

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

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

Бакалаврская работа

Тема работы
«Строительство и эксплуатация магистральных нефтепроводов в условиях болотистой местности»

УДК 622.692.4.053.073:556.56

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Дубровский Д. Д.		

Руководитель

Должность	ФИО	Учебная степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Зарубин А. Г.	К. Х. Н.		

Консультанты:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Допустить к защите:

Должность	ФИО	Учебная степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Брусник О. В.	к. п. н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

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

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Дубровскому Дмитрию Дмитриевичу

Тема работы:

«Строительство и эксплуатация магистральных нефтепроводов в условиях болотистой местности»
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2018г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Условным объектом исследования является магистральный нефтепровод, проложенный в болотистой местности.</p> <p>В этой работе рассмотрены способы строительства и эксплуатация трубопроводов в условиях болотистой местности. Сама работа направлена анализ и выбор технологии прокладки нефтепроводапровода.</p> <p>Трубопровод оказывает влияние на окружающую среду, препятствуя перемещению воды на разных уровнях болота.</p> <p>Выполнен экономический анализ балластировки трубопровода в районе на территории Васюганских болот.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ нормативно-технической документации и литературных источников по теме «Строительство и эксплуатация магистральных нефтепроводов в условиях болотистой местности»; 2. Выбор метода строительства трубопровода в болотистой местности; 3. Расчет технических характеристик для строительства участка магистрального нефтепровода в условиях болотистой местности; <p>Дополнительные разделы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; • «Социальная ответственность».
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	

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

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Зарубин Алексей Геннадьевич	к.х.н, доцент		15.01.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Дубровский Дмитрий Дмитриевич		15.01.2018

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Дубровскому Дмитрию Дмитриевичу

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

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

1. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.</i>
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой технике и технологии</i>	<i>Расчет затрат и финансового результата реализации проекта</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>График выполнения работ</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет экономической эффективности внедрения новой техники или технологии</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. SWOT анализ 2. Линейный календарный график выполнения работ 3. Структура затрат на выполнение работ
--

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Дубровский Дмитрий Дмитриевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Дубровскому Дмитрию Дмитриевичу

Институт	Кафедра	
Уровень образования	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
	Бакалавриат	

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика подземного магистрального нефтепровода проложенного в условиях болотистой местности и область его применения.	Подземный магистральный нефтепровод проложен на территории Васюганских болот, выбранная территория которого предполагает работу на болоте второго типа, и предназначен для транспортировки транспортируемых в нем нефтепродуктов до потребителя.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Дубровский Дмитрий Дмитриевич		

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2018г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
19.01.2018	<i>Введение</i>	10
10.03.2018	<i>Литературный обзор</i>	10
16.04.2018	<i>Рассмотрение технологий сооружения магистрального нефтепровода в условиях болотистой местности</i>	30
29.04.2018	<i>Расчет технических характеристик для строительства участка магистрального нефтепровода в условиях болотистой местности</i>	15
05.05.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
13.05.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
26.05.2018	<i>Заключение</i>	5
30.05.2018	<i>Презентация</i>	10
<i>Итого</i>		100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Зарубин А. Г.	к.х.н, доцент		

СОГЛАСОВАНО:

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа с. 82, 27 рис., 6 табл., 26 источник, 0 прил.

Ключевые слова: болотистая местность, бугры пучения, укладка трубопровода, теплоизоляция, опоры, тепловой баланс грунта.

Объектом исследования является (ются) методы сооружения трубопроводов на территории болот.

Цель работы – рассмотрение вопросов строительства и эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях болотистой местности.

В процессе исследования проводились расчет техничеких характеристик для строительства участка магистрального нефтепровода в болотистой местности и сметной стоимости работ по балластировке участка нефтепровода. Рассмотрены вопросы разработки траншеи, укладки трубопровода и его балластировки.

В результате исследования было изучено взаимодействие трубопровода и торфяного грунта болот, рассмотрены все варианты прокладки трубопроводов, а также достоинства и недостатки каждого.

Область применения: рассмотренные технологии строительства распространены в области строительства магистральных нефтепроводов через естественные и искусственные препятствия.

Экономическая эффективность/значимость работы: работа в условиях болотистой местности является технически сложным процессом, поэтому выбор правильной технологии строительства трубопровода в данных условиях – залог эффективного использования ресурсов.

					<i>Реферат</i>	<i>Лист</i>
						9
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Сокращения

В ходе процесса работы ВКР применены следующие сокращения:

- УГВ – уровень грунтовых вод;
- УБО – утяжелитель железобетонный охватывающего типа;
- АР – анкер раскрывающегося типа;
- ВАУ – винтовое анкерное устройство;
- ТДТ – трелевочный дизельный трактор
- ЛП – лебедка папильонажная
- ЭО – экскаватор одноковшовый
- КСУ – канатно-скреперная установка
- ПЛА – план ликвидации аварий
- МРТ – машина для резки труб
- СИЗ – средства индивидуальной защиты
- ЧС – чрезвычайная ситуация
- ЛАРН – ликвидация аварийных разливов нефти

					<i>Обозначения и сокращения</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

Оглавление

Введение.....	13
1 Литературный обзор	14
1.1 Классификации болот.....	14
1.2 Конструктивные схемы и технология строительства трубопроводов на болотах	17
1.2.1 Подземная прокладка	18
1.2.1.1 Разработка траншей	18
1.2.1.2 Укладка трубопроводов в траншею	23
1.2.1.2.1 Раздельный способ.....	23
1.2.1.2.2 Совмещенный способ	25
1.2.1.3 Балластировка и закрепление трубопроводов	27
1.2.1.3.1 Балластировка путем утяжеления	27
1.2.1.3.2 Балластировка путем закрепления	31
1.2.2. Наземная прокладка.....	36
1.2.3. Машины для работы на заболоченных и обводненных участках трассы....	38
1.2.3.1 Экскаваторы с сильно развитой опорной поверхностью	38
1.2.3.2 Бульдозеры с сильно развитой опорной поверхностью	40
1.2.3.3 Канатно-скреперные установки	41
1.2.4. Выбор способа прокладки трубопровода	45
1.2.5 Прокладка с усилением несущей способности или с полной заменой слабого грунта	46
1.2.5.1 Замена слабого грунта песчаным	46
1.2.5.2 Уплотнение торфа песчаными сваями	46
1.3 Особенности эксплуатации нефтепроводов в условиях болот	48
1.3.1 Причины перемещения слоёв грунта	48
1.3.1.1 Вертикальные перемещения при подземной прокладке	49
1.3.1.2 Вертикальные перемещения при наземной прокладке	50
1.3.1.3 Горизонтальные перемещения	52
1.3.2 Особенности ремонта участка магистрального нефтепровода в болотистой местности.....	53
2 Расчетная часть. Расчет балластировки участка трубопровода	59
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	63
3.1 SWOT-анализ.....	63
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	64
3.3 Расчет сметной стоимости строительства участка нефтепровода.....	65

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

4 Социальная ответственность при строительстве нефтепровода	69
4.1 Введение	69
4.2 Производственная безопасность	69
4.2.1 Анализ опасных факторов и меры по их устранению	70
4.2.1.1 Ожоги при сварке	70
4.2.1.2 Повреждения из-за контакта с насекомыми	71
4.2.1.3 Поражение электрическим током	71
4.2.2 Анализ вредных факторов и меры по их устранению	72
4.2.2.1 Тяжесть и напряженность физического труда	72
4.2.2.2 Отклонение параметров микроклимата	73
4.2.2.3 Повышенный уровень шума	74
4.3 Экологическая безопасность	74
4.3.1 Воздействие на литосферу	74
4.3.2 Воздействие на атмосферу	75
4.3.3 Воздействие на гидросферу	76
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	76
4.5 Очистка и рекультивация земель после аварийного разлива нефти	78
4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	79
Заключение	80
Список литературы.....	81

Введение

Строительство трубопроводов в условиях болот осложняется рядом особенностей местности, таких как: слабая несущая способность грунтов, удаленность от объектов производства элементов трубопровода, тяжелые погодные условия, сложность доставки оборудования и материалов к месту проведения работ. В данной работе будут рассмотрены несколько способов проведения работ по установке трубопроводов, их закреплению, подготовка к данным мероприятиям и расчет балластировки участка нефтепровода в болотистой местности. В данной работе будет рассмотрен участок магистрального нефтепровода, проходящий через Васюганские болота. В районе прокладки болота принадлежат 2-му типу.

Цель работы – рассмотреть методы строительства и эксплуатацию магистральных нефтепроводов в условиях болотистой местности.

Для выполнения цели были поставлены несколько задач:

- 1) Провести анализ нормативно-технической документации и литературных источников по теме работы;
- 2) Произвести выбор метода строительства участка трубопровода в болотистой местности;
- 3) Рассчитать технические характеристики для строительства участка магистрального нефтепровода в болотистой местности.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

Глава 1. Литературный обзор

1.1 Классификации болот

Классификация болот согласно СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы» [1] по несущей способности предполагает:

Первый тип (I) – болота, полностью заполненные торфом, на которых возможна работа и неоднократное передвижение болотной техники с давлением 0,02-0,03 МПа или работу обычной техники с помощью щитов или других приспособлений, обеспечивающих снижение давления на поверхность залежи до 0,02 МПа.

Второй тип (II) – болота, заполненные торфом, предполагающие работу и перемещение строительной техники только по щитам или другим специальным средствам, способным уменьшить давления на поверхность залежи до 0,01 МПа.

Третий тип (III) – болота, заполненные растекающимся торфом и водой с повсеместной плавающей торфяной коркой, на которых можно использовать только технику с плавучих средств или специальную технику на понтонах [1].

В зависимости от условий водно-минерального питания болота, согласно «ГОСТ 21123-85 Торф. Термины и определения», [16] делятся на:

- 1) Верховые;
- 2) Переходные;
- 3) Низинные.

1) **Верховые** — достаточно часто расположены на плоских водоразделах и питаются за счёт атмосферных осадков. Так как в них очень мало минеральных веществ, вода в таких болотах резко кислая, среди растительности преобладают мхи и кустарнички. Корни растений не касаются минерального грунта, а расположены в слое торфа. Растения получают питательные вещества главным образом из атмосферы в виде оседающей с дождевой водой пылью, при разложении остатков растений и животных, вследствие чего обладают низкой зольностью. Деревья угнетены и низкорослы. Сфагновый мох намного лучше произрастает в центре болотного массива, на окраинах же он подвержен влиянию минерализованных вод. Именно поэтому верховые болота выпуклые в центре, здесь он возвышается на 3-4 м. Слой торфа достигает 6-10 м. и более.

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14



Рисунок 1 – Верховое болото

В верховом болоте можно заметить сплавины. Сплавины — это островки растительности, оторванные от берегов или примыкающие к ним. Этот тип болот чаще всего является непроходимым.

2) **Переходные** — по большинству параметров, а именно умеренному минеральному питанию и характеру растительности, данный тип болот находится между верховыми и низинными болотами. Обычно располагаются широкой полосой по окраинам верховых болот или в виде отдельных участков на песчаных грунтах в сопровождении низинных. Из деревьев часто встречаются берёза, сосна и лиственница. Травы схожи по составу с травами низинных болот, но в намного меньшем в количестве. Мхи встречаются и сфагновые, и зеленые. Много кустарничков. Болота данного типа предполагают отложение торфа только в поверхностных слоях залежи. Мощность этих отложений различна — от сантиметров до нескольких метров. Поверхность таких болот зачастую покрыта сфагново-моховым очесом различной толщины (сплошным на данных болотах и прерывистым на комплексных).



Рисунок 2 – Переходное болото

3) **Низинные** — болота с богатым водно-минеральным питанием, по большей части из-за грунтовых вод. Образуются на месте бывших озер, в долинах рек и в местах выхода ключей, в низких местах, которые постоянно или временно затопляются водой. Поверхность их ровная или слегка вогнутая растительностью. Этот тип болот выделяются слабой заторфованностью — мощность торфа не превышает 1 — 1,5 м.



Рисунок 3 – Низинное болото

Территория прокладки нефтепровода предполагает работу в *переходном* типе болот.

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

1.2 Конструктивные схемы и технология строительства трубопроводов на болотах

В зависимости от типа болота, его глубины и протяженности применяют следующие конструктивные схемы сооружения трубопроводов:

- I. Подземная прокладка
- II. Наземная прокладка (по поверхности болота)
- III. Прокладка с усилением несущей способности или с полной заменой слабого грунта

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

1.2.1 Подземная прокладка

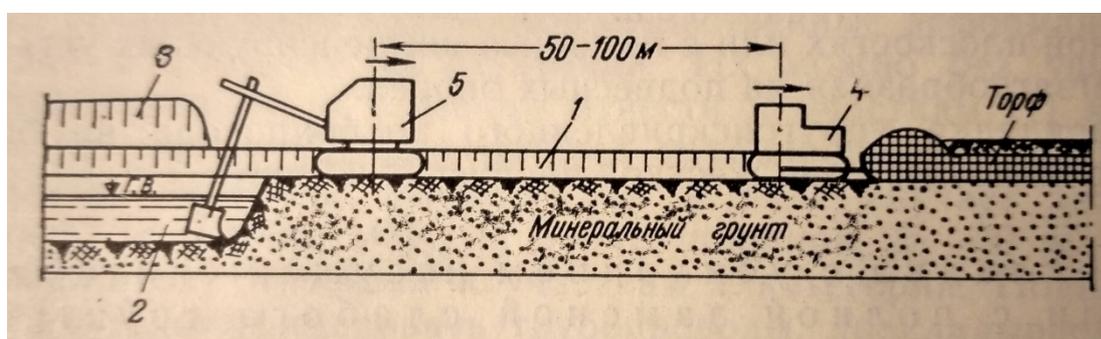
Трубопровод укладывается в грунт на глубину, превышающую диаметр труб. Глубина заложения зависит в основном от глубины самого болота, т. е. толщины слоя болотистого грунта до так называемого коренного грунта, обладающего значительно большей несущей способностью. Укладка на коренной грунт целесообразна, если толщина слоя торфа не превышает 2 - 2,5 м.

1.2.1.1 Разработка траншей

Рассмотрим схемы, применяемые в условиях болотистой местности. Эти схемы были разработаны и испытаны в производственных условиях; они предполагают использование, как обычной землеройной технологии, так и специальной болотной.

Схема 1.

Толщина торфяного слоя не более 1 м., при этом слой должен быть расположен на минеральном грунте, при несущей способности которого допускается работа обычных экскаваторов, но несущая способность болота слишком мала для прохождения экскаваторов без устройства лежневых дорог или применения щитов.



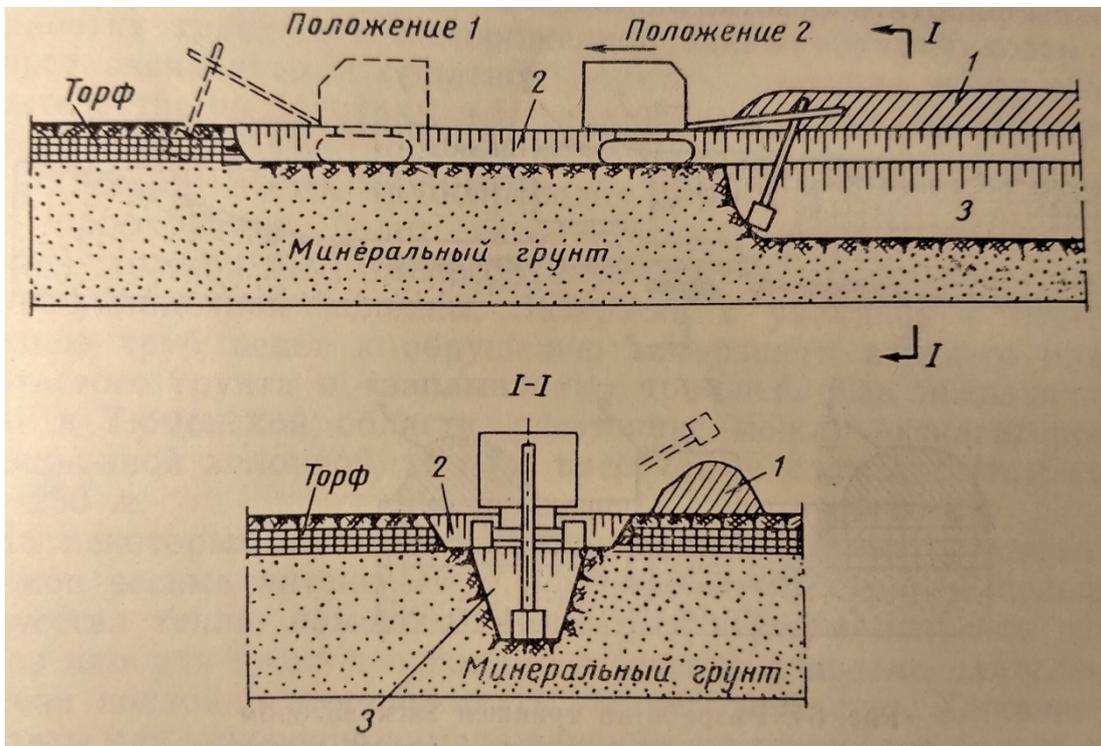
1 – траншея в торфяном слое; 2 – траншея в минеральном грунте; 3 – отвал для минерального грунта; 4 – бульдозер; 5 – экскаватор

Рисунок 4 – Разработка траншей (с глубиной торфа до 0,8 – 1 м.) экскаватором или бульдозером [2]

На рис. 4 сначала бульдозер удаляет слой торфа впереди экскаватора, обнажая коренной грунт. Ширина траншеи 1, разрабатываемой в торфе, позволяет передвигаться по ней экскаватору 5. При разработке траншеи в торфяном слое лучше всего применять универсальные бульдозеры. Траншею 2 в коренном грунте разрабатывают экскаваторы с обратной лопатой, углубляя траншею на 15 – 20 см. ниже проектных отметок. Запас по глубине

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Литературный обзор					18

делают на случай оплыwania откосов. Бульдозер 4 должен подстраховать экскаватор и в случае пробуксовки или незначительного погружения в грунт протаскивать его вперед с помощью буксирного троса.

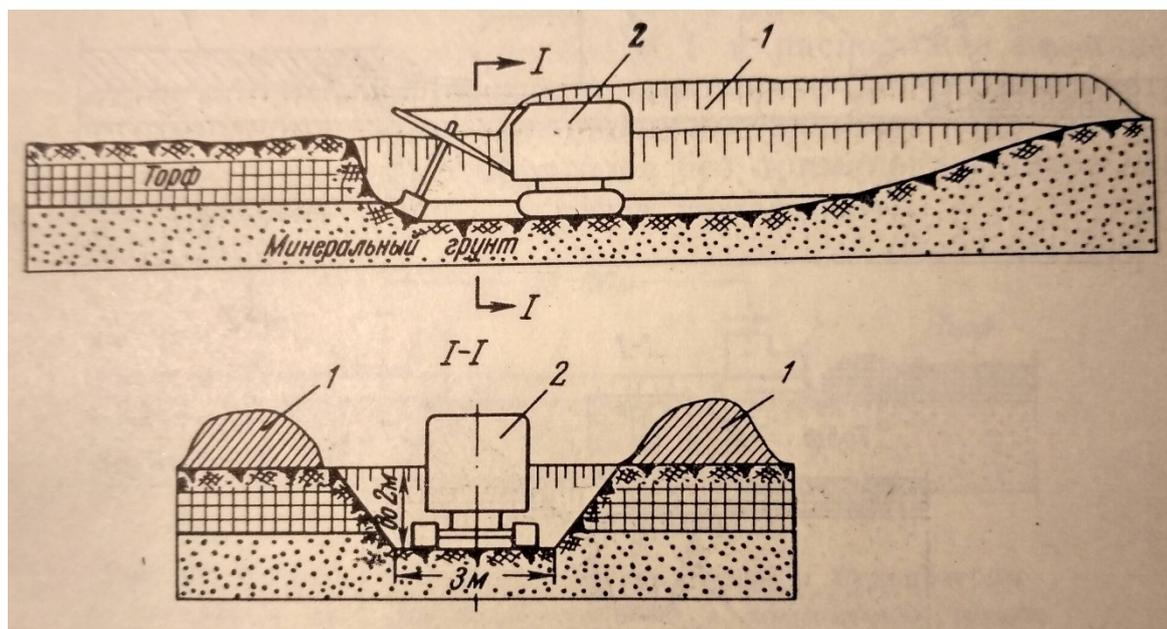


1 – отвал грунта; 2 – траншея в слое торфа; 3 – траншея в коренном грунте
 Рисунок 5 – Разработка траншеи в болоте с помощью экскаватора [2]

Так же существует возможность выемки траншеи на полный профиль одним экскаватором (рис. 5). Сначала экскаватор разрабатывает в слое торфа траншею, создавая пространство для проведения работ длиной 40 – 50 м. После он проделывает обратный путь и дорабатывает траншею уже в коренном грунте до проектной глубины. В сравнении с предыдущим вариантом скорость разработки здесь меньше, но все равно значительно больше, чем при разработке траншей экскаватором со щитов.

Схема 2.

Траншею разрабатывают в болоте, толщина слоя торфа в котором до 1,5 м., т. е. трубопровод укладывают на минеральный грунт. Траншею разрабатывают экскаватором, оборудованным прямой лопатой.



1 – отвал грунта; 2 – экскаватор с прямой лопатой
 Рисунок 6 – Разработка траншеи экскаватором с прямой лопатой [2]

Выемка грунта экскаватором начинается с берега. Максимальная глубина траншеи не должна превышать 2м. Технология по данной схеме применяется на болотах I-го типа при длине траншей от 200 м. до 250 м.

Схема 3.

Разработка траншей ведется зимой. Этот период наиболее удобен для выполнения земляных работ на болотах. Полностью болото замерзает обычно при толщине слоя торфа до 1 м.

Если торфяной слой имеет большую мощность, то даже в сильные морозы, болота промерзают на незначительную глубину. Положительная температура в глубоких слоях поддерживается за счет тепла, выделяющегося при разложении органических остатков. Тогда используют метод замораживания экскаваторной колеи. Полосу шириной 5 – 6 м. на поверхности болот замораживают путем уплотнения снега с помощью тракторов ТДТ-40 или ДТ-55 для болот 2-го и 3-го типов и тракторов Т-100 и Т-100Б для болот 1-го типа. Нужно добиваться толщины уплотненного слоя в 20 – 30 см.

Схема 4.

Общий метод для разработки траншей на болотах всех типов, особенно 3-го типа, является взрывной метод. Он выгоден, когда производство работ с поверхности болота, даже с использованием

специальной техники, не целесообразно или очень сложно. В данном случае используют пироксилиновый порох, который хорошо детонирует от взрыва промежуточного заряда тротила или гексагена.

Схема 5.

Трубопровод укладывают в слой торфа. Несущая способность болота допускает работу специальных, а иногда и стандартных экскаваторов без применения щитов. Траншеи разрабатываются экскаватором, оборудованным обратной механической лопатой или драглайном. По возможности, нужно уменьшить количество ходов экскаватора по одной и той же колее для уменьшения разрушения сплавины – большей частью растительный слой, который распределяет давление от рабочей машины на большие территории болота (относительно машины) и на большую глубину. Чем больше нарушена сплошность сплавины, тем меньше несущая способность болота.

Схема 6.

Некоторые болота, например 2-го типа, имеют такую несущую способность, что на них невозможна работа даже специальных экскаваторов, если не прибегать к устройству лежневых дорог или применению щитов. Поэтому создано несколько способов работы в таких условиях.

Вариант 1. Разработка траншей экскаваторами с использованием специальных щитов.

Экскаватор перемещается по створу траншеи на инвентарных щитах, собираемых на месте из местных материалов, бревен или металлических труб. Этот вариант предполагает большую потерю времени на перекладку щитов.

Вариант 2. Траншею разрабатывает экскаватор, установленный на салазки труб.

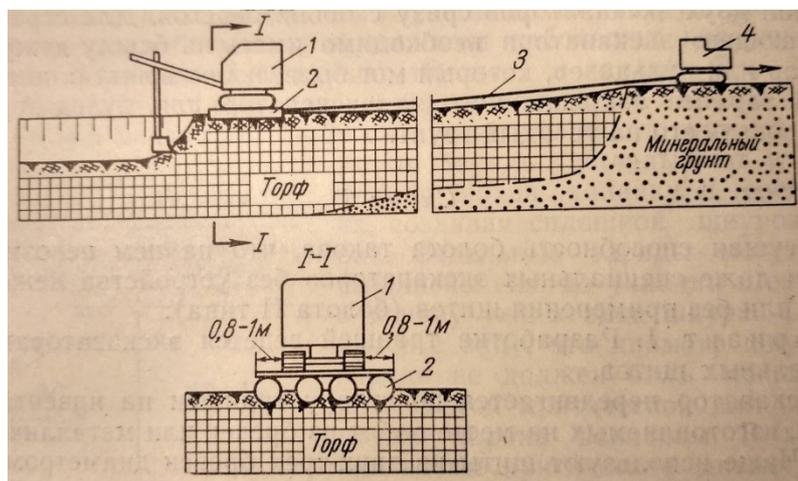
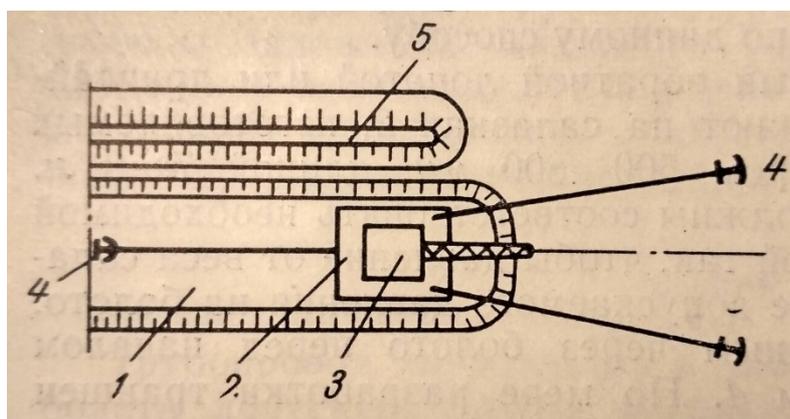


Рисунок 7 – Разработка траншеи экскаватором на салазках [2]

Экскаватор с салазками передвигают по створу траншеи одним или двумя тракторами с помощью тягового троса. Экскаватор 1, с драглайном или обратной лопатой, устанавливают и закрепляют на салазках 2. Салазки тросом 3, перед началом работ проложенным через болото, соединяют с трактором 4. Вместо трактора может быть использована тяговая лебедка ЛП-1. Одним из главных достоинств данного метода является отсутствие уменьшения производительности при работе на салазках.

Вариант 3. Разработка траншей экскаватором на понтоне.



1 – разрабатываемая траншея; 2 – понтон; 3 – экскаватор; 4 – якоря; 5 – отвал грунта

Рисунок 8 – Разработка траншеи экскаватором со свободно плавающим понтоном [2]

Выгодно использовать на болотах 2-го и 3-го типов. У края болота разрабатывают котлован, в который потом можно будет спустить понтон. На

понтон в последствии закрепляют экскаватор с драглайном. Понтон перемещается по траншее, а экскаватор вынимает грунт перед ним.

Вариант 4. Для длины болот в несколько километров. Может быть использован землесос. В таком случае последующие работы не будут отличаться от подводных. Минус состоит в том, что использование и доставка землесоса очень дорогие, что заставляет использовать его только в исключительных случаях. Поэтому требуется тщательное экономическое исследование данного вида работ.

1.2.1.2 Укладка трубопроводов в траншею

Существует два основных способа для данного вида работ: раздельный и совмещенный. Раздельный способ предполагает немедленное укладывание трубопровода в открытую траншею после ее устройства, для избегания заплывания траншеи и откосов. Совмещенный способ означает возможность продвижения изоляционно-укладочной колонны по поверхности болота.

1.2.1.2.1 Раздельный способ.

В этом способе применяют две технологические схемы: протаскивание трубопровода по дну траншеи с берега, причем балластированного заранее и сплав непригруженного трубопровода по поверхности воды в траншее с последующей пригрузкой.

Схема 1. Протаскивание заранее балластированного трубопровода с берега по дну траншеи.

Эту технологическую схему широко применяют при строительстве переходов на водных объектах и используют на строительстве переходов через болота, если укладка производится под воду. Ряд важных факторов при использовании данной технологической схемы: на болотах 2-го и 3-го типов балластировку трубопровода намного удобнее проводить на берегу; трубопроводы с длиной более 400 м. и диаметром более 500 мм. желательно не использовать, в связи с тяжестью работы машин с трубопроводами таких габаритов; использовать нужно чугунные, железобетонные и двухполовинные кольцевые грузы. Достоинствами данной схемы является протаскивание трубопровода сразу в проектное положение и возможность навески грузов не на поверхности болота.

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
						23
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Схема 2. Сплав непригруженного трубопровода по поверхности воды в траншее с последующей пригрузкой.

Трубопровод сначала сплавляют по поверхности воды в траншее, а потом проводят пригрузку/заполняют водой (для нефте- и продуктопроводов) или балластируют утяжеляющими грузами (газопроводы). Эта схема наиболее удобна для укладки нефте-продуктопроводов, не требующих дополнительной балластировки. Трубопровод на плаву протаскивают через все болото, обследуют, и затопляют, при помощи заполнения водой. Наиболее важным во всей схеме является процесс спуска трубопровода с берега в траншею, рассмотрим два варианта спуска.

Вариант 1. Производят укладку трубопровода длиной 400 – 600 м.

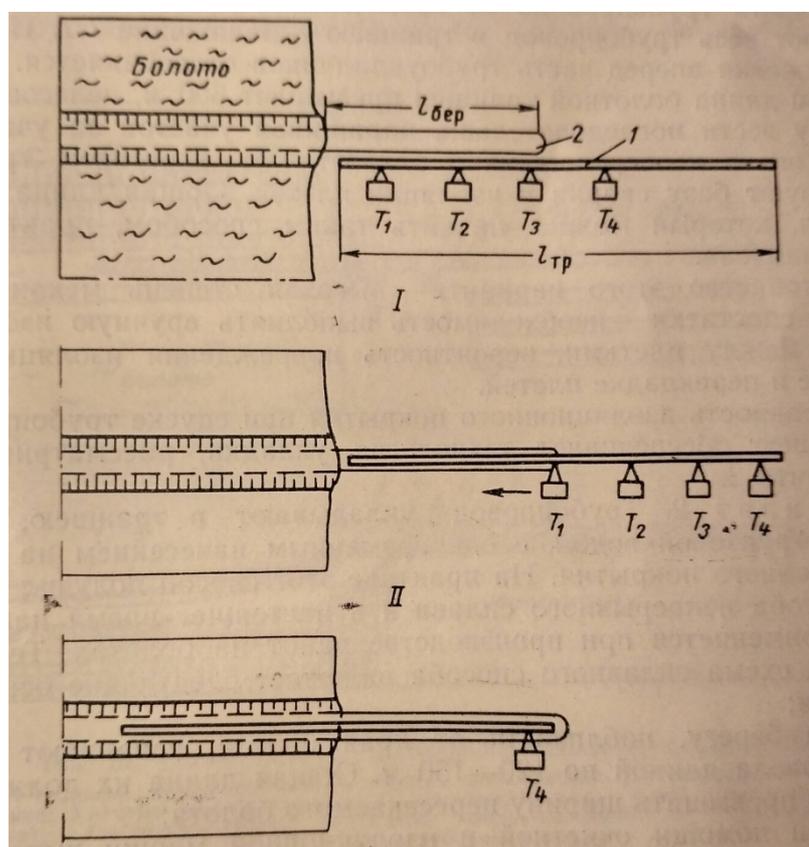


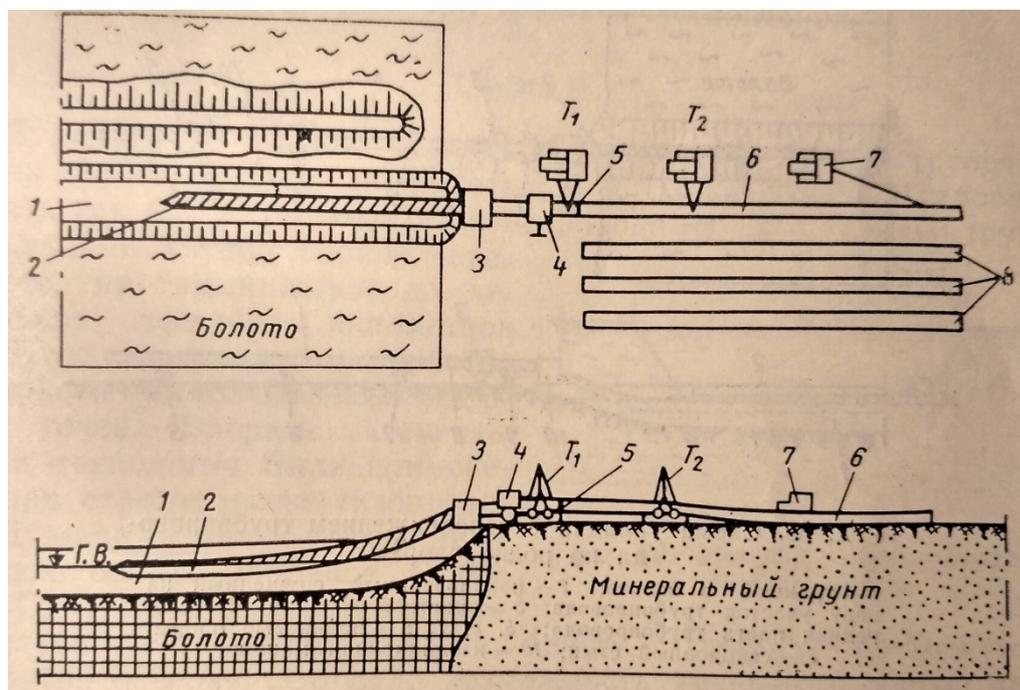
Рисунок 9 - Схема укладки трубопровода сплавом для варианта 1 [2]

На одном из берегов, где находится грунт большой несущей способности, разрабатывают береговую траншею 2, длина ($l_{\text{бер}}$) которой составляет половину длины трубопровода ($l_{\text{тр}}$). Траншею 2 заполняют водой из болотной траншеи. Трубопровод 1 полностью подготавливают к сплаву, т. е. сваривают и изолируют. По завершении укладывают в положение I. Затем

									Литературный обзор	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						24

трубоукладчики Т опускают часть трубопровода в траншею 2, а другую часть перекадывают в положение II. Затем трубоукладчики, поднимая оставшуюся часть трубопровода, постепенно перемещают трубопровод полностью в траншею – положение III. Достоинство - высокая степень механизации работ. Недостатки – выполнение изоляции стыков между плетью вручную, возможность повреждения изоляции на этапе перемещения берег-траншея уже собранного трубопровода.

Вариант 2. Трубопровод укладывают в траншею, заполненную грунтовой водой, и одновременно с этим на трубы наносят изоляционное покрытие. Наиболее часто данный метод называют «непрерывный сплав» и в настоящее время именно он чаще остальных применяется при производстве работ данного типа на болотах.



1 – траншея; 2 – изолированный участок трубопровода; 3 – изоляционная машина; 4 – очистная машина; 5 – место соединения плетей; 6 – пристыковываемая плеть; 7 – трактор-тягач; 8 – плети, приготовленные к пристыковке; Т - трубоукладчики

Рисунок 10 - Схема укладки трубопровода сплавом для варианта 2 [2]

Технологическая схема сплавного метода предполагает: каждая плеть должна быть длиной по 120 – 150 м. и иметь общую длину на 20 – 30 м. превышать длину болота; очистная и изоляционная машины выполняют изоляцию первой плети перед спуском ее в траншею болота; к первой плети приваривают вторую, очищают и изолируют вторую, одновременно

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Литературный обзор				

проталкивая первую дальше по траншее, повторяя так до полной сборки трубопровода.

1.2.1.2 Совмещенный способ

Данный способ предполагает одновременное выполнение работ по устройству траншеи, изоляции трубопровода и его опускания. При этом необходимо обеспечить проход экскаватора и изоляционно-укладочной колонны по поверхности болота. В связи с последним, наиболее часто совмещенный способ используется в зимнее время при промерзании болота на глубину 40 – 50 см.

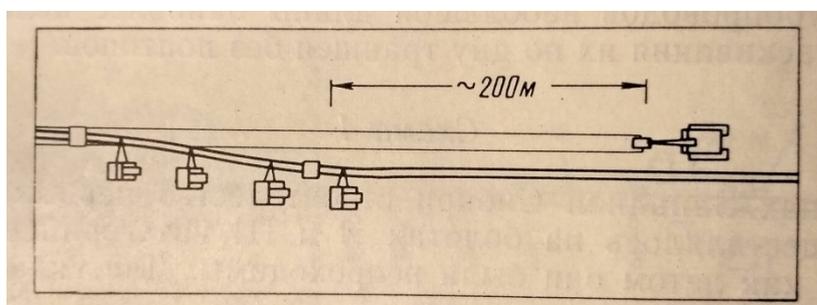


Рисунок 11 – Совмещенный способ укладки трубопровода на болоте [2]

Эта схема очень похожа на изоляционно-укладочные работы в нормальных условиях, но расстояние между экскаватором и изоляционно-укладочной колонной не должно превышать 200 – 250 м. для избегания заплывания траншеи болотистым грунтом. [2]

1.2.1.3 Балластировка и закрепление трубопроводов

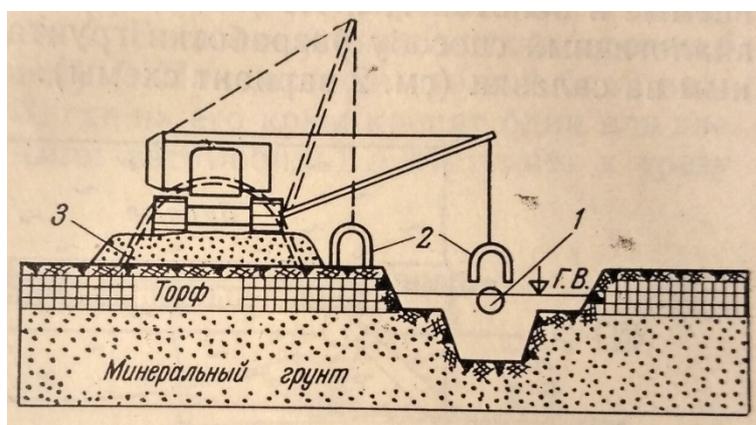
1.2.1.3.1 Балластировка путем утяжеления

Для погружения нефтепровода на дно обводненной траншеи в данной работе для территорий Васюганских болот используется навешивание на трубопровод железобетонных грузов селовидной формы, которые одновременно являются балластом, удерживающим нефтепровод от всплытия в эксплуатационный период. Однако не стоит забывать о существовании способа закрепления трубопроводов анкерами, который также

будет изучен, но не в рамках рассмотрения участка нефтепровода на территории Васюганских болот.

Схема 1.

Разработка траншеи производится в болоте, толщина слоя торфа в котором не превышает 70...80 см. Отвал грунта состоит из торфа и минерального грунта, разравнивается бульдозером. Грузы размещают на бровке траншеи, располагая их на проектном расстоянии друг от друга. Потом навешивают их трубоукладчиком или экскаватором, переоборудованным специально для этой работы.



1 — трубопровод; 2 — балласт; 3 — спланированный отвал грунта (пунктиром отмечен отвал грунта до планировки)

Рисунок 12 - Навеска грузов трубоукладчиком [2]

Схема 2.

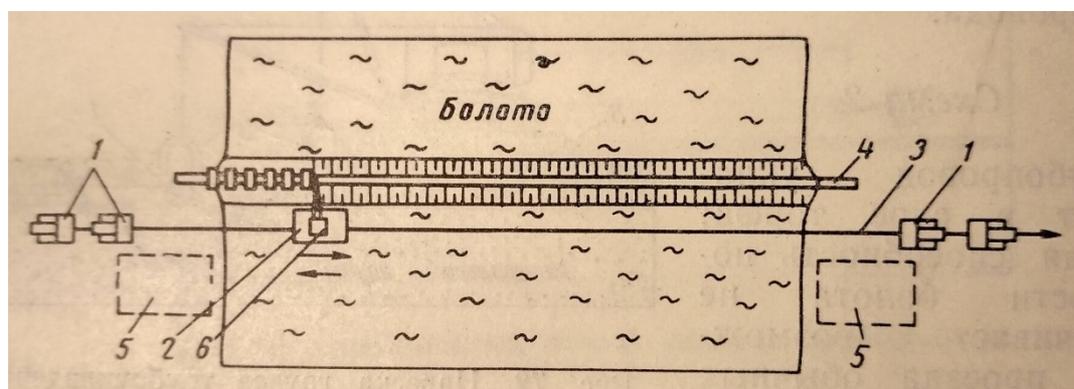
Данная технологическая схема предполагает, что при местной несущей способности поверхности болота невозможно проехать обычным машинам.

Вариант 1. Для доставки грузов вдоль траншеи используются болотные тракторы. Если есть возможность, то для увеличения несущей способности болота используют подсохший отвал торфяного грунта. Болотным трактором, бульдозером или другой болотной техникой грузы развозят по спланированному вдоль траншеи пути. Разгрузку и навеску грузов на трубопровод выполняет переоборудованный трубоукладчик или болотный экскаватор. Главный недостаток использования трубоукладчиков для навески грузов — поворот стрелы возможен только при маневрировании гусеницами, а это ведет к снижению несущей способности покрова болота.

Вариант 2. Если вблизи болота I-го типа находится карьер песчаного грунта, то можно отсыпать вдоль траншеи дорогу, которая будет использоваться в дальнейшем как эксплуатационная. Дорога должна иметь ширину 4 - 5 м, а толщину до 1 м.

Вариант 3. Используют уже готовую лежневую дорогу, с нее развозят грузы и навешивают их на трубопровод. При балластировке с лежневой дороги можно использовать обычные машины. Нужно понимать, что не выгодно строить лежневую дорогу только для навески грузов. Лежневую дорогу нужно устраивать до разработки траншей с расчетом на полное время использования строительства перехода.

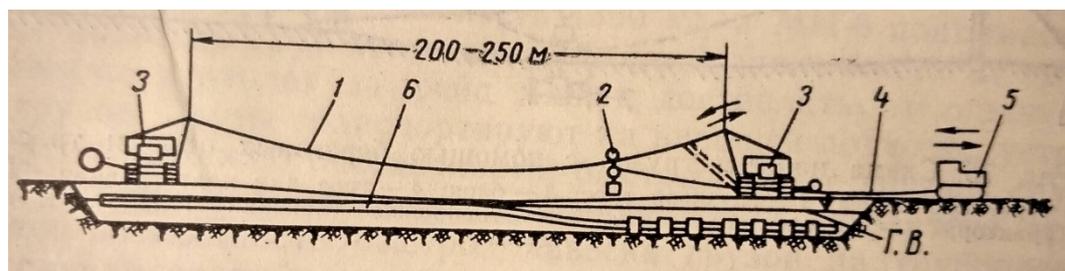
Вариант 4. На болотах II-го и III-го типов, разработка грунта производится экскаватором, поставленным на салазки. На тех же салазках устраивают площадку и на нее автокран, который предполагает подъем только одного утяжеляющего груза. Салазки протаскивают вдоль траншеи тракторами или лебедками с помощью троса. Работа здесь проводится челночным способом (рис. 13).



1 —тракторы или лебедки; 2 —салазки; 3 —тяговый трос; 4 —трубопровод; 5 — склад грузов; 6 — кран, установленный на салазках

Рисунок 13 - Схема навески грузов с использованием салазок [2]

Вариант 5. Навеску грузов осуществляют с троса, который подвешивают на береговые опоры над болотом и плавающим трубопроводом. Если длина перехода 200 - 250 м., то в место береговых опор используются трубоукладчики, а при большей длине - высокие опоры.

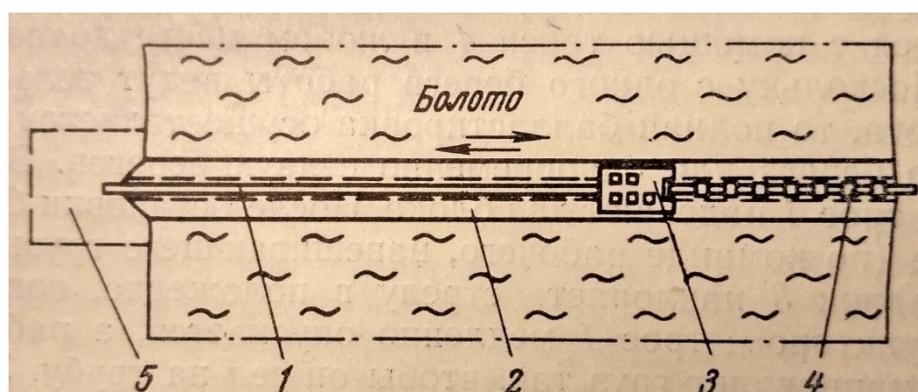


1 — трос грузовой; 2 — блок с крюком для подвески грузов; 3 — трубоукладчики; 4 — трос для подтягивания блока; 5 — трактор или автомобиль; 6 — трубопровод

Рисунок 14 - Схема навески грузов с помощью троса и трубоукладчиков, используемых в качестве береговых опор [2]

Работы ведутся до середины болота с каждого берега. Данная технология позволяет с трубоукладчиками и тракторами обычного типа, произвести навеску на любых болотах с минимальными затратами. Наиболее эффективна для топких и увлажненных болот II-го и III-го типов.

Вариант б. В сильно увлажненных болотах II-го и III-го типов возможна работа с применением понтона. На нем устанавливается грузоподъемное оборудование для перемещения грузов по поверхности понтона. Понтоны обычно изготавливаются из труб большого достаточно диаметра, например 1020 или 1200 мм.



1 — непригруженный участок трубопровода; 2 — траншея; 3 — понтон; 4 — груз; 5 - склад

Рисунок 15 - Схема навески грузов с понтона [2]

Важным условием для продвижения понтона является ширина траншеи - 6 м. и более. Однако, если траншея разрабатывалась экскаватором с использованием понтона, применение того же понтона для навески грузов будет выгодно.

Схема 3.

Для доставки к месту проведения работ грузов или труб в условиях болотистой местности изредка применяются вертолеты. Грузы транспортируются на внешней подвеске, которая должна обеспечивать: сброс транспортируемого груза в случае крайней необходимости; способность изменения длины грузового троса в полете; возможность навески грузов на трубопровод. Наиболее просто транспортировать один груз, тогда его крепят к грузовому тросу. При транспорте двух грузов их подвешивают на балке, прикрепленной тросами к основному грузовому тросу. Расстояние между грузами должно быть равным предполагаемому проектному расстоянию на трубопроводе, что обеспечит установку грузов сразу в проектное положение.

[3]

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

1.2.1.3.2 Балластировка путем закрепления

Закрепление трубопровода анкерами может быть выполнено тремя основными способами – завинчиванием анкеров, забивкой и выстреливанием их из гарпунных пушек. Завинчивание анкеров производится после укладки трубопровода на дно траншеи. Забивные анкера с раскрывающимися лопастями имеют вид трубы диаметром 8 – 15 см и длиной 5 – 7 м с прикреплёнными на нижнем конце шарнирными лопастями (рис. 17). Анкеры размещаются по одной линии или крестообразно. Трубопровод соединяется с анкерами специальным силовым поясом, который представляет собой металлическую ленту шириной от 20 до 70 см. Под лентой подкладывают мягкий материал для наиболее равномерного распределения давления на изоляционное покрытие. Несущая способность одного анкера складывается из сопротивления лопастей на выдёргивание из грунта, сил, сцепляющих грунт с поверхностью лопастей и стержнем анкера, а также из сил, определяющихся присосом. Расстояния между анкерами вдоль трубопровода определяются расчётами. Выстреливаемые анкера имеют вид патрубка длиной 1 – 1,5 м и диаметром до 7 см с прикреплёнными к их концам гибкими металлическими прутками (рис. 18). Оголовки патрубков имеют острия и лепестки (лопасти), которые раскрываются во время вытягивания патрубков. При выстреливании патрубков-снаряд желательно погрузить в грунт на глубину 3 – 5 м. Простота конструкции и их установки обеспечивают надёжное закрепление трубопровода, однако иногда возможно повреждение изоляции, которое происходит при закреплении на трубопроводе. Для минимизации отрицательного влияния устанавливаемых анкеров на изоляцию, заранее производят футеровку трубопровода [27].

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

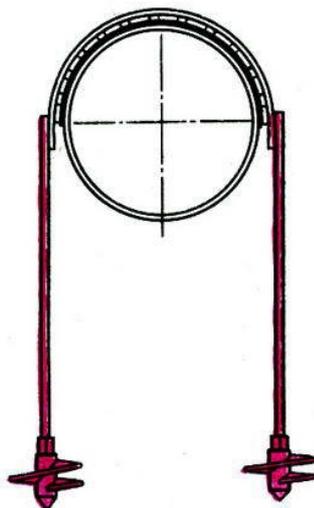


Рисунок 16 - Винтовое анкерное устройство [25]

Винтовые анкеры (рис. 16) предназначены для закрепления от всплытия трубопроводов диаметром от 273 до 1420 мм, строительство которых проводится в условиях обводнённой и болотистой местности. Винтовое анкерное устройство состоит из двух анкеров, двух анкерных тяг, силового пояса, футеровочного мата и прокладок. Анкерные тяги являются передатчиками усилий от трубопровода на анкер. Длина их зависит от заглубления анкера. Силовой пояс с анкерной тягой соединяются с помощью сварки, хотя в редких случаях возможно резьбовые соединения, клиновые и другие, если таковые смогут обеспечить предварительное натяжение анкера. Для силового пояса применяют полосу из низколегированной, углеродистой или любой другой стали, которая сможет обеспечить надёжную работу конструкции.

Закрепление винтовыми анкерными устройствами наиболее выгодно применять при строительстве трубопроводов через обводненные и заболоченные территории, глубокие болота, заливаемые поймы рек и на переходах через небольшие водные преграды. Анкерные устройства имеют низкую собственную массу, их можно в скором времени доставить на достаточно удаленные участки переходов, использование анкерных устройств позволяет значительно уменьшить затраты на балластировку трубопроводов [24].

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

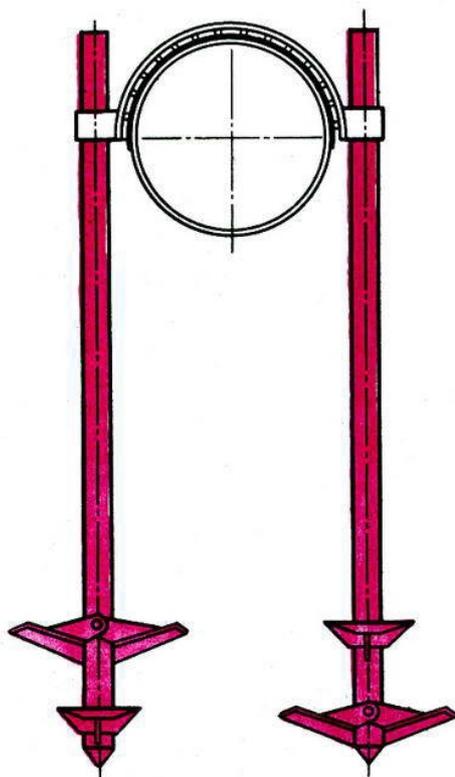


Рисунок 17 - Анкерное устройство раскрывающегося типа [27]

Раскрывающееся анкерное устройство является конструкцией из двух анкеров. Они оснащены двумя тягами с раскрывающимися, соответственно, двумя лопастями на каждой и конусами для закрепления их в грунте, а также силового соединительного пояса. Если существует необходимость увеличить несущую способность анкера, то на каждой тяге устанавливаются по две пары дополнительных раскрывающихся лопастей.

Установка анкеров данного типа в грунт производится при помощи забивной трубы. Анкер при этом помещается в трубу, которая вместе с анкером забивается в грунт на предполагаемую глубину. После этого труба извлекается на поверхность, анкер же остается на рассчитанной глубине, поскольку его лепестки, раскрываясь, упираются в стенки скважины, образованные трубой. Полностью лепестки раскрываются при извлечении анкера из грунта под высоту 30-35 см. Верхние лепестки анкера, будучи раскрытыми, должны располагаться в минеральном грунте на расчетной глубине. Полное раскрытие лепестков анкера регистрируется по показаниям динамометра. Анкерные устройства данного типа (рис. 17) характеризуются низкими габаритами, низкой металлоемкостью и высокой надежностью раскрытия лопастей.

Такие анкерные устройства лучше устанавливать в глинистых и суглинистых грунтах. Случаи их применения должны описываться не только актом и протоколом приемочных испытаний, но и нормативными документами на их применение.

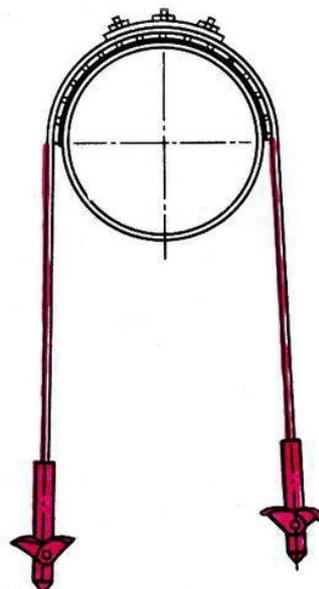


Рисунок 18 - Выстреливаемое анкерное устройство [27]

Вариант закрепления трубопровода выстреливаемыми анкерами предложен для использования его в минеральных грунтах. Суть его основана на том, что анкеры, к которым заранее прикреплены тяги, выстреливаются в грунт гарпунно-китобойной пушкой с трактора или иной техники и состоит из нескольких основных частей: ствола, люльки, тормозов отката-накатника, поворотной рукоятки, вилки и тумбы (Рисунок 18). Ствол находится непосредственно в люльке и может передвигаться в ней вдоль своей оси.

Выстреливаемые анкеры имеют вид патрубков длиной 1-1,5 м. и диаметром до 7 см., к концам которых прикреплены гибкие металлические прутки. Оголовки патрубков оснащены остриями и лепестками (лопастями), которые полностью раскрываются при вытягивании патрубков на 15-20 см в вертикали. Тяги анкеров после подтягивания приваривают к силовому поясу, под который заранее укладывают защитную прокладку из бризола и футеровочный мат.

Гарпунная пушка устанавливается на лафете, установленном на тракторе или другой технике. Рукоять поворотной вилки производят наводку пушки. Пороховой заряд, энергией которого осуществляется выталкивание анкера, размещают в латунной гильзе. Снаряжение гильзы

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
						34
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

проводится определенным образом: в латунную гильзу оснащают пороховым зарядом петардой в сторону отверстия под капсюльную втулку; сверху поочередно устанавливают резиновый диск-обтюратор, древесноволокнистые пыжи, резиновый диск-амортизатор и завершают установкой капсюльной втулки.

Гильзу размещают в стволе пушки с казенной частью. Канал ствола со вставленной гильзой запирают клиновым затвором. Анкер размещают в стволе со стороны дульной части до упора в диск-амортизатор. Цилиндрический шток анкера оказывается в стволе, а головка с лопастями с наружной стороны ствола. Чтобы анкер не выскальзывал из пушки до момента выстрела, производят его закрепление вязальной проволокой при помощи захвата, или способа кольцевого захвата (для вида анкеров со срезаемыми штифтами). В момент выстрела ударник разбивает капсюльную втулку, которую ввинчивали в гильзу. Воспламенившись, втулка поджигает пороховой заряд; при сгорании которого образуются газы, которые в свою очередь под давлением выталкивают анкер. Анкер заглубляется в грунт, а ствол отталкивается назад, скользя в люльке. Под действием сжатых пружин, в последствии, возвращаясь в исходное положение. После выстрела патрбук-снаряд заглубляется в грунт примерно на 3-5 м. В заключении, при помощи гибких прутков трубопровод закрепляют в необходимое положение.

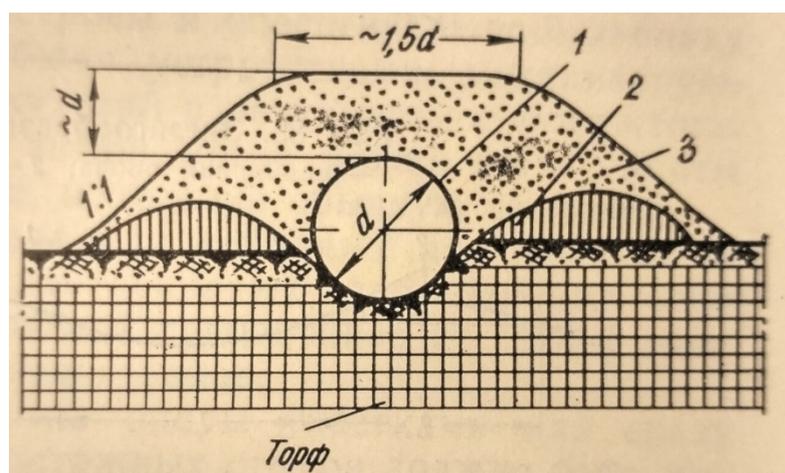
Минусом этой технологии является то, что для выстреливания анкеров базовая машина должна находиться перпендикулярно к оси траншеи, а это связано с обязательным наличием челночных подъездов и большими затратами времени [27].

1.2.2 Наземная прокладка

При наземной прокладке предполагается укладка трубопровода в насыпи, полунасыпи или на поверхности болота без засыпки его грунтом. Насыпи можно устраивать из разложившегося торфа с минеральной обсыпкой и без нее. Стоит заметить, что продолжительная сохранность насыпи и расчетного положения трубопровода в насыпи может быть обеспечена только при выполнении ряд условий как по технологии строительства, так и по конструктивному решению.

Так, на болотах 3-го типа строительство наземных трубопроводов в насыпях без усиления несущей способности болота не рационально, т.к. слабая несущая способность предполагает возникновение больших осадок насыпи. Если поверхность болота выпуклая, то осадки создают в трубопроводе сжимающие усилия, которые не разрушают конструкцию трубопровода, но уменьшают его устойчивость и разрушают насыпь. Если поверхность болота вогнутая, то осадки вызывают растягивающие усилия, что может привести к разрушению самого трубопровода.

Насыпи из торфа, как наиболее легкие, устраивают на болотах 1-го и 2-го типов при мощных торфяных залежах, песчаные на болотах 1-го типа при мощности торфа 3 – 4 м. и 2-го типа при толщине торфа 1 – 1,5 м.



1 – трубопровод; 2 – грунт из канавы; 3 – насыпь из торфа или минерального грунта

Рисунок 19 - Полуподземная укладка трубопровода на болотах 1-го типа [2]

Работы по сооружению наземных трубопроводов включают следующие технологические операции:

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

1) Устраивают хворостяную подготовку по всей трассе перехода. Верхний слой болот хорошо распространяет нагрузку на внутренние слои. Хворостяная подготовка имеет толщину 15 – 25 см. и насыпь торфа сверху на 10 см. Может быть полностью заменена слоем торфа в 20 – 30 см.

2) Одновременно с подготовкой основания под трубопровод ведется строительство дороги лежневого типа.

3) Вдоль лежневой дороги сваривают трубопровод из секций, покрывают усиленным слоем изоляции и укладывают в проектное положение.

4) После укладки трубопровод обсыпают грунтом, чаще всего из канав-резервов. Можно использовать торф как разложившийся, так и неразложившийся. Но неразложившийся грунт требует обсыпку минеральным грунтом толщиной в 15 – 20 см.

На болотах 1-го типа работы можно вести в любое время года, а на болотах 2-го типа лучше в зимнее время года. [2]

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

1.2.3 Машины для работы на заболоченных и обводненных участках трассы

1.2.3.1 Экскаваторы с сильно развитой опорной поверхностью

Разработка траншей на болотных угодьях часто осуществляется с использованием одноковшовых экскаваторов, под гусеницами которых укладываются щиты из бревен, которые постоянно перемещают во время работы над траншеями. Таким образом, щиты являются дополнением к ходовой части землеройной техники, увеличивая площадь их опорной поверхности и тем самым уменьшая удельное давление на землю. Однако использование щитов значительно усложняет производительность обычных экскаваторов.

Для повышения маневренности, а, следовательно, и производительности землеройных машин, работающих на грунтах с малой несущей способностью, необходимо заметно увеличить поверхность собственной ходовой части, отказываясь использовать дополнительные громоздкие устройства, подобные щитам. Выполняя эту задачу, следует заметить – рабочая машина передвигается не только по болотистой, но и по пересеченной местности, иначе говоря передвижение будет проходить по твердому и мягкому поверхностному слою.

В связи с этой проблемой были разработаны специальные машины, болотные экскаваторы - стандартные гидравлические плавучие экскаваторы, которые имеют съемные понтоны, стабильные и широкие гусеницы, которые имеют огромную площадь контакта с поверхностью. Такие экскаваторы создают низкое давление на землю, а это означает, что оно практически не наносит никакого ущерба почве, растительности и сохраняет устойчивое положение на поверхности болот.

В дополнение к болотной местности, болотные экскаваторы с легкостью перемещаются вдоль дна мелкого пруда, глинистых почв, рыхлого снега и песков.

Во время выполнения любых работ на болотах, озерах и реках широкие гусеницы действуют как лопасти, которые помогают болотному экскаватору двигаться в правильном направлении.

Экскаватор-болотник имеет поворотный ковш, имеющий удлиненную стрелу, а также дополнительные двигатели, предназначенные для работы в воде. Благодаря таким свойствам он может проводить работы на глубине до 9

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

В зависимости от несущей способности почвы и объема работ разрабатываются траншеи:

- Тип болота I вне зависимости от времени года и тип II зимой с экскаваторами ЭО-4121, ЭО-4123 с экскаватором на уширенных гусеницах или на обычных гусеницах с использованием щитов;

- в болотах типов II и III (исключая сплавинные) в летом траншеи разрабатываются специальными болотными экскаваторами (Э-652БС, ЭО-4221, МПТ-72, ТТМ-6901Э, ЕТ-16 и т. д.) или устанавливают обычные экскаваторы на понтоны.

Для работы с широкими траншеями с откосами (в сильно обводненных, рыхлых, нестабильных почвах) можно использовать одноковшовые экскаваторы, оснащенные драглайном.

1.2.3.2 Бульдозеры с сильно развитой опорной поверхностью

Различные модификации бульдозеров имеют определенные конструктивные особенности. Особая категория спецтехники – болотный бульдозер, обладающий повышенной устойчивостью на сыпучем или влажном заболоченном грунте. Как и у экскаваторов, эта устойчивость достигается за счет увеличения площади опоры гусениц, а также максимального снижения веса машины.

В отличие от стандартного гусеничного трактора, ширина гусениц которого составляет от 390 до 840 мм., бульдозер-болотоход опирается на гусеницы шириной более 920 мм. Соответственно, и ширина колеи у него несколько больше. Такое распределение давления позволяет ему успешно работать в сложных условиях: на заболоченных и солончаковых почвах, в условиях подтаивания вечной мерзлоты, на торфяниках и заиленном дне водоемов, по глубокому снегу, когда проезд другого транспорта затруднен или невозможен.

Как правило, такую технику используют для следующих видов работ:

- расчистка и благоустройство водоемов,
- строительство дамб и береговых укреплений,
- работы по очистке дна от илистых наслоений и его углублению,

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
						40
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- строительство пирсов, причалов и других прибрежных сооружений,
- работы по строительству и ремонту трубопроводов,
- ликвидация последствий затоплений,
- работы по перемещению грунта в местности с преобладанием сыпучих или вязких грунтов.

На данный момент существует множество как отечественных, так и зарубежных моделей этой техники. Среди бульдозеров российских производителей популярностью пользуются такие модели:

- ТМ-10.10Б производства ДСТ-УРАЛ (ширина гусениц – 900 мм., число опорных катков – 6, удельное давление на грунт - 0,039 мПа),
- ДТ-75 (в модификациях БНДТ, БПДТ и БУДТ) от ОАО «ВгТЗ»,
- Четра Т-9М, выпускаемая на ОАО «Промтрактор».



Рисунок 21 – бульдозер болотной модификации ТМ10.10Б ГСТ12

1.2.3.3 Канатно-скреперные установки

В болотистых районах короткой длины со слабой несущей способностью разработка траншей может быть выполнена с помощью канатно-скреперных установок.

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

Ковши, которые поставляются с завода, имеют волокушный тип. Они отличаются от других типов ковшей тем, что у них нет дна. Это необходимо для разгрузки ковша в начале холостого хода, не поднимая его и опрокидывая. Нижняя режущая кромка ковша оснащена зубьями, которые предназначены для разрушения почвы. В задней части ковша находится сверху стойка с роликами, между которыми натянут холостой. Ролики защищают веревку от трения о ковш, тем самым уменьшая его износ и уменьшая получающееся дополнительное сопротивление при перемещении ковша. В нижней части задней части ковша иногда находится откидной зуб, который служит для ослабления почвы во время холостого хода.

Во время рабочего хода ковш врезается в землю зубьями, разрушает его, движется вперед, заполняется разрушенным грунтом и транспортирует его к трактору (например, отвалу бульдозера). На некотором расстоянии от трактора ковш останавливается и начинает двигаться назад - на холостом ходу. В то же время он опорожняется почвой, которая остается перед трактором. В процессе работы происходит постепенное накопление грунта и он периодически смещается в сторону бульдозера.

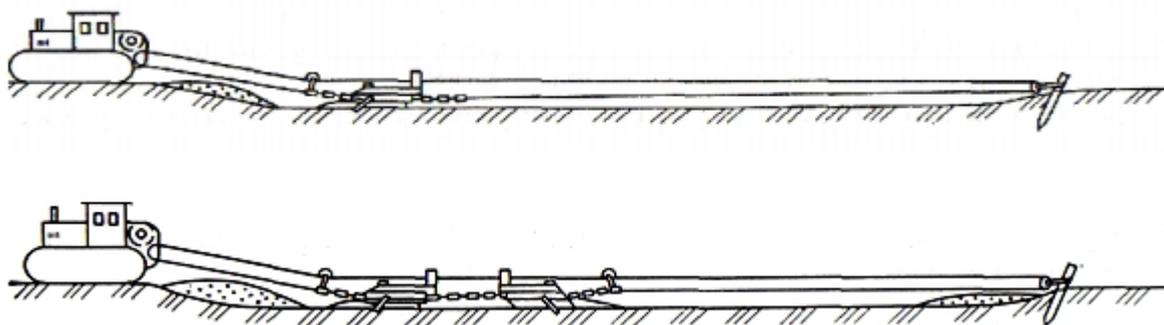


Рисунок 22 - Схема работы КСУ с одним ковшом (сверху) и с двумя ковшами (снизу) [5]

В результате таких движений ковша по траектории его движения постепенно образуется траншея. Для того, чтобы канатно-скреперные установки использовали холостой ход ковша в качестве рабочего, иногда используются два ковша, скрепленные вместе с их задней частью. В таком случае обе ведра работают поочередно: когда один из них имеет рабочий ход, другой – в холостом ходу, и наоборот (рис. 22).

Канатно-скреперные установки просты, дешевы, удобны в транспортировке, но имеют низкую производительность и не способны развивать плотные и замороженные почвы. Ввиду этого они получили ограниченное применение. Канатно-скреперное оборудование для

					Литературный обзор	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

двухбарабанных лебедок ЛС302 и ЛС1001 предназначено для разработки траншеи при строительстве магистральных трубопроводов в грунтах категорий I-VI.

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

1.2.4 Выбор способа прокладки трубопровода

Рассмотрев два способа прокладки трубопроводов в болотистой местности, составим сравнительную таблицу способов прокладки.

Таблица 1

Сравнение методов прокладки

	Подземная прокладка нефтепровода	Наземная прокладка нефтепровода
Плюсы	<ol style="list-style-type: none"> 1) Трубопровод не подвержен влиянию внешних факторов окружающей среды 2) Надежное закрепление трубопровода на плановых отметках 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Экономичность 2) Простота и высокая скорость строительства
Недостатки	<ol style="list-style-type: none"> 1) Высокая сложность строительства 2) Повышенное коррозионное воздействие 3) Воздействие механических процессов, происходящих в торфяной залежи 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Водная эрозия насыпи и, как следствие, повышенное воздействие атмосферной коррозии 2) Препятствует перемещению воды в болотном массиве 3) Тепловое воздействие воздуха и солнечных лучей 4) Подверженность перемещению в вертикальной и горизонтальной плоскостях

Такой недостаток наземного метода, как «препятствует перемещению воды в болотном массиве», не допускает строительства трубопровода на особо охраняемой территории Васюганских болот. Поэтому мы выбираем *подземный* метод прокладки нефтепровода.

Наиболее выгодной технологией прокладки нефтепровода в условиях болот второго типа будет разработка траншеи экскаватором на салазках, укладка трубопровода «непрерывным» сплавом и навеска грузов с использованием салазков.

1.2.5 Прокладка трубопроводов с усилением несущей способности слабого грунта.

1.2.5.1 Замена слабого грунта песчаным

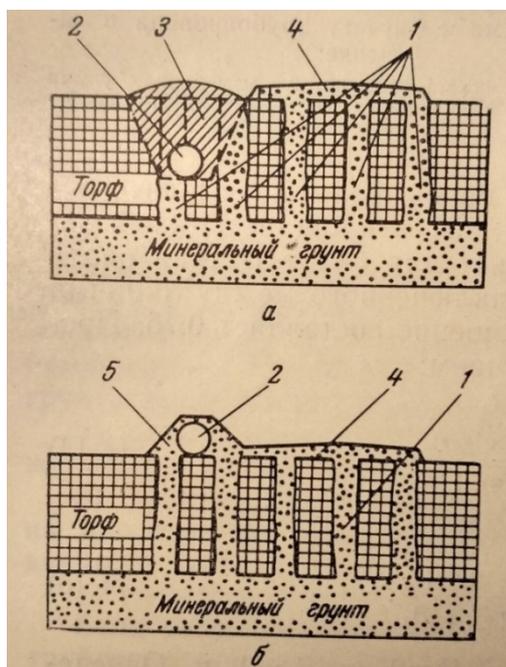
Такая замена целесообразна при толщине слоя торфа не более 2 м. Цель – улучшить статистические условия работы трубопровода за счет значительного уменьшения его осадок и увеличение несущей способности грунта. Технология замены грунта:

- 1) Разработка траншеи в слое торфа до обнажения минерального грунта.
- 2) Укладка трубопровода методом протаскивания или сплава на дно или установление на плаву, последующее затопление.
- 3) Засыпка траншеи минеральным грунтом

Засыпку производят с одного или сразу двух берегов, с последующим уплотнением путем обкатки тяжелым трактором.

1.2.5.2 Уплотнение торфа песчаными сваями

Использование этого метода позволяет увеличить несущую способность грунта на болотах 1-го и 2-го типов и уменьшить величину осадок трубопровода.



а – в траншее; б – в насыпи; 1 – песчаные сваи; 2 – трубопровод; 3 – засыпка; 4 – дорога; 5 - насыпь

Рисунок 23 - Укладка трубопроводов с усилением несущей способности грунта песчаными сваями [2]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Песчаные сваи погружают с помощью инвентарной сваи-оболочки, изготовляемой из стальной трубы. Сваю-оболочку погружают в грунт с помощью вибратора. При полном погружении в грунт в сваю-оболочку засыпают песок и, не выключая вибратор, вытаскивают из грунта. Такие операции проводятся по всей ширине уплотняемой трассы.

Применение песчаных свай позволяет проводить работы любого рода через 5 – 10 дней после их устройства. [2]

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

1.3 Особенности эксплуатации нефтепроводов в условиях болот

Особенности эксплуатации нефтепроводов в болотистой местности сводятся к тяжёлым условиям ремонта трубопроводов и деформациями элементов трубопровода (или опасностью их возникновения) в связи с нестабильной несущей способностью грунта.

1.3.1 Причины перемещения слоев грунта.

Деформации торфяных слоев не обусловлены не только нагрузкой от веса сооружения. Перемещения поверхности болот и нижележащих слоев торфяной залежи постоянно имеют место независимо от времени года как в зоне распространения талых грунтов, так и в пределах таликов и сезонно-талого слоя на многолетних торфяниках. Это явление справедливым как для болот с водным питанием преимущественно через атмосферные осадки, так и за счет грунтовых и паводковых вод. Исключение могут составить лишь болота, на которых УГВ постоянно совпадает с поверхностью торфа или превышает его. Деформации торфяной залежи вызваны в основном тремя причинами, связанными с изменением режима водного питания болота:

1. При переменной величине атмосферных осадков в летнее время. При изменении влажности слоя торфа от поверхности до УГВ происходит объемное набухание или усадка этого слоя, а при колебании УГВ изменяется нагрузка на слои залежи ниже УГВ от вышерасположенного слоя торфа за счет эффекта взвешивающего действия воды. В летний период из-за дождей УГВ наиболее нестабильный, что приводит к довольно значительным по величине и противоположным по направлению колебаниям поверхности торфяного основания даже в течение 1-2 суток.

2. Промерзание верхнего слоя залежи в зимний период. При переходе торфа из талого в мерзлое состояние происходят довольно сложные физические процессы, сопровождающиеся пучением верхнего промерзающего слоя и осадкой нижних талых слоев залежи. Величины пучения и осадки торфа зимой зависят от ряда факторов, и в первую очередь от температуры охлаждения, толщины снежного покрова, отметки УГВ, возможности миграции влаги в зону промерзания.

3. Значительное и резкое изменение водного баланса болота в весенний период. Переход мерзлого торфа в талое состояние, таяние снега и образование паводковых вод с развитием густой сети мелких потоков и ручейков поднимают УГВ на всех болотах до уровня их поверхности [5].

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

1.3.1.1 Вертикальные перемещения при подземной прокладке трубопровода

В реальных условиях трубопровод имеет неровности относительно оси. В связи с этим выделяют трубопроводы с выпуклостью в профиле вверх и вниз.

Положение трубопровода на переходе через болото с очертанием оси в профиле выпуклостью вниз, в сторону минерального дна болота является благоприятным в смысле развития напряженно-деформированного состояния трубы при начале перекачки продукта и последующей эксплуатации. При каждом удобном случае следует стремиться создать именно такое положение трубопровода на болоте поскольку при данном варианте несущая способность и сопротивление основания перемещению трубы вниз будут максимальными для грунта любого вида. Перемещение трубы в пределах болота вертикально вниз является наиболее предпочтительным в смысле формирования напряженного состояния трубопровода от эксплуатационных нагрузок и воздействий. При проектировании переходов через болота следует целенаправленно ориентировать продольную ось трубопровода выпуклостью в направлении дна болота дополнительной пригрузкой железобетонными утяжелителями или другими конструкциями.

Положение трубопровода на переходе через болото и обводненную местность с очертанием оси в профиле выпуклостью вверх, в сторону поверхности грунта, является неблагоприятным для формирования напряженно-деформированного состояния трубы при начале перекачки продукта и последующей эксплуатации. При данной прокладке несущая способность и сопротивление основания перемещению трубы вверх будут минимальными для обратной засыпки из грунта любого вида.

В общем случае сопротивление основания горизонтальному поперечному перемещению свободного и забалластированного трубопровода существенно больше аналогичного сопротивления обратной засыпки перемещению трубопровода вертикально вверх. И значительно меньше сопротивления перемещению вертикально вниз. Во всех случаях на переходах через болота подземные трубопроводы целесообразно проектировать с искривлением оси в вертикальной плоскости вниз, предусматривая для этого повышенную, сверх расчетной против всплытия, балластировку трубы утяжелителями. Дополнительный расход утяжелителей будет компенсирован повышением общей устойчивости трубопровода в продольном направлении. При отсутствии возможности проложить

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49

трубопровод на болоте выпуклостью вниз, предпочтении следует отдать не прямолинейной прокладке, а положению трубы с искривлением оси в горизонтальной плоскости, чтобы реализовать положительный эффект от более высокого сопротивления основания в данном направлении по отношению к направлению вертикально вверх. [13]

1.3.1.2 Вертикальные перемещения при наземной прокладке трубопровода

Для исследования данного явления на московском полигоне ВНИИСТ был проведен ряд экспериментов, в том числе с применением трубопровода и насыпи в условиях болота 2-го типа. Трубу диаметром $D = 820 \times 12$ длиной 11,6 м, которую уложили на поверхность болота зимой и засыпали с образованием насыпи требуемых размеров.

В первых числах марта на ледяную поверхность площадки положили трубу и смонтировали систему измерения ее вертикальных перемещений с точностью 1 мм. Зафиксировав начальный участок кривой осадки трубы только за счет таяния льда, с середины апреля начали возводить насыпь и закончили работы 30 апреля. После этого оттаивание торфяного основания под трубой происходило за счет инфильтрации тепла через насыпь и движения фронта растепления от краев насыпи к ее центру. Мерзлый слой оттаивал также и снизу со стороны талой части болота.

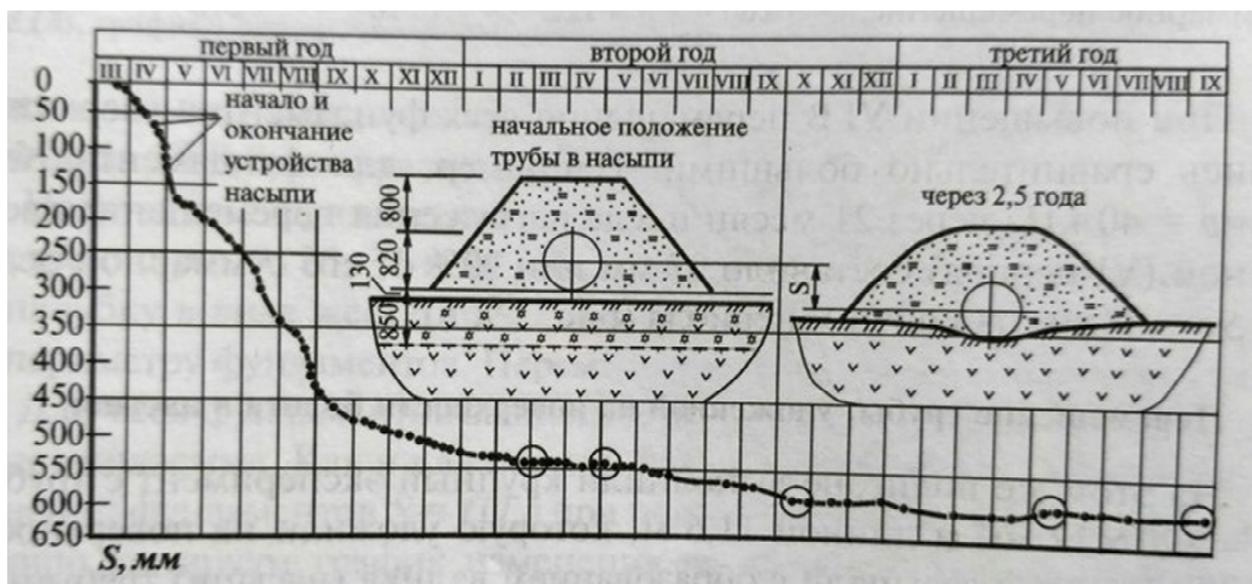


Рисунок 24 - Осадка трубы в насыпи на болоте 2-го типа [5]

Осадка трубы с насыпью особенно интенсивно происходила в первый весенне-летний период и к 1 октября составила 480 мм, или 77% от условно стабилизированной осадки на конец третьего года наблюдений. С 1 сентября по 31 декабря приращение осадки составило всего 45 мм, а за весь следующий год — 70 мм.

За три года наблюдений труба перемещалась вверх, вслед за поднятием УГВ, 5 раз на 3..,12 мм. Участки перемещений показаны на графике кружками. В данном случае констатируем: лишь сам факт, что трубопровод в минеральной обваловке также может перемещаться вверх при повышении УГВ на болоте. За 2,5 года обваловка трубы из песка не претерпела существенных изменений. Она несколько потеряла свою первоначальную трапецеидальную форму и уплотнилась над верхом трубы на 8..13 см (рис. 24). Ее не размывло дождями, при таянии снега весной, не разнесло ветром, на второй год она уже частично заросла травой. [5]

Подведем итоги по вертикальному перемещению трубопроводов в болотах:

1. Насыпи и отдельно стоящие сооружения на болотах с переменным режимом водного питания, постоянно в течение года перемещаются вниз-вверх вслед за изменением уровня грунтовых вод в торфяной залежи. Особенно интенсивные перемещения наблюдаются весной при сходе снега и замерзшего слоя торфа.

2. Величина колебаний вниз-вверх зависит главным образом от мощности торфа на болоте, диапазона изменения УГВ и величины активной нагрузки от насыпи или сооружения на торфяное основание.

3. При периодическом изменении УГВ перемещение насыпи или сооружения вниз при понижении УГВ происходит на большую величину, чем перемещение вверх при повышении УГВ до первоначальной отметки. Это обусловлено медленным доуплотнением торфа под периодической нагрузкой с одновременным уменьшением его коэффициента пористости. В результате при перемещении вниз-вверх с тенденцией затухания амплитуды перемещений происходит накопление дополнительной осадки насыпи или сооружения.

4. При проектировании сооружений на болотах необходимо принимать во внимание дополнительные перемещения за счет периодического изменения УГВ, которые могут заметно увеличить суммарную стабилизированную осадку от активной нагрузки на торфяное основание. [13]

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
						51
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1.3.1.3 Горизонтальное перемещение трубопроводов в болотах

Продольные перемещения трубопровода есть удлинение или укорочение трубы при изменении температуры ее стенки и давления продукта. Далее описаны особенности взаимодействия трубопровода, пригрузов и окружающего грунта в рамках процесса сжатия-растяжения:

1. Удлинение или укорочение забалластированного утяжелителями подземного трубопровода не сопровождается перемещением пригрузов вдоль трубы относительно их исходного местоположения. Труба удлиняется или укорачивается под утяжелителями, перемещаясь вместе с ними в поперечном направлении под поверхностью грунта. При удлинении или укорочении трубы изменяется расстояние между пригрузами, положение пригрузов на трубе остается неизменным.

2. Утяжелители прикладывают нагрузку на грунт своими торцевыми гранями в направлении поперечного смещения трубы, т.е. перпендикулярно ее продольной оси. В направлении вдоль оси трубы нормальная нагрузка на основание от утяжелителей не передается.

3. Развитие сопротивления среды и достижение его предельного значения при удлинении или укорочении подземного трубопровода происходит в виде реализации процесса трения скольжения вдоль контактной поверхности трубы с грунтом и внутренними гранями утяжелителей.

4. Прочностные характеристики собственно грунта при продольном удлинении или укорочении трубопровода не имеют прямого отношения физической сущности явления взаимодействия трубы с основанием.

5. При взаимодействии трубопровода с грунтом в продольном направлении нет необходимости выполнять расчет основания трубопровода по предельным состояниям, т.е. по несущей способности и деформациям.

6. Участки трубопроводов в слабых минеральных грунтах и на болотах должны быть проверены расчетом на наиболее неблагоприятные варианты возможного положение продольной оси трубы в пространстве и сочетания эксплуатационных нагрузок и воздействий с учетом балластировки трубопровода. [5]

1.3.2 Особенности ремонта участка магистрального нефтепровода в болотистой местности

Через болотистую местность проходит значительное количество нефтепроводов большого диаметра (1020, 1220 мм). Длина болотных участков, где проходят нефтепроводы, составляет от десятков метров - до десятков километров.

Большие трудности возникают во время ликвидации аварий на нефтепроводах на территории болот. Это обусловлено прежде всего сложными почвенно-геологическими условиями и слабой несущей способностью болотных почв. В настоящее время аварийно-восстановительные бригады могут в короткие сроки ликвидировать аварии на нефтепроводах в нормальных условиях. Специфика ремонта трубопроводов в болотах и увеличение времени проведения аварийно-восстановительных работ, связанных со следующими характеристиками: ухудшение несущей способности поверхности при повторном прохождении рабочих машин; увлажнение почв поверхностными и подземными водами; длительность подготовительного периода аварийного восстановления;

Большинство болотных угодий, на которых находятся трубопроводы, имеют мощность торфяного горизонта 0,5-3,5 м. В этих обстоятельствах проводить ремонтные работы с установлением ремонтных раскопок обычными методами весной и летом, а иногда и круглый год, невозможно. Большая часть водонасыщенности торфа и наличие поверхностной воды приводит к обрушению стенок ремонтных котлованов и заполнению его тяжело удаляемой болотной массой. Поэтому особенностью развития земляных площадок на заболоченных территориях и заболоченных почв является необходимость укрепления их стен. Укрепление стен ремонтной ямы и создание герметичности - это самая длительная и трудоемкая задача. Организация аварийного реагирования должна выполняться в соответствии с Планом ликвидации возможных аварий (ПЛА) для объектов МН, продолжительность ликвидации несчастных случаев на производстве не должна превышать 80 часов в нормальных условиях, с увеличением на 30-50% для болотистых территорий.

Существует несколько способов укрепления стен котлованов. Но наиболее перспективным является создание водонепроницаемой перемычки при помощи заморозки. Существует два основных способа заморозки: замораживание почвы рассолом и низкотемпературное замораживание с использованием жидкого азота.

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
						53
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

насосами на станции, поднимается вверх по кольцевому пространству между подающей трубой и морозильной колонной, промывая ее внутренние стенки. В этом случае происходит теплообмен: рассол отводит тепло от почвы, окружающей колонну, и снижает ее температуру, что постепенно приводит к замерзанию почвы. Затем из колонны через коллектор рассол поступает в коллектор и от него до станции замораживания, где он снова охлаждается.

Охлаждение рассола происходит следующим образом. Компрессор сжимает пары жидкого аммиака, всасываемого из испарителя, до давления 0,8-1,2 МПа, при этом происходит нагрев паров аммиака. Сжатые пары аммиака поступают в конденсатор, состоящий из труб, постоянно промытых холодной водой, где пары аммиака охлаждают до жидкости. Жидкий аммиак поступает в испаритель. Секции испарителя находятся в резервуаре, заполненном рассолом, водном растворе хлорида кальция, который замерзает при температуре 34 ° С. При выпаривании жидкий аммиак отбирает от обессоленного количества тепла, необходимого для испарения, тогда как рассол охлаждают до -20 ... -26 С. Затем, с помощью центробежного насоса, рассол, включенный, закачивается в распределитель, из которого он поступает в замораживающие колонны и, отдавая часть холода в почву, возвращается обратно через коллектор в испаритель для повторного охлаждения. Затем цикл повторяется.

Время, необходимое для образования мерзлого массива, зависит от гидрогеологических условий, количества замораживающих колонн, температуры циркулирующего рассола, расчетной толщины замороженного массива. Примерный график создания замороженного контура с расстоянием между ямами 1,25 м составляет от 40 до 60 дней с 24-часовой работой морозильной станции. Этот процесс называется активным замораживанием. Для того, чтобы массив был заморожен, станция замораживания работает в режиме, определенном в проекте (в одну или две смены) в течение всего времени прогонки в замороженной зоне, это период поддержания замораживания.

Производство горных и строительных работ в замороженной зоне имеет ряд особенностей. Работу следует проводить при тщательном контроле за состоянием защитного барьера для льда и режима работы морозильной камеры, чтобы поддерживать размеры защитного барьера для льда и его температуры.

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
						55
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

При открытых работах раскопки почвы из раскопок в период положительных температур воздуха должны проводиться с защитой стен защитного слоя от воздействия атмосферных осадков и солнечного света.

После завершения туннельных работ и строительства постоянной футеровки структуры начинают оттаивать замороженные почвы, которые могут возникать естественным путем или искусственно осуществляются путем впрыскивания нагретого рассола или воды в скважины.

Второй метод, а именно *низкотемпературное замораживание с использованием жидкого азота*, является наиболее используемым и перспективным. Он может использоваться в типах болот I и II вместо метода с использованием язычка и канавки. Жидкий азот используется при строительстве шахт, туннелей, метрополитенов для замораживания почвы и создания плотной водонепроницаемой мембраны.

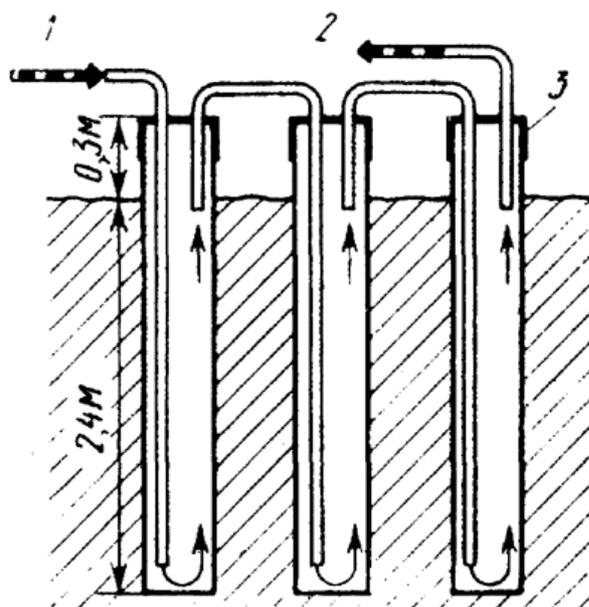
По сравнению с методом рассола при замораживании грунта аммониевыми или фреоновыми холодильными установками замораживание жидким азотом имеет следующие преимущества:

1. Для замораживания почв на объекте не применяется морозильная установка. Она заменяется баллонами или резервуарами с жидким азотом.
2. Замораживание почв осуществляется без использования насосов для рассола и без потери холода в них.
3. Время, затрачиваемое на подготовительные работы по замораживанию почв жидким азотом, значительно сокращается.
4. Низкая температура кипения (испарения) жидкого азота дает возможность в наиболее короткое время провести операцию по замораживанию почвы.

Технология работы: по периметру шахты до необходимой глубины бурят скважины. В буровых скважинах опускаются морозильные камеры - колонны с закрытым нижним концом. В колоннах, не достигающих их дна на 40-50 см, опять же опускают трубы меньшего диаметра с открытым нижним концом. Замороженные столбцы последовательно соединены в одну системой. Жидкий азот поступает во внутреннюю (подающую) трубу первой морозильной колонны. В кольцевом пространстве колонны жидкий азот испаряется и в газообразном состоянии поднимается к головке колонны, из которой затем поступает в подающую трубу соседней колонны через

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56

трубопровод и т. Д. Из последнего столбца системы он попадает в атмосферу.



1 – подводная трубка; 2 – трубка для отвода испарившегося азота; 3 – стальной оголовок замораживающей колонки

Рисунок 26 - Схема замораживания [25]

Примем размеры ремонтного котлована такими:

Диаметр трубопровода $D = 1020$ мм., его длина 8 м., ширина 4 м., глубина 3 м., диаметр скважин $d = 0,4$ м., расстояние между скважинами 1 м.

По длине выходит 6 скважин, по ширине 3 скважины.

Объем грунта V , который необходимо заморозить примерно равен 28 м³, а время, необходимое для заморозки такого грунта 35 часов.

Рассматриваемая замена технологии укрепления стен котлована экономически выгодна при условии, что водообеспечение на месте работ осуществляется качественно. Тогда вам не нужна дренажная система и дюбеля, этого достаточно, чтобы заморозить выемку жидким азотом, а гарантированное время защиты от воды, поступающей в котлован из грунтовых вод, составит 30-35 часов (время оттаивания азота без дополнительных вмешательств).

									Лист
									57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Метод укрепления грунта жидким азотом широко используется в строительстве, нефтегазовой промышленности и зарекомендовал себя как эффективный и простой в использовании. Применение этого метода для аварийной работы на трубопроводе является экспериментальным и ранее не применялось. Несмотря на довольно высокую стоимость жидкого азота, его применение дает дополнительные преимущества по сравнению с традиционными методами укрепления выемки: экологическая безопасность, отсутствие опасности разрушения земляных работ и т. д [25].

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

Заключение

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

- 1) Проведен анализ нормативно-технической документации и литературных источников по теме «Строительство и эксплуатация магистральных нефтепроводов в условиях болотистой местности».
- 2) Установлен оптимальный метод строительства нефтепровода на территории Васюганских болот – подземная прокладка.
- 3) Результаты расчета следующие: расстояние между комплектами грузов – 22,5 м; количество комплектов грузов УБО-УМ-820 для балластировки – 6 штук.

					<i>Заключение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80

Список литературы

- 1) СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы»;
- 2) Бородавкин П.П., Таран В. Д. Трубопроводы в сложных условиях. - Москва: Недра, 1968 - 299с.;
- 3) Слюсарев А.С. Технология строительства трубопроводов в сложных условиях: учебное пособие / Вахидов У. Ш., Худяков В. Н., Шапкин В. А., Янкович А. В. – Нижний Новгород: Издательство Нижегород. гос. техн. ун-т, 2015. – 140 с.;
- 4) ГОСТ 25100-95 «Грунты. Классификация»;
- 5) Димов Л. А., Богушевская Е. М. Магистральные трубопроводы в условиях болот и обводненной местности. – Москва: Горная книга, 2010. – 392с.;
- 6) Технические условия: ТУ 5853-003-89632342-2009. Руководство по эксплуатации УБО-УМ: нормативно-технический материал. – Москва, 2013. – 7с.;
- 7) РД-91.200.00-КТН-044-11 Регламент применения балластирующих устройств при проектировании и строительстве магистральных трубопроводов. – М: ОАО «АК «Транснефть», 2015. – 40с.;
- 8) Сооружение газонефтепроводов, компрессорных и насосных станций: методические указания к выполнению курсового проекта по сооружению ГНП НС и КС / ред. Тарасенко Т. Е. – 1-е изд., - Ухта: УГТУ, 2006. – 53с.;
- 9) ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные»;
- 10) А.К. Даркацакян, Н.П. Васильев, Строительство трубопроводов на болотах и многолетнемерзлых грунтах.- М.: Недра, 1987 – 167с.;
- 11) Айнбиндер А. Б. Расчет магистральных и промысловых трубопроводов на прочность и устойчивость: Справочное пособие. М.: Недра, 1991. 287 с.;
- 12) Петров И. П., Айнбиндер А. Б. Сопротивление грунта поперечным и продольным перемещениям труб // Вопросы прочности трубопроводов: Сб. науч. тр. / ВНИИСТ. Вып. 25. 1971. С. 163-179.;

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

13) Территориальные сметные нормативы [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://minstroy.krskstate.ru/tsn> (дата обращения: 05.05.2018);

14) О региональных индексах изменения сметной стоимости строительства на 2 квартал 2018 года: Приказ Департамента архитектуры и строительства Томской области от 4 апреля 2018 г. № 13-п. – 2018;

15) ГОСТ 21123-85 «Торф. Термины и определения»;

16) ГОСТ 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов»;

17) ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»;

18) ГОСТ С. 12.1. 004-91* «Пожарная безопасность. Общие требования»;

19) Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. – М.: НПО ОБТ, 2001. 258 с.;

20) Н.В. Крепша, Ю.Ф. Свиридов. Безопасность жизнедеятельности: Метод указания. Томск.- Изд. ТПУ, 2002.-35 с.;

21) ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ “Опасные и вредные производственные факторы. Классификация”;

22) ГОСТ 12.1.005-88.ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

23) СанПиН 2.2.2776-10 «Гигиенические требования к оценке условий труда при расследовании случаев профессиональных заболеваний»;

24) РД 39Р-00147105-029-02 Инструкция по балластировке трубопроводов с применением винтовых анкерных устройств с повышенной удерживающей способностью. – Уфа: ГУП «ИПТЕР», 2002;

25) Кабес Е. Н., Воронин К. С., Бранд А. Э. Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов на участках, проложенных в болотистой местности. – Тюмень, 2014. – 3с.;

26) Богушевская Е. М. Способы прокладки и расчета нефтепроводов на болотах с учетом неравномерной осадки трубы: дис. к. т. н.: М. – 2003. – 155 с.

27) Бородавкин П.П., Березин О. Б. Подводные трубопроводы. - Москва: Недра, 1979 – 415 с.;

					Список литературы	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		