находиться не ближе 0,5 метров от наружного края котлована (траншеи).

Земляные работы с использованием механизмов могут быть начаты после осуществления контроля воздуха рабочей зоны.

Рыть траншею или шурф на трассе эксплуатируемого газопровода, находящегося под давлением, при помощи землеройных механизмов следует

					7. Техника безопасности при проведении ремонтно-восстановительных работ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дат		

при условии, что имеются точные данные по расположению трубопровода в месте работы в плане и по глубине, а также при условии приближения кромок режущего механизма на расстояние не ближе 0,5 м до образующей трубопровода со всех его сторон. При этом опорные части землеройного механизма не должны перемещаться непосредственно над трубопроводом. Далее рытье должно осуществляться вручную с мерами предосторожности для избегания повреждения стенки трубы инструментом, без применения лома, кирки и прочих ударных инструментов.

При выполнении земляных работ вблизи трасс действующих коммуникаций запрещается производить отвал грунта на эти трассы.

Траншеи должны быть защищены от размыва и затопления поверхностными водами, размещением отвалов грунта с нагорной стороны, устареванием водоотводных канав и т.п.

Если при рытье котлована (шурфа) обнаруживается утечка газа из трубопровода, следует немедленно прекратить земляные работы, а людей вывести из котлована (шурфа). Продолжать земляные работы следует после ликвидации загазованности и утечки газа или при условии выполнения дополнительных мер предосторожности, которые требуются при проведении газоопасных работ.

7.2 Работа с жидким азотом

Накопление газообразного азота вызывает явление кислородной недостаточности и удушья. Содержание кислорода в воздухе рабочей зоны должно быть не менее 19 % (по объему).

Жидкий азот - низкикипящая жидкость, которая может вызвать обмороживание кожи и поражение слизистой оболочки глаз. При отборе проб жидкого азота необходимо работать в защитных очках.

При повышении в жидком азоте содержания кислорода до 30 % (по объему) (например, в результате испарения жидкого азота) возможно

					7. Техника безопасности при проведении ремонтно-восстановительных работ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дат		

образование пожаро-, взрывоопасных смесей с органическими веществами. Поэтому в ваннах или других открытых сосудах, предназначенных для проведения работ в среде жидкого азота, присутствие масел, органических растворителей и других пожаро-, взрывоопасных веществ недопустимо. Перед использованием и проведением работ с применением жидкого азота должна проводиться проверка содержания в нем кислорода. Слив жидкого азота должен проводиться в специально отведенных местах, не имеющих покрытий из асфальта, дерева или других органических материалов.

Перед проведением ремонтных работ или освидетельствованием бывшей в эксплуатации транспортной или стационарной емкости жидкого азота ее необходимо отогреть до температуры окружающей среды и продуть воздухом. Начинать работать разрешается только после того, как содержание кислорода внутри цистерны и оборудования будет не менее 19% (по объему).

При работе в атмосфере азота необходимо пользоваться изолирующим кислородным прибором или шланговым противогазом. [26]:

					7. Техника безопасности при проведении ремонтно-восстановительных работ	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дат		

8 Социальная ответственность при технологии замораживания грунта в условиях болот

8.1 Производственная безопасность

Магистральные трубопроводы, проложенные в Сибири, на значительном протяжении пересекают болота и заболоченные участки. Эксплуатация магистральных нефтепроводов на заболоченных участках – сложная инженерная задача, поскольку она осуществляется в условиях избыточного увлажнения грунтов при их очень низкой несущей способности.

Рабочее место расположено на открытом воздухе. Сложные грунтово-геологические условия и слабая несущая способность болотных грунтов. При ремонте газопровода могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека.

Оказывается негативное воздействие на природу (атмосферу, гидросферу, литосферу). Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера[20]:

8.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при технологии замораживания грунта в условиях болот

Повышенный уровень шума

Шум может создаваться работающими транспортом и оборудованием – кранами-трубоукладчиками, экскаватором, шлифмашинкой. Поэтому рабочие должны находиться в наушниках. В результате анализа установлено, что шум способствует ухудшению условий труда, оказывает неблагоприятное влияние на человеческий организм. Воздействие шума на человека может быть различным: затрудняется разборчивость речи, вызываются у человека необратимые процессы изменения органа слуха, повышается утомляемость.

Томский политехнический университет				ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА		
	Ф.И.О.	Подпись	Дата	«Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот»	Лист	Листов
Дипломник	Митькин Н.И.					
Руководитель	Крец В.Г.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа, группа	
Зав.кафедрой	Бурков П.В.					

Нормирование уровня шума в условиях производственных осуществляется по ГОСТ 12.1.003-83 (см. таблицу 10).

Мероприятия по борьбе с шумом:

- применение наушников;
- беруши.

Таблица 10 - Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звук [21]

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавах полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	3331,5	663	1125	2250	5500	11000	22000	44000	88000	
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала автомобилей	1100	887	779	772	668	665	663	661	559	70
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала автомобилей (пассажиров) легковых автомобилей	993	779	770	663	558	555	552	550	449	60
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, строительно-дорожных и других аналогичных машин	1107	995	887	882	778	775	773	771	669	80

В случае превышения предельно допустимых норм шума работники должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты органов слуха: противوشумными вкладышами и шлемами, противوشумными наушниками. Средства защиты органов слуха необходимо выбирать исходя из частотного

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

спектра шумов на рабочем месте. Группы и типы СИЗ органов слуха необходимо выбирать, руководствуясь с требованиями ГОСТ 12.4.051.

Работающие, использующие средства индивидуальной защиты, должны быть проинструктированы о правилах пользования этими средствами и способам проверки их исправности.

При выполнении газопламенных и электросварочных работ воздействующий шум не должен превышать значений, предусмотренных требованиями ГОСТ 12.1.003.

Степень опасности и вредности условий труда при воздействии виброакустических факторов устанавливается с учетом их временных характеристик (вибрация, непостоянный и постоянный шум и т.д.).
Определение класса условий труда при воздействии производственного шума.

Предельно допустимые уровни шума на рабочих местах установлены с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Для определения ПДУ шума, соответствующего конкретному рабочему месту, должна быть проведена количественная оценка напряженности и тяжести труда, выполняемого работником.

Оценка условий труда при воздействии на работника постоянного шума проводится по результатам измерения уровня звука, в дБА, по шкале "А" шумомера на временной характеристике "медленно".

Оценка условий труда при воздействии на работника непостоянного шума производится по результатам измерения эквивалентного уровня звука за смену (интегрирующим шумомером) или расчетным способом.

Непостоянный шум - шум, уровень звука которого в течение рабочего дня (смены) изменяется во времени более чем на 5 дБА при измерении на характеристике шумомера "медленно".

При воздействии в течение смены на работающего шумов с разными временными (непостоянный – колеблющийся, постоянный, импульсный, прерывистый) и спектральными (тональный) характеристиками в различных

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

сочетаниях измеряют или рассчитывают эквивалентный уровень звука. Для получения в этом случае сопоставимых данных измеренные или рассчитанные эквивалентные уровни звука импульсного и тонального шумов следует увеличить на 5 дБА, после чего полученный результат можно сравнивать с ПДУ без внесения в него понижающей поправки, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Для измерения уровня шума используют шумометры отечественного производства ИШВ-1, ВШВ-003, Роботрон, а также зарубежного – "Брюль и Кьер". Измерение шума на рабочих местах производится при включенных механизмах и приборах. Осуществляется периодически службой Охраны Труда и сводится к измерению уровня звукового давления на любых частотах и сравнения. [22]:

Климатические условия

Климат района континентальный, с продолжительной холодной зимой (температура достигает минус 50°C) и коротким тёплым летом (до плюс 35°C). Наибольшее количество осадков выпадает в осенне-зимний период. Всем членам бригады выдается спецодежда. Летом: сапоги кирзовые, костюм противознцифалитный, костюм хлопчатобумажный с водоотталкивающим покрытием, костюм безветренный. Зимой: чуни, костюм зимний с утепляющей пристегивающейся прокладкой, куртка на прокладке утепленной.

В зимний период времени, работы на открытом воздухе запрещаются при условиях, указанных в таблице 11.

Таблица 11 – Условия, при которых запрещаются работы на открытом воздухе

Скорость ветра, V м/с	Температура, t°C
При безветренной погоде	минус 40
Не выше 5	минус 35
5,1-10,0	минус 25
10,1-15,0	минус 15

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

15,1-20,0	минус 5
Более 20	0

Повреждения, в результате контакта с пресмыкающимися, насекомыми, животными

Район работ приурочен к болотным и лесным ландшафтам, в связи с чем, существует опасность повреждений, в результате контакта с клещами, кровососущими насекомыми, дикими животными. Обязательным требованием для допуска к работе является вакцинация против клещевого энцефалита. Бригада должна быть обеспечена средствами индивидуальной защиты и спецодеждой.

Места неблагоприятные по клещевому боррелиозу и клещевому энцефалиту, определяются местными Центрами госсанэпиднадзора. Наибольшим риском нападения клещей характеризуются месяцы май и июнь.

Каждый случай заболевания клещевым энцефалитом подлежит расследованию как профессиональное заболевание с представлением материала в установленные сроки и принятия мер по недопущению повторных случаев.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение места работы, в том числе земляной, на эксплуатируемых трубопроводах и технологических взрывоопасных установках должны осуществлять с помощью средств (электропроводка, выключатели, светильники) во взрывозащищённом исполнении в соответствии с требованиями.

Допускается применение прожекторов в нормальном исполнении при их расположении на расстояниях от взрывоопасных объектов, требуемых ПУЭ, предпочтительно с наветренной стороны от них, в том числе:

- не менее 60м от КС, взрывоопасных помещений (сооружений);
- не менее 100м от резервуаров с сжиженными газами;

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Для подземных резервуаров указанное расстояние может быть уменьшено вдвое. РД 1.14-127-2005 Нормы искусственного освещения.

8.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при технологии замораживания грунта в условиях болот

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)

При эксплуатации строительных машин и механизмов следует руководствоваться СНиП III-4-80. Техника безопасности в строительстве, "Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов" и инструкциями заводов-изготовителей.

До начала работы с применением машин и механизмов руководитель работы должен определить схему движения и место установки их места и способы зануления (заземления) машин, имеющих электропривод, указать способы взаимодействия и сигнализации машиниста (оператора) с рабочим-сигнальщиком, обслуживающим машины, определить (при необходимости) местонахождение сигнальщика, а также обеспечить надлежащее освещение рабочей зоны.

На месте работы машин и механизмов должно быть обеспечено хорошее обозрение рабочей зоны и маневрирование. Если машинист или моторист, управляющий машиной, не имеет достаточную обзорность рабочей зоны или не видит рабочего (специально выделенного сигнальщика), подающего ему сигналы, между машинистом и сигнальщиком необходимо установить двухстороннюю радио- или телефонную связь. Не допускается промежуточный сигнальщик для передачи сигналов машинисту.

Значение сигналов, подаваемых в процессе работы или передвижения машины, механизма, оборудования, должно быть разъяснено лицам, участвующим в работе. В зоне работы оборудования должны быть установлены

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

знаки безопасности и предупредительные надписи. Запрещается оставлять без надзора оборудование, машину с работающим (включенным) двигателем.

При погрузочно-разгрузочных работах следует руководствоваться ГОСТ 12.3.009-76, СНиП III-4-80.

Такелажные приспособления (пеньковые канаты, тросы, стропы, цепи) и грузоподъемные механизмы (тали, лебедки, краны), применяемые при эксплуатации и ремонте, должны быть проверены и снабжены клеймами или бирками с указанием допустимых нагрузок, дать приведенного и очередного испытания.

При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места работ не менее 5 лк при работе вручную и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов.

При погрузке и разгрузке труб должны быть приняты меры против самопроизвольного их скатывания со штабелей или транспортных средств.

Электрическая дуга и искры при сварке

Электросварщик в процессе своей трудовой деятельности подвергается комплексному действию целого ряда вредных и опасных производственных факторов химической и физической природы: инфракрасное излучение, брызги и искры расплавленного шлака и металла, сварочный аэрозоль.

Такие факторы приводят к профессиональным заболеваниям и травматическим повреждениям. Прочие вредности: образование аэроионов, электромагнитные поля, шум, газы имеют не такое большое значение и, как правило, не вызывают профессиональных заболеваний.

Спектр излучения сварочной дуги включает в себя диапазон волн инфракрасных (от 3430 до 760 нм), видимого излучения (от 760 до 400 нм) и диапазон ультрафиолетового излучения (от 400 до 180 нм). Доля инфракрасного излучения при этом составляет 30÷70% всей энергии излучения дуги. Инфракрасное излучение может привести к профессиональной катаракте. Видимый свет электрической дуги является нестерпимо ярким. Долгое время

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

смотреть на него невозможно, поэтому ни у кого из сварщиков не вызывает сомнения необходимость применения световых фильтров. С точки зрения охраны труда самое большое значение имеет ультрафиолетовая часть спектра. Даже кратковременное воздействие ультрафиолетовых лучей на незащищенный глаз способно привести к ожогам роговой оболочки, электроофтальмии. [23]:

Сварочным аэрозолем называется совокупность мельчайших частиц, которые образуются вследствие конденсации паров расплавленного шлака, металла, покрытия электродов. Состав сварочного аэрозоля зависит от состава свариваемых и сварочных материалов. В силу своих мельчайших размеров (иногда менее 1 мкм) сварочный аэрозоль беспрепятственно проникает в легочные альвеолы (глубинные отделы легких) и частично остается на их стенках, вызывая пневмокониоз сварщика, частично всасывается в кровь.

Чтобы избежать описанного негативного действия производственных факторов, характерных для электросварки, следует не допускать облучения сварочной дугой открытых участков кожи и глаз, защищать их от попадания брызг и искр шлака и металла и, наконец, препятствовать попаданию сварочного аэрозоля в дыхательные органы.

Работники, занятые производством электросварочных и газопламенных работ, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, в соответствии с Правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Применяемые средства индивидуальной защиты должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.011.

Выбор СИЗ лица и органов зрения должен производиться в зависимости от методов, режимов и видов работ, интенсивности излучения, индивидуальной особенности зрения. Для защиты глаз от излучения, искр и брызг расплавленного металла и пыли должны применяться защитные очки типа ЗП и

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

ЗН. Выбор защитных очков следует производить в соответствии с требованиями. Допускается использование световых фильтров.

При ручной сварке, механической и ручной газовой резке, газовой выплавке пороков металла, газовой строжке и при нагреве изделий и ПН газорезчики и газосварщики должны быть обеспечены защитными очками закрытого типа со стеклами марки ТС-2, имеющими плотность светофильтров ГС-3, при использовании резаков (горелок) с расходом ацетилена до 750 л/ч, ГС-7 - до 2500 л/ч и ГС-12 - свыше 2500 л/ч.

Вспомогательным рабочим, работающим непосредственно со сварщиком, резчиком или работником, выполняющим ПН, рекомендуется пользоваться защитными очками со стеклами марки СС-14 со светофильтрами П-1800. Для защиты лица при зачистке, закалке, резке, сварке, нагреве и ПН работники должны обеспечиваться щитками в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.023. Для ГОМ и ПН рекомендуется применять щитки типа:

НФ - с наголовным креплением, корпус щитка - светофильтрующий;

КФ - щитки с креплением на каске, корпус щитка светофильтрующий;

РФ - щиток с ручкой, корпус щитка - светофильтрующий.

Спецодежда должна быть безвредной, удобной, не стеснять движения работающего, не вызывать неприятных ощущений, защищать от искр и брызг расплавленного металла, свариваемого изделия, влаги, производственных загрязнений, механических повреждений, отвечать санитарно-гигиеническим требованиям и условиям труда. Выбор спецодежды в зависимости от методов сварки и условий труда должен производиться в соответствии с рекомендациями ГОСТ 12.4.044 и ГОСТ 12.4.010.

Для защиты рук при сварке, наплавке, ПН и резке работники должны обеспечиваться рукавицами, рукавицами с крагами или перчатками, изготовленными из искростойкого материала с низкой электропроводностью.

Запрещается использовать рукавицы и спецодежду из синтетических материалов типа лавсан, капрон и т.д., которые не обладают защитными

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

свойствами, разрушаются от излучений сварочной дуги и могут возгораться от искр и брызг расплавленного металла, и спекаться при соприкосновении с нагретыми поверхностями.

При сварке цветных металлов и сплавов, содержащих цинк, медь или свинец, сварщик должен пользоваться и соответствующим противогазом.

При зачистке сварных швов от шлака и грата работники должны быть в предохранительных очках.

Для подвода тока к электродержателю должны применять гибкие изолированные провода, защищенные от повреждений. Запрещается применять провода с нарушенной изоляцией.

Сварочный аппарат и вспомогательные устройства должны располагать не ближе 20м от места огневой работы.

После окончания работы или перерыва в ней электросварочный аппарат должен быть выключен.

Поражение электрическим током

Источником поражения током является: электрические провода, вспомогательное оборудование работающие от электричества.

Электрический удар – это возбуждение живых тканей током, сопровождающееся сокращением мышц. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие, включая термическое, электролитическое и биологическое.

Безопасность при работе обеспечивается применением различных технических и организационных мер:

- установка оградительных устройств;
- изоляция токопроводящих частей и её непрерывный контроль; согласно ПУЭ сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 - 10 Ом·м;
- защитное заземление, использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов (СНиП 12.1.030-81.ССБТ) [20].

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

В состав бригады входит электрик. К работе с электрооборудованием допускаются лица, прошедшие специальное обучение и имеющие соответствующую группу допуска по электробезопасности согласно "Перечню профессий и должностей работников службы ЛЭС, которые должны иметь соответствующую группу допуска по электробезопасности". Весь состав проходит инструктаж по электробезопасности.

Все металлические корпуса сварочных аппаратов должны быть надежно заземлены. Электрическая проводка должна обязательно иметь неповрежденную изоляцию. Розетки и вилки должны быть исправными. Около розеток обязательно должна быть надпись о величине напряжения.

Пожарная и взрывная безопасность

Предотвращение пожаров и взрывов объединяется общим понятием – пожарная профилактика. Ее можно обеспечивать различными способами и средствами:

- технологическим;
- строительными;
- организационно-техническими.

Пожарная профилактика является важнейшей составной частью общей проблемы обеспечения пожаро-взрывобезопасности различных объектов, и поэтому ей уделяется первостепенное внимание при решении вопросов защиты объектов от пожаров и взрывов. При пожаре на людей воздействуют следующие опасные факторы:

- повышенная температура воздуха или отдельных предметов;
- открытый огонь и искры;
- пониженное содержание кислорода в воздухе;
- взрывы;
- токсичные продукты сгорания, дым и т.д.

Основными причинами пожаров на производстве являются нарушение технологического режима работы оборудования, неисправность

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

электрооборудования, самовозгорание различных материалов и другое. В соответствии с нормативным документом (ГОСТ 12.1.010-76) вероятность возникновения пожара или взрыва в течение года не должна превышать 10 (одной миллионной). Для предотвращения пожаров и взрывов необходимо исключить возможность образования горючей и взрывоопасной среды и предотвратить появление в этой среде источников зажигания. По пожарной опасности технологический процесс относится к категории А.

Ответственность за пожарную безопасность при строительстве магистрального газопровода возлагается на руководителя огневых работ. Приказ доводится до сведения всех работников, задействованных на огневых работах, и знакомятся с приказом под роспись.

Требования пожарной безопасности при проведении огневых работ устанавливаются Правилами пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01-03).

Обеспечение пожарной безопасности при проведении огневых работ осуществляет назначенное приказом лицо ответственное за проведение огневых работ, а при нескольких местах огневой работы, приказом назначается лицо ответственное за выполнение мероприятий обеспечивающих пожарную безопасность.

Лица, принимающие участие в огневых работах должны ежегодно проходить обучение по пожарно-техническому минимуму со сдачей экзамена.

Осмотр места проведения и согласование в наряде-допуске на выполнение огневых работ осуществляется:

- инженерами пожарной охраны, ГО и ЧС;
- командирами отделений ведомственной пожарной охраны;
- лицами, ответственными за пожарную безопасность филиала (при отсутствии в штатах инженеров пожарной охраны, ГО и ЧС или командиров отделений ВПО)

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

При отсутствии оформленного в установленном порядке наряда - допуска или нарушении правил пожарной безопасности работы должны быть немедленно прекращены.

Места проведения огневых работ необходимо обеспечить первичными средствами пожаротушения (ёмкости с водой, лопаты, огнетушители) в необходимом количестве.

При проведении огневых работ на участках магистральных газопроводов в двух и более местах привлекать пожарные машины (мотопомпу или пожарный автомобиль).

В опасной зоне места проведения огневых работ запрещено применять открытый огонь, разводить костры, курить.

Транспортные средства и спецоборудование, имеющее ДВС должны быть оснащены искрогасителями, а их электрооборудование и источники электроснабжения иметь исправную электросистему.

Сварщики и их помощники могут пользоваться теплоотражательными костюмами (ТОК-200).

Все принимающие непосредственное участие в огневых работах должны быть в сертифицированной спецодежде из термостойких материалов.

Транспортировка и хранение баллонов с газами должно осуществляться только с предохранительными колпаками, навинченными на их горловины. Нельзя допускать ударов и толчков при транспортировке баллонов. К месту сварочных работ баллоны должны доставляться на специальных санках, носилках или тележках,

При эксплуатации, транспортировки и хранении баллоны с газом должны быть защищены от воздействия солнечных лучей и других источников тепла.

Используемые огнетушители по окончании огневых работ необходимо перезарядить, противопожарному инвентарю провести профилактическое обслуживание (подкраска, заточка и т.п.), мотопомпам и пожарным автомобилям провести техническое обслуживание.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

Каждый случай пожара, происшедшего в результате нарушения правил пожарной безопасности при проведении огневых работ, должен быть тщательно расследован специально созданной комиссией с составлением акта. По результатам расследования должны быть разработаны дополнительные мероприятия, направленные на предотвращение подобных случаев. При необходимости следует вносить изменения в данное дополнение. [24]:

8.2 Экологическая безопасность

Все мероприятия по охране окружающей среды при строительстве магистрального газопровода выполнены в соответствии с разделом 13 СНиП III-42-80* и рабочим проектом.

При выполнении всех строительно-монтажных работ необходимо строго соблюдать требования защиты окружающей природной среды, сохранения её устойчивого экологического равновесия, и не нарушать условия землепользования, установленные законодательством об охране природы.

Строительная организация, выполняющая строительно-монтажные работы, несёт ответственность за соблюдением проектных решений, связанных с охраной окружающей среды, а также за соблюдение государственного законодательства по охране природы.

Временные автомобильные дороги и проезды должны устраиваться с учётом требований по предотвращению повреждения плодородного слоя и древесно-кустарниковой растительности.

Потери растительного слоя при прокладке временных дорог должны быть минимальными. Низкие кустарники вдоль полосы отвода не рекомендуется вырубать. Они сохраняют устойчивость почвы и служат в качестве осадочного фильтра вдоль водоёмов.

Простейшим методом расчистки трассы в редких лесах является прижимание растительности к поверхности будущей дороги.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

Ширина полосы отвода земли на время строительства и ремонта магистральных трубопроводов определяется проектом в соответствии с нормами отвода земель для магистральных трубопроводов.

Производство строительно-монтажных работ, движение машин и механизмов, складирование и хранение материалов в местах, не предусмотренных проектом производства работ, запрещается.

Мероприятия по предотвращению эрозии почв, оврагообразования, а также защитные противообвальные и противооползневые мероприятия должны выполняться в строгом соответствии с проектными решениями.

При выборе методов и средств механизации для производства работ следует соблюдать условия, обеспечивающие получение минимума отходов при выполнении технологических процессов (превращение древесных отходов в промышленную щепу, многократное использование воды при очистке полости и гидравлических испытаниях трубопровода и т. д.).

Плодородный слой почвы на площади, занимаемой траншеями и котлованами, до начала основных земляных работ должен быть снят и уложен в отвалы для рекультивации (восстановления) земель. При производстве указанных работ следует строго соблюдать требования проекта рекультивации и положения Инструкции по рекультивации земель при строительстве магистральных трубопроводов и Основных положений по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, проведении геологоразведочных, строительных и иных работ.

Снятие, транспортировка, хранение и обратное нанесение плодородного слоя грунта должны выполняться методами, исключающими снижение его качественных показателей, а также его потерю при перемещениях.

Использование плодородного слоя грунта для устройства подсыпок, перемычек и других временных земляных сооружений для строительных целей не допускается.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Не допускается сливать в реки, озёра и другие водоёмы воду, вытесненную из трубопровода, без предварительной её очистки.

После окончания основных работ строительная организация должна восстановить водосборные канавы, дренажные системы, снегозадерживающие сооружения и дороги, расположенные в пределах полосы отвода земель или пересекающих эту полосу, а также придать местности проектный рельеф или восстановить природный.

Природоохранные мероприятия:

Для снижения воздействия на окружающую среду и затрат на их возмещение при проведении ремонтных работ на магистральном газопроводе необходимо выполнение следующих мероприятий:

1. Использование емкостей для сбора отработанных ГСМ, производственных и хозяйственно-бытовых отходов;
2. Оборудование передвижных емкостей приспособлениями, исключающими разлив ГСМ при их транспортировке и заправке техники;
3. Строгое соблюдение правил работы в водоохраной зоне.
4. Озеленение водоохраных зон;
5. Ликвидация отходов производства и хозяйственно-бытовых отходов на местах работы ремонтной бригады;
6. Соблюдение правил пожарной безопасности в бесснежный период времени.

Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при гидрогеоэкологических работах приведены в таблице 12.

					Заключение	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 12 - Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при гидрогеоэкологических работах

Природные ресурсы и компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	1. Повреждение и уничтожение сельхозугодий, почвенного слоя и др. земель. 2. Засорение почвы мусором и производственными отходами. 3. Уничтожение растительности, усиление эрозионной опасности, создание неровностей и выемок.	1. При обработке запланированного объема работ производится временное отчуждение земель. 2. Применение видов транспортных средств и технологических процессов и с минимальным воздействием на окружающую среду. 3. Запрещается проведение земляных и иных работ, нарушающих почвенный слой.
Лес и лесные ресурсы	1. Загрязнение, повреждение и уничтожение почвенного покрова. 2. Лесные пожары.	1. Запрещается вырубка леса в пределах водоохранных зон. 2. Рядом с лесным массивом запрещено разведения костров.
Вода и водные ресурсы	1. Загрязнение мусором.	1. В водоохранных зонах запрещаются: земляные работы, ремонт и мойка тракторно-вездеходной техники, заправка топливом, стоянка, складирование отходов производства, мусора и древесины.
Животный мир	1. Распугивание, нарушение мест обитания рыб и животных и др. представителей животного мира, случайное уничтожение. 2. Браконьерство	1. Рыбная ловля и охота на дичь разрешается только лицам, имеющим на это право, с соблюдением правил и сроков рыбной ловли и охоты. 2. Предусматривается ограничение количества переездов через овраги и ручьи с целью минимизации производства работ в пойменных местах.

8.3 Безопасность при чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) – обстановка на определенной территории сложившаяся в результате катастрофы, опасного природного явления, аварии, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой жертвы людей, ущерб окружающей природной среде или здоровью людей,

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Чрезвычайные ситуации подразделяются на следующие виды:

- природные (низкие температуры, ветер, снег, наводнение);
- техногенные (пожары, аварии);
- военные.

Возможные аварии на магистральном газопроводе могут возникнуть в результате внезапной разгерметизации линейной части, которая может наступить по нескольким причинам.

Она происходит в результате образования свища, трещины на трубе, фасонных частях или оборудовании линейной части, а также в случае аварийного отказа в работе запорной арматуры, которые возникают вследствие следующих факторов:

- а) общие коррозионные повреждения, уменьшившие толщину стенки трубы до величины, которая меньше необходимой для обеспечения прочности магистрального трубопровода при максимально разрешенном рабочем давлении газа, питтинговые коррозионные повреждения, создающие реальную угрозу возникновения утечки газа;
- б) любые воздействия, создающие сверхнормативные нагрузки на трубопровод, или его перемещения в пространстве в результате стихийных явлений, происходящих в окружающей среде (землетрясения, паводки, оползни и др.), механических воздействий техники, отрицательно влияющих на безопасность эксплуатации объекта;
- в) любые виды дефектов или трещинообразования материала оборудования и трубопроводов, которые снижают прочность и требуют для обеспечения безопасности отключения объекта или уменьшения рабочего давления на 20% и более от установленной величины;
- г) возникновение гидратной пробки, из-за чего которой создается давление, которое превышает максимально допустимое рабочее давление;

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

д) проведение террористических и диверсионных актов.

Утечка газа может быть обнаружена приборами-газоанализаторами, а также "на слух" и визуально по следующим характерным признакам:

- потемнение снежного покрова вокруг места утечки;
- появление на водной поверхности пузырьков в обводнённых местах;
- изменение цвета окружающей растительности;
- запах и шум газа.

При выявлении утечки с непрерывным выходом газа линейным трубопроводчиком должны быть приняты меры по скорейшему оповещению диспетчерской службы, руководителя подразделения, по оценке размеров загазованной зоны (до 20 % НПВ), опасности для населённых пунктов и других объектов и отключению повреждённого участка. В случае аварии с выходом значительных объемов газа в близости дороги, населённого пункта, или водной артерии линейный трубопроводчик с целью предупреждения несчастных случаев до прибытия аварийной бригады обязан:

- до прибытия ремонтно-восстановительной бригады находиться за пределами зоны загазованности в районе повреждения;
- предупредить об опасности распространения пламени и соблюдения ими правил безопасности жителей близлежащего пункта;
- организовать при необходимости объезд или выставить знаки, запрещающие въезд в опасную зону транспорта;
- выставить на расстоянии не менее 300 м от места повреждения трубопровода предупредительные знаки.

Сопровождается резким хлопком, который напоминает взрыв с последующим сильным шумом, выбросом кусков металла, грунта в радиусе до 300 м. Как правило, происходит с возгоранием потока газа. Зона термического воздействия при горении составляет 300 м и представляет наибольшую опасность для сооружений, объектов, людей.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

При разрыве без возгорания опасность представляет взрывная волна и возможность в любой момент взрыва (возгорания) потока газа. По этой причине до полного прекращения выхода газа категорически запрещается приближаться к месту разрыва газопровода ближе 500 м.

При значительном расстоянии от места аварии разрыв трубопровода определяется по резкому и прогрессирующему падению давления в газопроводе с обеих сторон от места разрыва.

Обнаруживший аварию должен немедленно сообщить о ней сменному инженеру и на коммутатор и принять меры к локализации аварии.

До подъезда аварийно-ремонтной бригады, к месту аварии для взятия проб воздуха и выяснения обстановки пешком должна направляться бригада из трех человек. Транспорт движется вслед за бригадой с интервалом не менее 100 м. Продвижение возможно до тех пор, пока бригада не обнаружит в воздухе пары углеводородов, содержание которых превышает 20% от нижнего предела взрываемости.

После этого по сигналу старшего бригады средства транспорта должны быть остановлены. Если ветер от загазованной зоны направлен в сторону транспортных средств, они должны быть отведены назад.

Бригада путем замеров должна определить границы загазованной зоны и установить на ней соответствующие знаки.

Персонал должен входить в загазованную зону только в противогазах изолирующих. [23,24]:

8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. РД 39-30-499-80 Положение о техническом обслуживании и ремонте линейной части магистральных нефтепроводов.
2. РД 39-110-91 Инструкция по ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

3. РД 39-00147105-006-97 Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонтах магистральных нефтепроводов.
4. ГОСТ 12.4.011 Требования применяемые средства индивидуальной защиты.
5. РД 1.14-127-2005 Нормы искусственного освещения.
6. СНиП 2.05.06-85* (2000). Магистральные трубопроводы.
7. СНиП III-42-80* (2000). Магистральные трубопроводы.
8. СНиП 12.1.030-81.ССБТ.

					Заключение	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

9. 1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Особые сложности появляются в процессе ликвидации аварий на нефтепродуктопроводах в условиях болот. В первую очередь это можно объяснить сложностью грунтово-геологический условий и малой несущей способностью, присущей болотным грунтам. Современными аварийно-восстановительными службами возможно за небольшой срок в обычных условиях ликвидировать аварию на нефтепроводах. Этот срок в условиях болотных грунтов возрастает за счет дополнительных работ по сооружению рабочих площадок, подъездных путей и составляет до 60 % всего времени, которое необходимо для восстановления нефтепровода.

В связи с тем, что в данное время происходит освоение нефтяных месторождений Севера европейской части нашей страны и Сибири большое количество нефтепроводов значительных диаметров (1020, 1220 мм) прокладывается по болотистой местности. Протяженности болотистых участков, по которым проходят трассы нефтепроводов, составляют десятки, а то и сотни метров, а в некоторых случаях - десятки километров. [26]:

В данной дипломной работе рассматривается технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот.

9.2 Расчет материальных затрат

Материальные затраты будут складываться из затрат на замораживающие колонки Цтр. и стоимости жидкого азота Цж.а.

Томский политехнический университет				ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА		
	Ф.И.О.	Подпись	Дата	«Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот»	Лист	Листов
Дипломник	Митькин Н.И.					
Руководитель	Крец В.Г.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа, группа	
Зав.кафедрой	Бурков П.В.					

а) Расходы на замораживающие колонки

Для замораживающих труб возьмем трубы диаметром 152×8 мм марка стали 10ХСНД (16Г2АФ или 09Г2С) которые можно применять в условиях низких температур. Цена данной трубы 41000 рублей за 1 тонну, 1000 кг соответствуют 35 м трубы, значит, стоимость 1м равна $41/0,035 = 1171$ руб. Для заморозки грунта по периметру котлована потребуется 27 колонок длиной 3 метра каждая, т.е. необходимое количество метров $N_m = 3 \cdot 27 = 81$ м. Стоимость замораживающих труб Цз.т. = $81 \cdot 1171 = 94886$ руб.

В качестве питающих и отводящих трубок, по которым будет циркулировать жидкий азот, примем трубки условным диаметром 32 мм и толщиной стенки 4 мм. Цена метра такой трубки 82 руб. Общая длина трубок принимается с запасом, она будет равна сумме общей длины колонок, расстояний между замораживающими трубами и коэффициента запаса, умноженного на количество труб, т.е. $n_m = 81 + 27 + 81 \cdot 0.3 = 132$ м, а стоимость питающих и отводящих трубок получится Цп.о.т. = $132 \cdot 82 = 10849$ руб.

Общие затраты на замораживающие колонки Цз.к. = Цз.т. + Цп.о.т. = $94886 + 10848 = 105734$ руб.

б) Стоимость жидкого азота (хладагента)

Для получения стоимости хладагента необходимо рассчитать, какое его количество потребуется для проведения заморозки грунта. На 1 м^3 почвы нужно 1000 л жидкого азота. Цена 1000 кг хладагента 8200 руб. 1000 л равняется 1 м^3 ; масса $1 \text{ м}^3 \text{ тж.а} = \rho_{\text{ж.а.}} \cdot V$, плотность жидкого азота $\rho_{\text{ж.а.}} = 808 \text{ кг/м}^3$, следовательно $\text{тж.а} = 1 \cdot 808 = 808$ кг. Из пункта был получен объем

замороженного грунта $V_{\text{гр}} = 92,82 \text{ м}^3$. Общая масса жидкого азота, потребного на замораживание, $\text{то.ж.а.} = 92,82 \cdot 808 = 74999$ кг что составляет 102 м^3 . Стоимость жидкого азота Цж.а = $74,999 \cdot 8200 = 614988$ руб.

Расчет стоимости материалов сведен в таблицу 13.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

Таблица 13 - Расчет стоимости материалов на проведение мероприятия

Наименование материала, единица измерения	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./ нат. ед.	Стоимость материалов, руб.
Замораживающие колонки	81	1305	105734
Жидкий азот	74,999	8200	614988
ИТОГО			720722

Расчет материальных затрат в случае расположения замораживающих колонок на расстоянии $l = 0,5$ м, что сопровождается увеличением количества замораживающих колонок в двое, приведен в таблице 14.

Таблица 14 - Расчет стоимости материалов на проведение мероприятия

Наименование материала, единица измерения	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./ нат. ед.	Стоимость материалов, руб.
Замораживающие колонки	162	1305	211469
Жидкий азот	73, 669	8200	604089
ИТОГО			815558

9.3 Затраты на оплату труда

Бригада, ведущая заморозку, состоит из шести человек и бригадира, заработная плата за время проведения работ - $1.5 \div 4.5$ дня, при учете премий, надбавок за работу в ночное время, надбавок по районному коэффициенту, в среднем составит 7 тыс. руб. рабочего и 11 тыс. руб. бригадира. Заработная плата представлена в таблице 15.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

Таблица 15 - Расчет заработной платы

Должность	Количество	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
рабочий	6	5	69	72	42000
бригадир	1	6	97	72	11000
ИТОГО					53000

9.4 Отчисления на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды определяются суммой страховых взносов по установленным законодательством нормам в процентах от расходов на оплату труда (30%).

$$\text{Цс.в.} = 53000 \text{ руб} \cdot 30\% / 100\% = 15900 \text{ руб}$$

Прочие затраты

В состав Прочих затрат входят:

- оплата услуг связи, сторожевой и пожарной охраны;
- командировочные расходы;

$$\text{Цп.з.} = 3000$$

Затраты на проведение замораживания грунта (количество замораживающих колонок 27, расстояние между ними 1 м) приведены в таблице 16

Таблица 16 - Затраты на проведение организационно-технического мероприятия (при установке 27 колонок)

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Материальные затраты	720722
2. Затраты на оплату труда	53000
3. Отчисления на социальные нужды	15900
4. Прочие затраты	3000
Всего затраты на мероприятие	792622

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

Затраты на проведение замораживания грунта (количество замораживающих колонок 54, расстояние между колонками 0,5 м) приведены в таблице 17.

Таблица 17 - Затраты на проведение организационно-технического мероприятия (при установке 54 колонок) [25]:

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Материальные затраты	815558
2. Затраты на оплату труда	53000
3. Отчисления на социальные нужды	15900
4. Прочие затраты	3000
Всего затраты на мероприятие	887458

9.5 Общие затраты на сооружение котлована с помощью шпунтов

Данные по затратам на сооружение котлована предоставлены специалистом экономического отдела томского Управления аварийно-восстановительных работ ООО «Газпром трансгаз Томск» и приведены в таблице 18.

					Заключение	Лист
						111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 18 - Затраты на сооружение котлована с применением шпунтов

Наименование показателей (Сооружение котлована в болотистой местности), руб.(без НДС)		Газопровод
I	Затраты эксплуатационные	902458
A	Материалы на производственные нужды	267588
Б	Энергия на технологические нужды	2988
С	Затраты на оплату труда персонала основного производства	47119
Д	Страховые взносы на оплату труда персонала	14136
Е	Обязательное страхование от несчастных случаев	88
Ж	Прочие услуги производственного назначения	465281
Ж1	Услуги транспорта	459594
Ж2	Услуги связи	57
Ж3	Обеспечение пожарной безопасности и охраны	2196
Ж4	Подготовка кадров	3434
И	Материально-техническое обеспечение	94706
К	Прочие услуги	3872
К1	Услуги ЦГСЭН	123
К2	Аттестация	687
К3	Организация питания	2984
К4	Услуги медицинских учреждений	88
Л	Затраты на служебные командировки	6768
II	Общепроизводственные расходы	71991
I+II	РАСХОДЫ - ВСЕГО	974448

9.6 Экономический анализ способов

Экономический анализ играет важную роль в повышении экономической эффективности деятельности организаций, в укреплении их финансового состояния, именно поэтому он так важен, особенно применительно к новым технологиям.

Сравним затраты на сооружение ремонтного котлована с применением шпунтов и с использованием технологии замораживания. Общие расходы на проведение мероприятия разными способами указаны в таблице 19.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

Таблица 19 - Затраты на сооружение котлована различными способами

Наименование способа сооружения котлована	Затраты, руб.
С применением шпунтов	974448
С использованием технологии замораживания*	856356
С использованием технологии замораживания**	951032

* - расстояние м/д колонками 1 м, количество замораживающих колонок 27 шт.

** - расстояние м/д колонками 0,5 м, количество замораживающих колонок 54 шт.

Экономия средств предприятия, которое применит технологию замораживания составит:

С использованием технологии замораживания*:

$974448 - 792622 = 181826$ руб.

С использованием технологии замораживания**:

$974448 - 887458 = 86990$ руб.

Из расчетов выше видно, что технология замораживания, не только жизнеспособна, но и вполне конкурентоспособна.

Устанавливаемое оборудование является экономически эффективными, что следует из улучшения относительных показателей характеристики продукта. Разрабатываемый научно-технический продукт имеет более высокий показатель эксплуатационно-технического уровня по сравнению с продуктом аналогом.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

Заключение

В данной работе я рассмотрел существующие методы ремонта магистральных нефтепроводов в условиях болот, а также рассмотрел возможность использования метода замораживания грунта для обеспечения устойчивости грунта и защиты от проникновения воды при строительстве ремонтного котлована и проведении ремонтных работ.

В результате анализа средств доставки и производства жидкого азота, оценки их достоинств и недостатков, был выбран наиболее применимый к условию болот - станции для производства кислорода и азота МКДС - 100К. Количество станций зависит от длины котлована и срочности ремонтных работ. При малых объемах работ жидкий азот можно доставлять в специальных цистернах.

Были рассчитаны параметры замораживания грунтов жидких азотом, для сооружения котлована на магистральном нефтепроводе наружным диаметром 1020 мм, с углом откоса 63 градуса, при различной длине ремонтного котлована. Рассчитаны:

- необходимое количество замораживающих колонок;
- объем замороженного грунта по периметру котлована;
- масса жидкого азота, необходимая для заморозки грунта;
- время замораживания грунта;
- количество станций, для замораживания грунта.

Эти параметры были рассчитаны для катушек и для участков трубопроводов разной длины с целью оценки целесообразности применения способа замораживания, для сооружения котлованов различной длины. Данный способ наиболее актуален для ремонта катушек, т.к. при использовании его для

Томский политехнический университет				ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА		
	Ф.И.О.	Подпись	Дата	«Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот»	Лист	Листов
Дипломник	Митькин Н.И.					
Руководитель	Крец В.Г.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа, группа	
Зав.кафедрой	Бурков П.В.					

ремонта участка трубопровода возрастают энергозатраты и экономический фактор.

Стоит заметить, что в данной работе была рассмотрена возможность использования метода замораживания грунта. Конкретные данные по скорости замораживания, требуемому объему жидкого азота можно получить лишь только на практике, при конкретных испытаниях по замораживанию грунта в условиях болот.

Способ замораживания еще ни разу не использовался в ремонтных работах.

Метод замораживания грунта представляет собой новый способ и до сих пор не использовался при проведении ремонтно-восстановительных работ. При правильном использовании и в сочетании с отводом воды, этот метод может быть эффективной альтернативой использованию шпунтов и РГК. Также данным методом можно пользоваться при строительстве временных амбаров на болотах, что также представляет собой достаточные трудности.

					Заключение	Лист
						115
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список использованной литературы

1. РД 39-30-499-80 Положение о техническом обслуживании и ремонте линейной части магистральных нефтепроводов.
2. РД 39-110-91 Инструкция по ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах.
3. РД 39-00147105-006-97 Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонтах магистральных нефтепроводов.
4. РД 153-39.4Р-130-2002* Регламент по вырезке и врезке "катушек".
5. СНиП 2.05.06-85* (2000). Магистральные трубопроводы.
6. СНиП III-42-80* (2000). Магистральные трубопроводы.
7. Каталог технических средств для аварийно-восстановительных работ на магистральных нефтепроводах. - Уфа: ВНИИСПТнефть, 1983.
8. Болота Западной Сибири, их строение и гидрологический режим / Под. ред. К.Е. Иванова, С.М. Новикова. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 446 с.
9. Гумеров А.Г., Зубаиров А.Г., Векштейн М.Г., Гумеров Р.С., Азметов Х.А, Капитальный ремонт подземных нефтепроводов. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 1999. - 525 с.: ил. ISBN 5-8365-0013-4
10. Гумеров А.Г., Азметов Х.А., Гумеров Р.С., Векштейн М.Г. Аварийно-восстановительный ремонт магистральных нефтепроводов / Под ред. А.Г. Гумерова. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 1998. - 271 с.

Томский политехнический университет				ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА		
	Ф.И.О.	Подпись	Дата	«Технология замораживания грунта при проведении ремонтных работ на нефтепроводе в условиях болот»	Лист	Листов
Дипломник	Митькин Н.И.					
Руководитель	Крец В.Г.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа, группа	
Зав.кафедрой	Бурков П.В.					

- 11.Дорман Я.А., Искусственное замораживание грунтов при строительстве метрополитенов, М., 1971.
- 12.КрепшаН.В., СвиридовЮ.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Метод. указания. Томск.- Изд. ТПУ, 2002.-35 с.
- 13.Логинов Н.Е., Хорошев П.И.. Торфяные ресурсы Западно-Сибирской равнины. – Л.:Геолторфразведка, 1972.-197 с.
- 14.Трупак Н. Г., Замораживание горных пород при проходке стволов, М., 1954.
- 15.Трупак Н. Г.,Замораживание грунтов в строительстве, М. 1970.
- 16.Шуплик М.Н., Борисенко В.Н.. Технология искусственного замораживания грунтов с применением твердых криоагентов в подземном строительстве // Горный информационно-аналитический бюллетень №8, 2006. 381-384 с.
- 17.Кнаупе В. "Устройство котлованов и водопонижение" Перевод с немецкого М.Ф. Губина Под ред. канд. техн. наук В.Н. Бурлакова и канд. техн. наук В.В. Сорокина М: Стройиздат, 1988.
- 18."Справочник по общестроительным работам. Основания и фундаменты" Стройиздат, 1974
- 19.ВСН 51-1-80 Инструкция по производству строительных работ в охранных зонах магистральных трубопроводов Министерства газовой промышленности
- 20.ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением № 1)
- 21.ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением № 1).

					Список использованной литературы	Лист
						117
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 22.ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
- 23.ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод (с Изменением № 1).
- 24.Димов Л.А., Богушевская Е.М. "Магистральные трубопроводы в условиях болот и обводненной местности", издательство "Горная книга", 2010.
- 25.РД 153-39.4-114-01 "Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах".
- 26.Гумеров А. Г. "Аварийно-восстановительный ремонт магистральных нефтепроводов"
- 27.Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов, №1, 2011.
- 28.КорчакА.В., ШупликМ.Н., Никитушкин А.А., Никитушкин Р.А. Устройство для замораживания грунтов при строительстве подземных сооружений// Патент на полезную модель № 2009109467/22, 17.03.2009 г.
- 29.Дугарцыренов А.В., Гончаров В.С. Расчет параметров процесса замораживания грунтов вокруг цилиндрической полости с учетом термодиффузии влаги// Горный журнал. Изв. вузов. 1986. -1 10. - С. 21-24.
- 30.Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н. Технология строительства подземных сооружений. Часть III. Специальные способы строительства. М.: Недра, 1983. - 311 с.

					Список использованной литературы	Лист
						118
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		