

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
«Повышение эффективности и надежности перекачки нефти путем выбора оптимальных технологий строительства участков нефтепроводов на болотах 1,2 типа»

УДК 622.692.4-048.34(252.6)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5А	Лаптев Данила Александрович		22.05.2017

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. ТХНГ	Крец В. Г.	к.т.н., доцент		22.05.2017

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	к.э.н., доцент		22.05.2017

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Маланова Н.В.	к.т.н.		22.05.2017

Консультант-лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротченко Т.В.	к.ф.н.		22.05.2017

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И. о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Бурков П.В.	профессор		22.05.2017

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) Рудаченко А.В.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5А	Лаптеву Даниле Александровичу

Тема работы:

«Повышение эффективности и надежности перекачки нефти путем выбора оптимальных технологий строительства участков нефтепроводов на болотах 1,2 типа»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

от

Срок сдачи студентом выполненной работы:

22.05.2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

*(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.).*

Магистральные нефтепроводы в заболоченных районах.
 Предполагаемое рабочее давление $P_{\text{раб}} = 3,7$ МПа; наружный
 диаметр $D_{\text{нар.}} = 1220$ мм; вид сырья – природный газ (ОСТ
 51.40-93), товарная нефть (ГОСТ Р51858-2002).
 Непрерывный режим работы нефтепроводов.

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>	Анализ напряженно-деформированного состояния нефтепровода, прокладываемого новым и традиционным способами; расчет устойчивости трубопровода против всплытия; экономическая оценка стоимости затрат на балластировку двумя видами утяжелителей: утяжелителями типа УТК и утяжелителей с применением геотекстильных материалов.
--	--

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Модель участка нефтепровода при НДС.
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Шарф Ирина Валерьевна, доцент
«Социальная ответственность»	Маланова Наталья Владимировна, инженер

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:
--

Земляные работы

Машины для земляных работ на болотах

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. ТХНГ	Крец В.Г.	к.т.н., доцент		22.05.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5А	Лаптев Данила Александрович		22.05.2017

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5А	Лаптеву Даниле Александровичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материально-технических, финансовых и человеческих ресурсов. для проведения балластировки трубопроводов утяжелителями типа УТК и с применением геотекстильных материалов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Сборники сметных норм, сборники отраслевых норм, отраслевые регламенты, инструкции.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Нормативно-правовые акты различной юридической силы.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка перспективности реализации проекта по балластировке трубопроводов утяжелителями типа УТК и с применением геотекстильных материалов.
2. Планирование и формирование бюджета мероприятий	Планирование видов и объемов работ, формирование кадрового состава, расчет основных статей расходов
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Выводы о ресурсоэффективности использования балластировки утяжелителями типа УТК и с применением геотекстильных материалов

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Таблицы 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПР	Шарф И. В.	к.э.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5А	Лаптев Данила Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5А	Лаптеву Даниле Александровичу

Институт		Кафедра	
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело» профиль <u>«Надежность и долговечность газонефтепроводов и хранилищ»</u>

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Рабочей зоной персонала является территория вокруг магистральных нефтепроводов, являющихся опасными производственными объектами.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	1. СНиП III-42-80*. «Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ»; 2. ГОСТ 12.1.007-76* «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»; 3. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»; 4. ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования»; 5. ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе; 2. Превышение уровней шума; 3. Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу; 4. Тяжесть и напряженность физического труда при работе на болоте; 5. Обрушение бортов траншей; 6. Биологический фактор.
--	--

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	1. Электрический ток; 2. Электрическая дуга; 3. Пожаро- и взрывоопасность.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Анализ вредного воздействия на окружающую среду и разработка мероприятий по обеспечению экологической безопасности при аварии на газонефтепроводах.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Пожар и взрывоопасность на газонефтепроводе.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Законодательное регулирование в области охраны труда и оценки воздействия на окружающую среду.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Рисунок Зона воздействия при взрыве паровоздушной смеси.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
инженер	Маланова Н. В.	к. т. н,		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5А	Лаптев Д.А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 122 с., 35 рис., 19 табл., 40 источников, 1 прил.

Ключевые слова: строительство, магистральный нефтепровод, болото, балластировка, утяжелители, напряженно-деформированное состояние

Объектом исследования является (ются): магистральные нефтепроводы.

Цель работы: повышение эффективности перекачки нефти в заболоченных районах.

В процессе исследования проводились: расчеты напряженного-деформированного состояния трубопровода, расчет устойчивость трубопровода против всплытия.

Рассмотрены вопросы разработки траншеи, прокладки, монтажа трубопровода, проведение гидравлического испытания. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности строительства, охране окружающей среды, технико-экономическая часть.

В результате исследования был произведен сравнительный анализ напряженно-деформированного состояния нефтепроводов, прокладываемых подземно, прямолинейно и подземно с применением нового способа прокладки трубопроводов. На основании полученных результатов было выявлено, что трубопровод, прокладываемый новым способом, имеет преимущества перед трубопроводом, прокладываемом подземно, прямолинейно, так как расчетные напряжения у него меньше.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: технология и организация выполнения работ, подготовительные работы, земляные работы, монтаж трубопровода, сварочно-монтажные работы магистрального нефтепровода, укладка и балластировка трубопровода, очистка полости трубы, испытания и т.д.

Степень внедрения: построен опытно-промышленный участок второй нитки магистрального нефтепровода Уса-Ухта диаметром 730 мм, эксплуатируемый ОАО «Северные магистральные нефтепроводы».

Область применения: строительство магистральных трубопроводов в заболоченной местности.

Экономическая эффективность/значимость работы: материальные затраты при балластировке утяжелителями с применением геотекстильных материалов на 12176510,604 руб. для 1 км нефтепровода меньше, чем при балластировке утяжелителями типа УТК.

В будущем планируется более широкое использование нового способа прокладки трубопровода.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

строительство трубопровода: процесс прокладки трубопровода

болото: участок ландшафта, характеризующийся избыточным увлажнением, повышенной кислотностью и низкой плодородностью почвы, выходом на поверхность стоячих или проточных грунтовых вод, но без постоянного слоя воды на поверхности.

экскаватор: основной тип землеройных машин, оснащённых ковшом

слани: деревянные настилы, устраиваемые на слабых грунтах в основании насыпи, обеспечивающие равномерное распределение нагрузок

понтон: плавсредство для поддержания тяжестей на воде

болотоход: вездеход, специально предназначенный для выполнения различных технологических операций в труднодоступных и заболоченных местах, преодоления тяжёлых участков, недоступных обычным более дешёвым вездеходам.

скрепер: землеройно-транспортная машина, предназначенная для послойной (горизонтальными слоями) резки грунтов, транспортировки и отсыпки их в земляные сооружения слоями заданной толщины.

грунты: горные породы, почвы, техногенные образования, представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека

магистральный нефтепровод: трубопроводы и отводы от них диаметром до 1420 мм включительно с избыточным давлением среды свыше 1,2 МПа (12 кгс/см²) до 10 МПа (100 кгс/см²), предназначенные для транспортирования углеводородов от места производства к месту потребления.

несущая способность грунта: максимальная нагрузка, которую могут нести грунты оснований без потери их функциональных качеств

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

МН — магистральный нефтепровод;

НПС — нефтеперекачивающая станция;

КСУ — канатно-скреперная установка;

КР — капитальный ремонт;

НДС — напряженно-деформированное состояние;

ППР — проект производства работ;

ТБ — техника безопасности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	7
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	8
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	9
ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛОТ	13
2 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ В ЗАБОЛОЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ	15
2.1 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ	15
2.1.1 ОСУШЕНИЕ ПОЛОСЫ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	17
2.1.2 ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	17
2.1.3 РАСЧИСТКА И ОБУСТРОЙСТВО ТРАССЫ	19
2.1.4 СТРОИТЕЛЬСТВО ВРЕМЕННЫХ ДОРОГ	21
2.2 ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ	27
2.2.1 РАЗРАБОТКА ТРАНШЕИ ЭКСКАВАТОРОМ.....	27
2.2.2 РАЗРАБОТКА ТРАНШЕИ КАНАТНО-СКРЕПЕРНОЙ УСТАНОВКОЙ.....	29
2.2.3 ЗАСЫПКА ТРАНШЕИ.....	30
2.3 МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ НА БОЛОТАХ	32
2.3.1 КАНАТНО-СКРЕПЕРНЫЕ УСТАНОВКИ	32
2.3.2 ЭКСКАВАТОРЫ.....	34
2.4 СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ.....	37
2.5 ИЗОЛЯЦИЯ И УКЛАДКА ТРУБОПРОВОДА В УСЛОВИЯХ БОЛОТ.....	41
2.5.1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИЗОЛЯЦИОННО–УКЛАДОЧНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ БОЛОТ.....	47
2.6 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА НЕФТЕПРОВОДОВ	48
2.7 ОЧИСТКА ПОЛОСТИ ТРУБОПРОВОДА.....	60
2.8 ИСПЫТАНИЕ НЕФТЕПРОВОДА	61
2.9 ЗАЩИТА НЕФТЕПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ	62
2.10 ЗАСЫПКА ТРАНШЕИ В ТАЕЖНО-БОЛОТИСТОЙ МЕСТНОСТИ	64
3. ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ В БОЛОТИСТОЙ МЕСТНОСТИ	65
3.1 НОВЫЕ СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ И ИХ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	65
3.2 ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДОВ, ПРОКЛАДЫВАЕМЫХ НОВЫМ И ТРАДИЦИОННЫМ СПОСОБАМИ	68
3.3 БАЛЛАСТИРОВКА ТРУБОПРОВОДА	75
3.4 ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ ТРУБОПРОВОДА ПРОТИВ ВСПЛЫТИЯ.....	79
4.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	82
4.1 ВВЕДЕНИЕ.....	82
4.2 РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ НА ПРОВЕДЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	82
4.3 РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ.....	83

4.4 ЗАТРАТЫ НА АМОРТИЗАЦИОННЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ	84
4.5 ЗАТРАТЫ НА МАТЕРИАЛЫ.....	86
4.6 РАСЧЕТ ФОНДА ОПЛАТЫ ТРУДА	88
4.7 СТРАХОВЫЕ ВЗНОСЫ В ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ	89
4.8 ЗАТРАТЫ НА ПРОВЕДЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	91
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ В ЗАБОЛОЧЕННЫХ РАЙОНАХ.....	93
5.1 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	93
5.1.1 АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ, КОТОРЫЕ МОЖЕТ СОЗДАТЬ ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ	93
5.1.2 ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ ОТ ДЕЙСТВИЯ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ	95
5.2 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	100
5.2.1 АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОГО ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	100
5.2.2 ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	101
5.3 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	102
5.3.1 АНАЛИЗ ВЕРОЯТНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, КОТОРЫЕ МОЖЕТ ИНИЦИИРОВАТЬ ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ	102
5.3.2 ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЧС И РАЗРАБОТКА ПОРЯДКА ДЕЙСТВИЯ В СЛУЧАЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС	103
5.4 ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	105
5.4.1 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВОВЫЕ НОРМЫ ТРУДОВОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА.	105
5.4.2 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ КОМПОНОВКЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ	107
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	108
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	109
ПРИЛОЖЕНИЕ А	113

ВВЕДЕНИЕ

Трубопроводный транспорт является самым выгодным и распространённым средством доставки нефти и газа. Доставляются они из разных уголков Земли.

При транспортировании газа и нефти по трубопроводам потери перекачиваемых продуктов (по сравнению с другими видами транспорта) минимальны благодаря высокой степени герметизации трубопроводов и перекачивающего оборудования. Непрерывность и равномерность подачи продукта по трубопроводу позволяет обеспечить ритмичную четкую работу производств, получающих топливо (или сырье) по трубопроводам. Строительство любой дороги требует больших площадей земель, часто плодородных. Применяющиеся в настоящее время методы строительства трубопроводов позволяют практически полностью использовать в сельском хозяйстве землю вдоль трубопроводных трасс. Тем самым уменьшается изъятие земель из сельскохозяйственного производства.

Для транспортировки нефти и газа в центральные и западные районы сооружаются трубопроводы длиной до 5000 км. Трубопроводы такой протяженности пересекают огромное число разнообразных водных препятствий: малых и больших рек, водохранилищ, озер, глубоких болот и т.д.

На строительстве магистральных трубопроводов эксплуатируется большое количество общестроительной техники (экскаваторов, бульдозеров, кранов и т. п.), а также несколько десятков типов специальных машин и механизмов (трубоукладчиков, траншейных экскаваторов, трубовозов и т.п.).

1 Основные сведения и классификация болот

Болота по несущей способности классифицируют на три типа:

- I тип — болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и неоднократное передвижение болотоходной техники с удельным давлением 0,02...0,03 МПа или работу обычной техники при использовании щитов, сланей или дорог, обеспечивающих снижение удельного давления на поверхности залежи до 0,02 МПа;

- II тип — болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и передвижение строительной техники только по щитам, сланям или дорогам, обеспечивающим снижение удельного давления на поверхности залежи до 0,01 МПа;

- III тип — болота, заполненные растекающимся торфом и водой с плавающей торфяной коркой, допускающие работу только специальной техники на понтонах или обычной техники с плавающих средств.

По строению и условиям образования болота классифицируют следующим образом:

- верховые болота. Находятся в зонах избыточного увлажнения, имеют выпуклую форму поверхности. Болота обычно имеют незначительный лесной покров;

- низинные болота. Их характерные признаки: вогнутая поверхность; богатое грунтовое водно-минеральное питание; растительный осоковый или осоково-гипсовый микроландшафт;

- переходные болота, не имеющие четко выраженного рельефа поверхности.

Болота нужно классифицировать также с точки зрения сложности; производства строительных работ при сооружении трубопроводов, а не только по проходимости по ним строительных машин.

I тип:

– болота, целиком заполненные торфом устойчивой консистенции, и участки болотистых грунтов, допускающие работу и неоднократный проход строительных машин с удельным давлением на грунт $p = 0,25 \text{ кгс/см}^2$;

– болота, заполненные торфом неустойчивой консистенции при глубине торфа до 0,7 м. подстилаемые плотным минеральным грунтом, допускающим работу обычных строительных машин и механизмов. Ширина болота по створу перехода до 500 м. Несущая способность поверхности болота $0,05 < p < 0,25 \text{ кгс/см}^2$;

– болота глубиной до 1,5 м на минеральном основании, целиком заполненные торфом, допускающие работу и проезд машин с удельным давлением на грунт $p \geq 0,1 \text{ кгс/см}^2$. Ширина болота в створе перехода до 250 м.

II тип:

– болота, заполненные торфом неустойчивой консистенции, при глубине торфа до 0,7 м, подстилаемые минеральным грунтом. Ширина болота более 500 м. Несущая способность болота $0,05 < p < 0,25 \text{ кгс/см}^2$;

– болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и проезд машин с удельным давлением до $0,1 \text{ кгс/см}^2$. Ширина болота до 1 км.

III тип:

– болота, допускающие работу только специальных плавучих машин и механизмов или обычных машин на понтонах;

– болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и проезд машин с удельным давлением до $0,1 \text{ кгс/см}^2$ при ширине болота более 1 км.

Категория участков магистральных трубопроводов на переходах через болота определяется по СНиП [6] в зависимости от типа болота по СНиП [5] и не зависит от длины перехода мощности слабой толщ, механических характеристик торфа.

Заболоченность территории Западной Сибири по разным оценкам колеблется от 30 до 40% и более. Подробная информация по данному

вопросу применительно к трубопроводному строительству приведена, например, в работе [7]. Было обследовано 1035 км трубопроводов, сооружаемых «Главтюментрубопроводстроем» в районах севера Тюменской области и Среднего Приобья. По техническим проектам и рабочим чертежам на данной длине выявили 468 болот, из которых 226 болот I типа согласно [5], 199 болот II типа и 43 болота III типа. Средняя протяженность болот I, II и III типов составила 580, 750 и 1090 м, а средняя мощность торфяной залежи — 1,23, 2,25 и 2,92 м. Таким образом, средняя длина болот на участке 1035 км составила 327 км, что соответствует заболоченности трассы 32% [8].

Заболоченность территории Ненецкого автономного округа, Архангельской области и Республики Коми примерно такая же. Общая площадь болот в Республике Коми превышает 3 млн. га, что составляет около 7,7 % территории республики. Особенно сильно, до 30-40%, заболочен бассейн Средней Печоры, где сосредоточены самые крупные болотные массивы и их системы. Имеют место болота всех трех типов с мощностью торфа до 5 м. Большая часть болот, около 85%, произошла за счет суходольного заболачивания пониженных участков местности. Остальные образовались полностью или частично за счет зарастания озер [9].

2 Технология строительства газонефтепроводов в заболоченной местности

2.1 Подготовительные работы

Технологический набор единичных видов работ при подготовке строительной полосы для прокладки магистральных нефтепроводов в условиях болот зависит:

- а) от технологии прокладки, предусмотренной ППР:
 - 1) с бровки траншеи;

- 2) методом сплава по траншее, заполненной водой;
 - 3) методом протаскивания по траншее;
- б) от сезона строительства трубопровода:
- 1) летний сезон;
 - 2) зимний сезон.

Подготовка строительной полосы в условиях болот при прокладке трубопровода с бровки траншеи при неразложившемся торфе (при частично разложившемся) как в летний, так и в зимний сезон обеспечивается сооружением временной технологической дороги (лежневого типа или иной конструкции) для работы сварочно-монтажных бригад и прохода изоляционно-укладочной колонны.

При прокладке трубопровода с бровки траншеи при полностью разложившемся торфе в зимнее время обеспечивается сооружением временной технологической дороги путем промораживания болотного грунта при неоднократном его проходе-проминании последовательно: трелевочным трактором, болотным трактором, трактором на ординарном ходу, трубоукладчиком, гусеничным транспортером.

При прокладке трубопровода методом сплава или протаскивания (летний сезон работ) обеспечиваются созданием на берегу болота монтажно-сварочно-изоляционной базы и устройством прохода по болоту экскаватора на болотном ходу, экскаватора на перекидных сланях или экскаватора на пене-волокуше, или выполнением мероприятий по подготовке взрыва удлиненными или сосредоточенными зарядами для образования траншеи-канала.

Подготовка строительной полосы в условиях болот при наземной прокладке или прокладке трубопровода с частичным заглублением (летний сезон) требует сооружения технологической дороги, обеспечения прохода болотного траншеекопателя с навесным оборудованием (для образования траншеи-канавы) и прохода экскаватора для обвалования газопровода (на перекидных сланях или на пене-волокуше, или на болотном ходу).

2.1.1 Осушение полосы строительства

При сооружении трубопроводов на обводненных участках и болотах с высоким уровнем грунтовых вод в целях предохранения полосы строительства от размывов и разрушений и обеспечения условий для бесперебойного выполнения работ на трассе проводятся различные осушительные мероприятия. Вид и конструкция осушительных сооружений, зависящие от конкретных гидрогеологических условий участка, должны быть указаны в проекте и согласованы с землепользователями.

Осушительные мероприятия на трассе сводятся к устройству боковых, отводных, нагорных и дренажных канав, строительству водопропускных и водоотводных сооружений для отвода поверхностных вод и понижения грунтовых вод. Устройство осушительных канав на заболоченных участках и болотах выполняют, как правило, одноковшовыми экскаваторами или плужными канавокопателями, одноковшовыми экскаваторами болотной модификации, либо обычными экскаваторами, передвигающимися на перекладных сланях, либо канавокопателями. На сильно обводненных болотах устройство осушительной сети наиболее целесообразно выполнять взрывным способом. Предварительное осушение (водоотвод) болот и заболоченных участков, заменяющее строительство временных дорог на строительной полосе, может быть рекомендовано лишь после выполнения соответствующих экономических расчетов. Размеры и количество водопропускных сооружений определяют гидравлическим расчетом и назначают в соответствии с требованиями руководящих документов.

2.1.2 Геодезические работы

Заказчик обязан создать геодезическую разбивочную основу для строительства и не менее чем за 10 дней до начала строительно-монтажных

работ передать подрядчику техническую документацию на нее и на закрепленные на трассе строительства трубопровода пункты и знаки этой основы, в том числе:

- знаки закрепления углов поворота трассы;
- створные знаки углов поворота трассы в количестве не менее двух на каждое направление угла в пределах видимости;
- створные знаки на прямолинейных участках трассы, установленные попарно в пределах видимости, но не реже чем через 1 км;
- створные знаки закрепления прямолинейных участков трассы на переходах через реки, овраги, дороги и другие естественные и искусственные препятствия в количестве не менее двух с каждой стороны перехода в пределах видимости;
- высотные реперы, установленные не реже чем через 5 км вдоль трассы, кроме устанавливаемых на переходах через водные преграды (на обоих берегах);
- пояснительную записку, абрисы расположения знаков и их чертежи;
- каталоги координат и отметок пунктов геодезической основы.

Допустимые средние квадратические погрешности при построении геодезической разбивочной основы:

- угловые измерения $\pm 2^{\circ}$;
- линейные измерения 1/1000;
- определение отметок ± 50 мм.

Перед началом строительства генподрядная строительно-монтажная организация должна выполнить на трассе следующие работы:

- произвести контроль геодезической разбивочной основы с точностью линейных измерений не менее 1/500, угловых 2° и нивелирования между реперами с точностью 50 мм на 1 км трассы. Трасса принимается от заказчика по акту, если измеренные длины линий отличаются от проектных не более чем на 1/300 длины, углы не более чем на 3° и отметки знаков,

определенные из нивелирования между реперами – не более 50 мм;

- установить дополнительные знаки (вехи, столбы и пр.) по оси трассы и по границам строительной полосы;

- вынести в натуру горизонтальные кривые естественного (упругого) изгиба через 10 м, а искусственного изгиба – через 2 м;

- разбить пикетаж по всей трассе и в ее характерных точках (в начале, середине и конце кривых, в местах пересечения трасс с подземными коммуникациями). Створы разбиваемых точек должны закрепляться знаками, как правило, вне зоны строительно-монтажных работ. Установить дополнительные репера через 2 км по трассе.

2.1.3 Расчистка и обустройство трассы

До начала основных строительно-монтажных работ генподрядчик должен, при необходимости, дополнительно к требованиям СНиП 3.01.01-85* выполнить с учетом конкретных условий строительства следующие подготовительные работы на трассе:

- расчистить полосу отвода трубопровода от леса, кустарника, пней и валунов;

- удалить отдельные деревья и камни, находящиеся вне полосы отвода, но угрожающие по своему состоянию падением в зону полосы отвода;

- срезать крутые продольные склоны;

- осуществить защитные противообвальные и противооползневые мероприятия;

- осуществить мероприятия, обеспечивающие минимальное промерзание грунта в полосе траншеи под трубопровод;

- построить временные дороги, водопропускные, водоотводные, а также осушительные сооружения на подъездах к трассе и вдоль нее, а также

мосты и переправы через реки, ручьи и овраги; защитить подъездные дороги от снежных заносов;

- устроить временные приобъектные и пристанционные базы или склады для хранения материалов и оборудования;
- подготовить временные производственные базы и площадки для производства сварочных, битумоплавильных и других работ;
- построить временные поселки, обеспечивающие необходимые жилищные, санитарные и культурно-бытовые условия работающим;
- подготовить вертолетные площадки;
- создать систему диспетчерской связи;
- создать водомерные посты вне зоны производства работ по устройству переходов трубопроводов через водные преграды с привязкой водомерного поста нивелировкой к высотной съемке трассы трубопровода и государственной геодезической сети;
- снять плодородный слой земли и переместить его в отвал для временного хранения.

Расчистка трассы на период строительства должна производиться в границах полосы отвода и в других местах, установленных проектом.

В зимний период расчистку следует производить в два этапа: в зоне проезда транспорта и работы строительных машин – заблаговременно до начала основных работ, а в зоне рытья траншеи – непосредственно перед работой землеройных машин на длину, обеспечивающую их работу в течение смены.

Корчевка пней на сухих участках трассы должна производиться по всей ширине полосы отвода, а на болотистых участках – только на полосе будущей траншеи трубопровода и кабеля. На остальной части полосы отвода деревья необходимо спиливать на уровне земли.

Объем работ по планировке, необходимой для транспортных целей и передвижения строительных машин, должен быть указан в проекте организации строительства и точнее в проекте производства работ.

2.1.4 Строительство временных дорог

Временные дороги, используемые при строительстве линейной части магистральных нефтепроводов определяются следующим образом.

Вдольтрассовые дороги — основные для прохода строительной и специальной техники, для перевозки людей грузов и оборудования, ГСМ, межобъектной связи, бытового обслуживания и т.п. Они предназначены для осуществления перевозок по трассе строящегося магистрального трубопровода. Проходят как по полосе строительства, так и в непосредственной близости от нее.

Подъездные дороги. Являются основными связующими пунктов назначения или перевалки строительных грузов с трубосварочными и другими базами, полевыми жилыми городками и непосредственно трассой магистрального трубопровода (с выходом на вдольтрассовые дороги). Связывают также трассу трубопровода с карьерами песка, щебня, гравия и объектами промиссии (заводами железобетонных изделий, металлоконструкций и др.).

Технологические дороги. Сооружаются и используются для производственного прохождения механизированных колонн и бригад.

Внетрассовые дороги – подъездные, вдольтрассовые, тупиковые (к временным складам, базам и др.) должны сооружаться с соблюдением определенных в ППР параметров и условий, в частности, следующих:

- ширина проезжей части и полотна;
- пропускная способность дороги;
- ускоренное движение пневмоколесного транспорта;
- видимость дороги в плане и профиле;
- прохождение пневмоколесного транспорта с нагрузкой на дорожное покрытие, превышающей нормативы запаса;
- прохождение специального снегоболотоходного («вездеходного»)

транспорта.

В отличие от постоянных дорог, срок эксплуатации которых без ремонта превышает 5–7 лет, временные дороги эксплуатируются в течение подготовки к строительству и всего срока строительства магистрального трубопровода.

Непосредственно на строительной полосе при прокладке магистральных трубопроводов строительство временных дорог производится для беспрепятственного прохода и работы строительных колонн и бригад и движения транспорта, в основном, на участках болот и сезонно обводняемых территориях.

Наиболее практичные конструкции временных дорог, учитывающие нагрузку тяжелой строительной техники (трубоукладчиков, тракторов и др.) – лежневые дороги различных типов. Применение иных конструкций временных дорог данного назначения – из так называемых инвентарных бревенчатых щитов, железобетонных решетчатых и других плит и проч., не рекомендуется (сложность реализации оборота щитов и плит из-за преодоления явления присоса, поломка щитов и плит; транспортировка их в объезд болот и др.).

Не рекомендуется при строительстве временных дорог использовать конструкции, не соответствующие действующей ведомственной классификации этих дорог и не имеющие надлежащих сертификатов: временные грунтовые дороги с использованием нетканых синтетических материалов (НСМ), дороги с «дорожной одеждой типа «елочка» для круглогодичного сооружения магистральных трубопроводов», снеголедовые дороги конструкции ГПИ и др.

Дороги указанных конструкций не обеспечивают проход тяжелой строительной техники и транспорта (плетевозов), либо для сооружения требуют применения дорогого и непроизводительного ручного труда.

При сооружении временных дорог на слабых грунтах необходимо соблюдать требования Инструкции по строительству временных дорог для

трубопроводного строительства в сложных условиях (на обводненной и заболоченной местностях). Параметры дорог назначают в зависимости от габаритов используемых транспортных средств и строительной техники, интенсивности и объема грузоперевозок, срока службы дорог, местных условий.

Грунтовые дороги без покрытия. Конструкция и технология сооружения определяется в зависимости от категории дороги, типа болота, его глубины, степени разложения торфа, гидрорежима, размеров болота в плане, рельефа дна болота. По типовым поперечным профилям земляное полотно возводят на болотах I типа глубиной до 4 м и II типа – до 3 м при поперечном уклоне дна соответственно для типов болот не круче 1:10 и 1:15.

Используемые грунты:

- песок средний, мелкий, пылеватый;
- супесь легкая крупная, легкая пылеватая и тяжелая пылеватая;
- суглинок легкий, легкий пылеватый, тяжелый, тяжелый пылеватый;
- глины.

Рекомендуется также использовать дренирующие и крупнообломочные грунты, шлаки и золошлаковые смеси.

Дерево-грунтовые дороги используют в основном в качестве технологических дорог при строительстве трубопроводов на обводненных участках трассы и болотах I и II типов (таблица 1.1), где возведение земляного полотна нецелесообразно из-за больших объемов привозного дренирующего грунта и при наличии лесоматериалов (например, при расчистке трассы от леса).

Дороги представляют собой сплошной бревенчатый (поперечный) настил на естественном слабом грунтовом основании или заранее подготовленном искусственном основании (хворостяная выстилка, порубочные остатки, деревянные продольные и поперечные лаги и др.), засыпаемый сверху (границы – отбойные брусья или бревна) оптимальной грунтовой

смесью. Обыденное название дорог – лежневые (могут быть без грунтовой отсыпки).

Таблица 1 – Комплект машин и механизмов для сооружения дерево-грунтовых (лежневых) дорог

Операции технологического процесса	Машины, механизмы и инструмент	Число машин, механизмов и инструмента
Разработка гравия в карьере Транспортировка гравия	Экскаватор ЭО-4124А Автомобили-самосвалы МАЗ-5549, КрАЗ-2565	1 По расчету, исходя из объема работ
Выравнивание поперечного настила путем прикатки; разравнивание и пла- нирование отсыпанного на проезжей части гравия	Бульдозер ДЗ-110В (ДЗ-18)	1
Транспортировка продольных лежней и бревен поперечного настила	Трелевочные тракторы ТДТ-75, ТДТ-55, ТТ-4	2
Раскладка продольных лежней и отсыпка слоя гравия на бревенчатый настил	Экскаватор МТП-71, МТП- 72	1
Резка стволов деревьев на бревна требуемой длины	Бензомоторные пилы: «Дружба-4»; «Урал-2», «Тайга-214», МП-5	2
Для отдыха рабочих и хранения инструмента	Передвижной вагончик	2
Для перевозки рабочих	Автобус КамАЗ 4208 (БТ 361)	1

Конструкция лежневых дорог зависит от характера болота, наличия местных материалов и выбирается в каждом отдельном случае после детального обследования участка трассы и сравнения основных технико-экономических показателей различных вариантов. Для сооружения лежневых дорог используют деловой лес, полученный в результате расчистки полосы отвода.

Сборно-разборные дороги с деревянным покрытием сооружают на болотах I, II типов и обводненных участках трассы (таблица 2). В зависимости от интенсивности движения устраивают колейные дороги или со сплошным покрытием на ширину проезжей части.

Для устройства дороги применяют сборно-разборные деревянные щиты с нагельным и проволочным креплением.

Покрытие и основание устраивают из отдельных сборных деревянных элементов, изготовленных из бревен или брусьев деловой древесины длиной 6–7 м, толщиной 0,18–0,2 м, уложенных комлями в разные стороны, и скрепленных 2–3 стяжными шпильками (нагелями), либо проволокой и связующими бревнами. Соединяют щиты между собой нагельным креплением с помощью металлических уголков, болтов и шпилек, а также проволочным креплением – соединением проволокой удлиненных краевых бревен и примыкающих друг к другу щитов. Основание сборной деревянной дорожной одежды устраивают одноярусным, двухъярусным и трехъярусным (в зависимости от несущей способности грунта, типа болота, мощности торфяной залежи и транспортной нагрузки). В каждом ярусе основания (кроме нижнего сплошного) щиты укладывают с некоторой разрядкой до 1 м друг от друга.

Таблица 2 – Комплекс машин и механизмов для сооружения дорог со сборно-разборным деревянным покрытием

Операции технологического процесса	Машины, механизмы и инструмент	Число машин, механизмов и инструмента
------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------------

Погрузка щитов покрытия на транспортные средства и укладка их на основание	Автомобильные краны КС -1562, КС-55713-3 (КС-2561, КС -2571)	2
Транспортирование щитов покрытия и лежней	Бортовые автомобили КрА3255В («Урал-4320»), МОАЗ-522, ЗИЛ-131, болотоход «Тюмень»	По расчету, исходя из объема работ
Для отдыха рабочих и хранения инструмента	Передвижной вагончик	1
Для перевозки рабочих	Автобус КамАЗ 4208 (БТ 361)	1

Поверх сплошного деревянного настила из щитов устраивают защитный слой покрытия из грунта толщиной 20–30 см с поперечным уклоном (от траншеи), равным 0,03. Сборные деревянные элементы одежды устраивают из деловой древесины хвойных и лиственных пород.

Зимние дороги (зимники), сооружаются в районах с продолжительностью зимнего периода более 5 месяцев. План и продольный профиль зимника определяется скоростью движения пневмоколесного транспорта (не более 50 км/ч), обеспечением безопасности движения и способами защиты от снежных заносов. В состав работ по созданию снежно-ледовых дорог входят: планировка, прошпаливание трассы, проминка основания, поливка водой проезжей части, расчистка снега, а в процессе использования – текущий уход за проезжей частью. Конструкцию выбирают с учетом местных условий и длительности эксплуатации. Рекомендуемая ширина полотна дороги – 12 м; наименьшая расчетная видимость поверхности дороги – 100 м.

На болотах подготовка основания заключается в искусственном промораживании на большую глубину путем снятия снежного покрова.

На плохо замерзающих болотах для ускорения промерзания и увеличения их несущей способности поверхность проезжей части поливают водой, которая замерзая, образует ледяную корку и усиливает полосу дороги. Для намораживания корки полосу дороги многократно поливают при

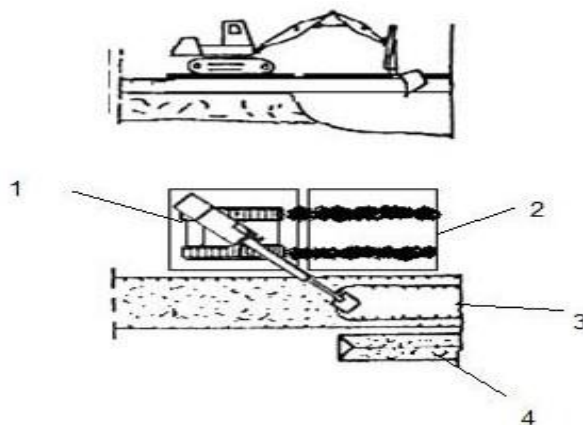
помощи насоса, чтобы промок весь слой снега. В дальнейшем поливать следует слоями по 2–3 см с интервалами в 1–2 ч (в зависимости от температуры воздуха). Поверхность болота можно также усилить хворостяной выстилкой, порубочными остатками или сплошным деревянным настилом.

2.2 Земляные работы

2.2.1 Разработка траншеи экскаватором

Разработку траншей на болотах следует выполнять одноковшовыми экскаваторами с обратной лопатой на уширенных гусеницах со сланей, драглайнами и специальными машинами [6].

Разработка траншеи экскаватором со сланей пригодна для болот II типа. При работе на сланях одноковшовый экскаватор в процессе производства работ перекидывает слани с торца забоя в сторону хвостовой части поворотной платформы с укладкой их по оси движения (рисунок 2.1). Пакет сланей представляет собой деревянную конструкцию из двух и более бревен деревьев хвойных пород леса диаметром 18–22 см, скрепленных тремя болтами 24 мм. Длины сланей составляют около 5–6 м. Концы бревен на расстоянии 0,75 от края пакета переплетаются тросом диаметром 15,5 мм в форме восьмерки, концы троса оканчиваются кольцами, за которые осуществляется прицепка пакета и перекидка его экскаватором на другое место. В процессе работы экскаватор размещается на 5–6 пакетах сланей, а остальные перекладываются вперед по ходу экскаватора.

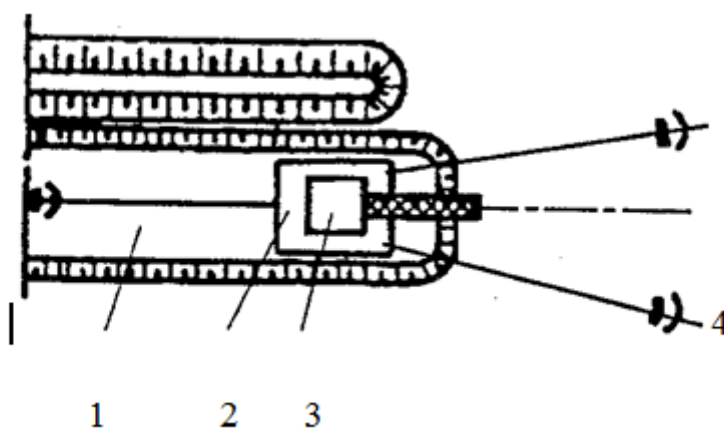


1 – экскаватор; 2 – слани; 3 – траншея; 4 – отвал грунта

Рисунок 2.1. Разработка траншеи экскаватором со сланей

Наиболее экономична и долговечна конструкция сланей из двух бревен, скрепленных скрутками катанки диаметром 5–6 мм. Оборачиваемость таких сланей по сравнению со сланями на болотах в два раза выше.

Разработка траншей на болотах II и III типа в летнее время может проводиться экскаватором, установленным на понтоне, свободно плавающем на траншее (рисунок 2.2).



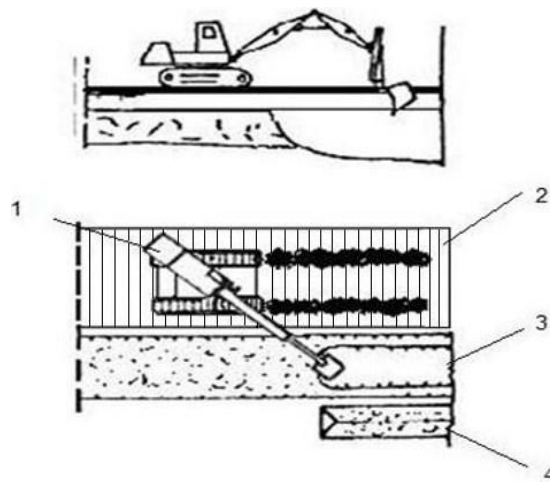
1 – траншея; 2 – плавучий понтон; 3 – экскаватор; 4 – якорь

Рисунок 2.2. Схема разработки грунта экскаватором на понтоне

На краю болота разрабатывают котлован размером так, чтобы в него можно было спустить на воду понтон, на который потом устанавливают

экскаватор, оборудованный драглаймом. Экскаватор вынимает грунт, перемещаемого по траншее с помощью якорей 4. Перед началом работ рассчитывают устойчивость экскаватора, работающего на понтоне. Применение понтона наиболее рационально при выполнении земляных работ на болотах II и III типов.

В зимнее время разработка траншей на болотах ведется с предварительно построенных лежневых дорог (рисунок 2.3).



1– экскаватор; 2 – лежневая дорога; 3 – траншея; 4 – отвал грунта.

Рисунок 2.3. Схема разработки траншеи экскаватором с лежневых дорог

2.2.2 Разработка траншей канатно-скреперной установкой

На болотистых участках небольшой протяженностью со слабой несущей способностью разработку траншей выполняют с помощью канатно-скреперных установок.

Ковш врезается зубами в грунт, разрушая его, перемещается вперед, наполняется разрушенным грунтом и транспортирует его к трактору (рисунок 2.4). На некотором расстоянии от трактора ковш останавливается и начинает перемещаться назад — холостой ход. При этом он опорожняется от грунта, который остается перед трактором. По мере накопления грунт периодически сдвигается в сторону бульдозером [14].

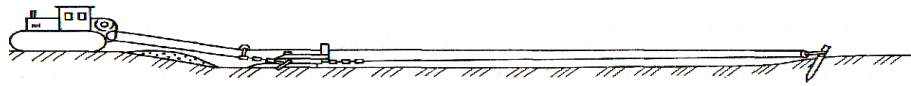


Рисунок 2.4. Схема работы канатно-скреперной установки с одним
КОВШОМ

В результате таких перемещений ковша вдоль траектории его движения постепенно образуется траншея. Для того чтобы при работе канатно-скреперных установок использовать холостой ход ковшей в качестве рабочего, иногда применяют два ковша, скрепленные друг с другом своей задней частью. Тогда оба ковша работают попеременно: когда у одного из них рабочий ход — у другого холостой, и наоборот [14].

Канатно-скреперные установки просты, дешевы, удобны в транспортировке, но обладают малой производительностью и не способны разрабатывать плотные и мерзлые грунты. Ввиду этого они получили ограниченное применение.

2.2.3 Засыпка траншей

Работы по засыпке траншей при строительстве трубопроводов выполняются следующими способами: одноковшовым экскаватором, установленным на сланях, бульдозером, болотными экскаваторами, направленным взрывом, с плавучих средств [6].

При работе по засыпке траншей при строительстве трубопроводов одноковшовым экскаватором для обеспечения его прохода по отвалу грунта технологической картой предусматривается предварительная планировка отвала бульдозером на ширину, обеспечивающую укладку перекидных сланей.

Перед началом работ на засыпке уложенного трубопровода проверяется проектное положение трубопровода, качество изоляционного покрытия, проводятся работы по предохранению изоляционного покрытия от

механического повреждения, выполняются работы по устройству подъездов для экскаватора и бульдозера.

Траншеи засыпаются с минимальным разрывом во времени после изоляционно-укладочных работ и в прохладное время суток.

Засыпка трубопровода проводится с обеспечением сохранности труб и изоляции; плотного прилегания трубопровода ко дну траншеи; проектного положения трубопровода.

Предварительная планировка отвала грунта выполняется двумя проходами бульдозера на ширину около 7 метров, которая обеспечивается укладкой перекидных сланей.

Разработка грунта спланированного отвала для засыпки траншеи проводится экскаватором при движении его на сланях по оси отвала грунта. Избыточный грунт при засыпке траншей укладывается в над траншейный валик, высота которого определяется с учетом осадки.

Если присутствует дефицит грунта для засыпки траншей, его разрабатывают экскаватором из боковых резервов, которые закладываются на расстоянии, равном трем глубинам траншеи.

Во время производства работ ведется систематическое наблюдение за работами с проверкой соответствия выполняемых работ проектной документации.

Работы по планировке отвала грунта производятся при рабочем ходе бульдозера в одном направлении. Для повышения эффективности работы в обратном холостом ходе нож бульдозера рекомендуется волочить по поверхности. Это помогает грунту дополнительно разравниваться тыльной стороной ножа. Засыпка траншей бульдозерами выполняется прямолинейными или косопоперечными параллельными проходами. Засыпка уложенного трубопровода при прямолинейных проходах бульдозеров применяется там, где имеется достаточная ширина полосы отвода, позволяющая перемещать грунт отвала поперек оси траншеи. В стесненных условиях строительной полосы, а также в местах с наименьшей полосой

отвода наиболее оптимальна засыпка траншеи при косопоперечных параллельных проходах бульдозеров. При данных способах засыпки бульдозер перемещается при данных способах засыпки бульдозер перемещается под углом 45° – 60° к оси траншеи.

Для сокращения продолжительности цикла и повышения производительности бульдозера подъем ножа совмещают с разгрузкой, опускание – с переключением передачи трактора и началом движения бульдозера передним ходом, движение задним ходом – с маневрированием для установки бульдозера в исходное положение [15].

2.3 Машины для земляных работ на болотах

Разработка траншеи на болотах характеризуется как сложностью выполнения работы, так и необходимостью выполнения различных технологических схем и специальных машин, механизмов и оборудования.

Оборудование можно разделить на две основные группы. К первой группе относятся машины, располагающиеся при работе вне заболоченного участка (или внутри его, но поставленные на специальный настил из бревен, понтон и т. д.) и оснащенные рабочим органом, вынесенным в зону этого участка, например, канатно-скреперные установки. Ко второй группе относятся машины, оказывающие на грунт малое удельное давление и вследствие этого свободно перемещающиеся в процессе работы по заболоченному участку. К этой группе относятся экскаваторы с сильно развитой опорной поверхностью [14].

2.3.1 Канатно-скреперные установки

Канатно-скреперные установки могут использоваться для разработки траншей на болотах, строительстве переходов через небольшие реки и водоемы, а также в горной местности на уклонах более 20° .

Одной из таких машин является канатно-скреперная установка КСУ-1 (рисунок 2.5).

Установка состоит из тягача (трактор Т-100), двух барабанной лебедки (Л51), смонтированной на заднем мосту и прицепном устройстве трактора, комплекта скреперных ковшей и якорного приспособления с блоком. В качестве такого приспособления могут применяться крюковой анкер, прилагаемый к установке, закопанные в грунт или уложенные поперек траншеи бревна, или трубы, а также трактор. Для пневматического управления включением барабанов и тормозов лебедки на дизеле трактора установлен компрессор автомобиля ЗИЛ-164 с приводом от шкива тракторного вентилятора. При работе трактор с лебедкой располагается по одну сторону заболоченной зоны (или водоема), а якорь устраивают на другой ее стороне. На якоре имеется обойма с неподвижным блоком, через который пропускают канат. Канатов два. Каждый из них крепится одним концом к своему барабану лебедки, а вторым — к ковшу. Ковши, которыми снабжается установка, — волокушного типа. Они отличаются от ковшей других типов тем, что не имеют дна. Это необходимо для разгрузки ковша в начале холостого хода без его подъема и опрокидывания.

В процессе рабочего хода ковш врезается зубьями в грунт, разрушает его, перемещаясь вперед, наполняется разрушенным грунтом и транспортирует его к трактору (подобно отвалу бульдозера). На некотором расстоянии от трактора ковш останавливается и начинает перемещаться назад — холостой ход. При этом он опорожняется от грунта, который остается перед трактором. По мере накопления грунт периодически сдвигается в сторону бульдозером. В результате таких перемещений ковша вдоль траектории его движения постепенно образуется траншея. Для того чтобы при работе канатно-скреперных установок использовать холостой ход ковшей в качестве рабочего, иногда применяют два ковша, скрепленные друг с другом своей задней частью. Тогда оба ковша работают попеременно: когда у одного из них рабочий ход — у другого холостой, и наоборот.



Рисунок 2.5 Схема монтажа КСУ

Канатно-скреперные установки просты, дешевы, удобны в транспортировке, но обладают малой производительностью и неспособны разрабатывать плотные и мерзлые грунты. Ввиду этого они получили ограниченное применение [16].

2.3.2 Экскаваторы

Разработка траншей на заболоченной местности часто производится при помощи одноковшовых экскаваторов, подгусеницы которых подкладывают бревенчатые щиты, последовательно перекладываемые в процессе копания, либо при помощи экскаваторов-амфибий.

Экскаватор-амфибия предназначен для эксплуатации в сложных природных условиях, в частности, в заболоченной местности. Он способен передвигаться как по суше, так и по воде. Пересечение болотистых местностей, канав, прудов, озер не составляет проблем – машина не может проваливаться и не тонет, начиная с глубины в 1,5 м, экскаватор-амфибия переходит на полный плавательный режим. Благодаря этому он можно легко транспортировать с одного места на другое.

Экскаватор-амфибия удерживается на водной поверхности за счет гусениц (рисунок 2.6), которые представляют собой герметичные понтоны, спроектированные в соответствии с принципами Архимеда. Таким образом, большая площадь контакта характерная для гусениц таких экскаваторов создает незначительное давление на поверхность грунта.



Рисунок 2.6 Гусеницы для плавающих экскаваторов

Именно уникальная конструкция гусениц делает плавающий экскаватор болотоходом.

На сегодняшний день существует большое количество фирм, занимающихся производством данных типов экскаваторов, таких как: HitachiConstructionMachinery, Waterking VB и другие.

Рассмотрим экскаватор-амфибию Hitachi MA 200 (рисунок 2.7) с ходовой частью понтонного типа для земляных и мелиоративных работ на болотах и схожих с ними территориях.



Рисунок 2.7 Экскаватор-амфибию Hitachi MA 200

Экскаватор-амфибия Hitachi MA 200 с ходовой частью понтонного типа, агрегатированный четырехклапанным дизельным двигателем Isuzu AI-4HK1X, предназначен для земляных и мелиоративных работ на болотах и схожих с ними территориях. Шасси понтонного типа обеспечивает экскаватору MA 200 высокую плавучесть и устойчивость, а также

ультранизкое давление на грунт. Увеличенный диаметр досягаемости и специализированная конструкция ковша способствуют повышению производительности земляных работ и наращиванию их размаха. А грамотно сконструированная кабина означает, помимо всего прочего, отличный обзор рабочей зоны.

Электронно управляемая система впрыска топлива **Hitachi MA 200** с CommonRail, общей магистралью, побуждает интегрированный топливный насос, работающий в режиме сверхвысокого давления, распределять топливо в инжектор каждого цилиндра через общую магистраль. В системе CommonRail насос нагнетает топливо под высоким давлением, от 250 до 1800 бар в зависимости от режима работы двигателя, в общую топливную магистраль. Управляемые электроникой форсунки с электромагнитными или пьезоэлектрическими клапанами впрыскивают топливо в цилиндры. В зависимости от конструкции форсунки производят от 2 до 5 впрысков за 1 такт.

Точный расчет угла начала впрыска и количества впрыскиваемого топлива позволяют дизельным двигателям, установленным на экскаваторах Hitachi MA 200, выполнить возросшие экологические и экономические требования. Кроме того, дизельные двигатели с системой CommonRail по своим мощностным и динамическим характеристикам вплотную приблизились, а в некоторых случаях превзошли бензиновые двигатели. Данная технология делает возможным оптимальное сгорание топлива с обеспечением большей мощности, кроме того, это способствует уменьшению содержания в дизельных парах твердых частиц и топливо потребления.

Шасси понтонного типа **экскаватора-амфибии Hitachi**, оснащаемое прямоугольными полыми стальными башмаками и плавучими герметичными роликами, обеспечивает экскаватору исключительную подвижность на заболоченных местах и собственно в болотах. Описанные решения повышают и плавучесть, и прочность экскаватора. Машина может быть легко демонтирована для быстрой транспортировки на другой участок работы, так

как верхняя конструкция крепится к шасси болтами через несущую балку, а гидравлический трубопровод экскаватора МА 200 монтируется с помощью быстро сцепляемых муфт [17].

Экскаваторы-амфибии Waterking (рисунок 2.8) способны выполнять практически все работы на воде и в условиях болот: разрыхлять поверхность, наносить береговые укрепления, выполнять уборочные работы, выкорчёвывать деревья (в болотистой местности), выполнять работы на глубине или в дельте.



Рисунок 2.8 Экскаватор-амфибия Waterking

Для работ с воды, в условиях открытого водоема экскаватор фиксируется на поверхности водоема специальными держателями и способен производить работы по выемке осадочных пород и мусора со дна озера или реки до глубины 9 метров. При этом башня экскаватора болотохода может вращаться на 360°, не нарушая равновесия машины [18].

2.4 Сварочные работы

Перед сборкой и сваркой труб необходимо:

- произвести визуальный осмотр поверхности труб (при этом трубы

не должны иметь недопустимых дефектов, регламентированных техническими условиями на поставку труб);

- очистить внутреннюю полость труб от попавшего внутрь грунта, грязи, снега;

- выправить или обрезать деформированные концы и повреждения поверхности труб;

- очистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб на ширину не менее 10 мм.

При стыковой сварке оплавлением следует дополнительно зачищать торец трубы и пояс под контактные башмаки сварочной машины.

Допускается правка плавных вмятин на торцах труб глубиной до 3,5 % диаметра труб и деформированных концов труб безударными разжимными устройствами. При этом на трубах из сталей с нормативным временным сопротивлением разрыву до 539 МПа (55 кгс/мм²) допускается правка вмятин и деформированных концов труб при положительных температурах без подогрева. При отрицательных температурах окружающего воздуха необходим подогрев на 100–150°С. На трубах из сталей с нормативным временным сопротивлением разрыву 539 МПа (55 кгс/мм²) и более – с местным подогревом на 150–200° С при любых температурах окружающего воздуха.

Участки и торцы труб с вмятиной глубиной более 3,5 % диаметра трубы или имеющие надрывы необходимо вырезать.

Допускается ремонт сваркой забоин и задиров фасок глубиной до 5 мм.

Концы труб с забоинами и задирами фасок глубиной более 5 мм следует обрезать.

Сборка труб должна производиться на внутренних центраторах. Независимо от диаметра труб сборка захлестов и других стыков, где применение внутренних центраторов невозможно производится с применением наружных центраторов.

При сборке труб с одинаковой нормативной толщиной стенки смещение кромок допускается на величину до 20 % толщины стенки трубы, но не более 3 мм при дуговых методах сварки и не более 2 мм при стыковой сварке оплавлением.

Непосредственное соединение на трассе разнотолщинных труб одного и того же диаметра или труб с деталями (тройниками, переходами, днищами, отводами) допускается при следующих условиях:

- если разность толщин стенок стыкуемых труб или труб с деталями (максимальная из которых 12 мм и менее) не превышает 2,5 мм;
- если разность толщин стенок стыкуемых труб или труб с деталями (максимальная из которых более 12 мм) не превышает 3 мм.

Соединение труб или труб с деталями с большей разностью толщин стенок осуществляется путем варки между стыкуемыми трубами или трубами с деталями переходников или вставок промежуточной толщины, длина которых должна быть не менее 250 мм.

При разнотолщинности до 1,5 толщины допускается непосредственная сборка и сварка труб при специальной разделке кромок более толстой стенки трубы или детали. Конструктивные размеры разделки кромок и сварных швов должны соответствовать указанным на рисунке 2.9.

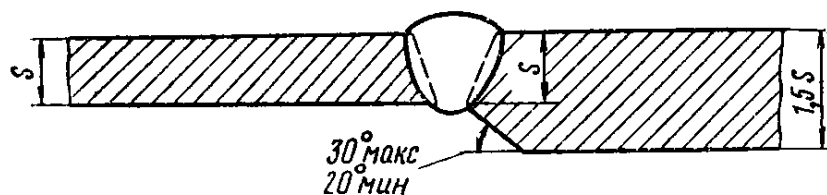


Рисунок 2.9 – Конструктивные размеры разделки кромок и сварных швов разнотолщинных труб (до 1,5 толщины стенки)

Смещение кромок при сварке разностенных труб, измеряемое по наружной поверхности, не должно превышать допусков, установленных требованиями.

Подварка изнутри корня шва разностенных труб диаметром 1000 мм и

более по всему периметру стыка обязательна, при этом должен быть очищен подварочный слой от шлака, собраны и удалены из трубы огарки электродов и шлак.

Приварка каких-либо элементов, кроме катодных выводов, в местах расположения поперечных кольцевых, спиральных и продольных заводских сварных швов, не допускается. В случае если проектом предусмотрена приварка элементов к телу трубы, то расстояние между швами трубопровода и швом привариваемого элемента должно быть не менее 100 мм.

Непосредственное соединение труб с запорной и распределительной арматурой разрешается при условии, что толщина свариваемой кромки патрубка арматуры не превышает 1,5 толщины стенки стыкуемой с ней трубы в случае специальной подготовки кромок патрубка арматуры в заводских условиях согласно рисунку. 2.10.

Во всех случаях, когда специальная разделка кромок патрубка арматуры выполнена не в заводских условиях, а также когда толщина свариваемой кромки патрубка арматуры превышает 1,5 толщины стенки стыкуемой с ней трубы, соединение следует производить путем вварки между стыкуемой трубой и арматурой специального переходника или переходного кольца.

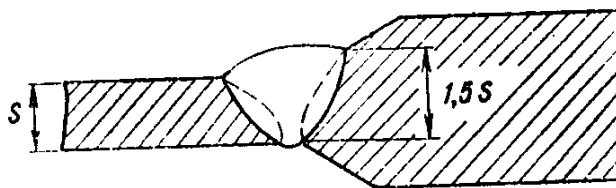


Рисунок 2.10 – Подготовка кромок патрубков арматуры при непосредственном соединении их с трубами

При сварке трубопровода в нитку сварные стыки должны быть привязаны к пикетам трассы и зафиксированы в исполнительной документации.

При перерыве в работе более 2 ч концы свариваемого участка трубопровода следует закрыть инвентарными заглушками для предотвращения попадания внутрь трубы снега, грязи и т. п.

Кольцевые стыки стальных магистральных трубопроводов могут свариваться дуговыми методами сварки или стыковой сваркой оплавлением.

Допускается выполнение сварочных работ при температуре воздуха до минус 50°C.

При ветре свыше 10 м/с, а также при выпадении атмосферных осадков производить сварочные работы без инвентарных укрытий запрещается.

Монтаж трубопроводов следует выполнять только на монтажных опорах. Применение грунтовых и снежных призм для монтажа трубопровода не допускается.

К прихватке и сварке магистральных трубопроводов допускаются сварщики, сдавшие экзамены в соответствии с Правилами аттестации сварщиков Госгортехнадзора России, имеющие удостоверения и выдержавшие испытания, регламентируемые требованиями пп. 4.16–4.23 ГОСТ 12.1.004-91*

Изготовление сварных соединительных деталей трубопровода (отводов, тройников, переходов и др.) в полевых условиях запрещается.

2.5 Изоляция и укладка трубопровода в условиях болот

Изоляционно-укладочные работы в условиях болот целесообразно выполнять в зимнее время с использованием технических средств, технологических схем, состава колонны и перечня основного оборудования, которые применяют в нормальных условиях (т.е. на грунтах, обладающих высокой несущей способностью) с укладкой трубопровода с бермы траншеи.

В летний период на заболоченных участках трассы рекомендуется вести укладку трубопровода на проектную отметку одним из следующих способов:

I способ – укладка трубопровода с лежневой дороги, проложенной вдоль траншеи (на болотах II типа);

II способ – сплав трубопровода по заполненной водой траншее;

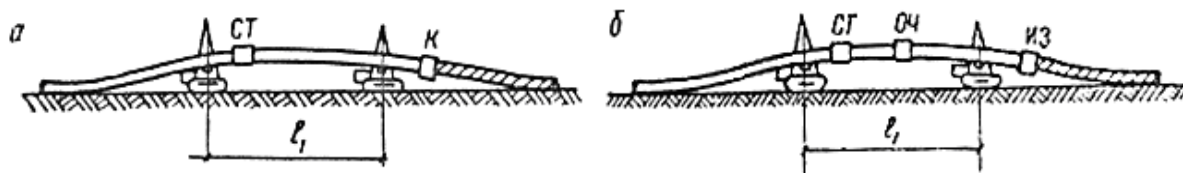
III способ – протаскивание трубопровода по дну траншеи;

В зависимости от типа и глубины болота и несущей способности дороги изоляционно-укладочные работы выполняют совмещенным (очистка, изоляция, нанесение армирующего и оберточного покрытия и укладка изолированного трубопровода в траншею осуществляется в едином технологическом процессе) или раздельным (технологические операции по нанесению изоляционного покрытия опережают операции по укладке трубопровода в траншею) способами.

Целесообразно использовать трубы с заводской или базовой изоляцией. В этом случае, при выполнении укладочных работ следует применять средства малой механизации, которые исключают возможность повреждения изоляционного покрытия: троллейные подвески с катками, облицованными полиуретаном, или снабженные пневмобаллонами; мягкие монтажные полотенца; катковые полотенца. Металлические части этих приспособлений, которые могут оказаться в контакте с трубой, должны быть снабжены прокладками из эластичного материала.

При отсутствии труб с заводской изоляцией изоляционно-укладочные работы можно вести совмещенным или раздельным способом в зависимости от конкретных условий трассы.

Раздельный способ проведения изоляционно-укладочных работ (рисунок 2.11) следует применять при укладке трубопровода с бермы траншеи или лежневой дороги при недостаточно высокой несущей способности грунта с уменьшением расстояния между трубоукладчиками в колонне на 20–30 % по сравнению с данными, которые применяют при нормальных условиях и увеличением числа трубоукладчиков на 1–2 единицы; чтобы обеспечить необходимую устойчивость против опрокидывания.



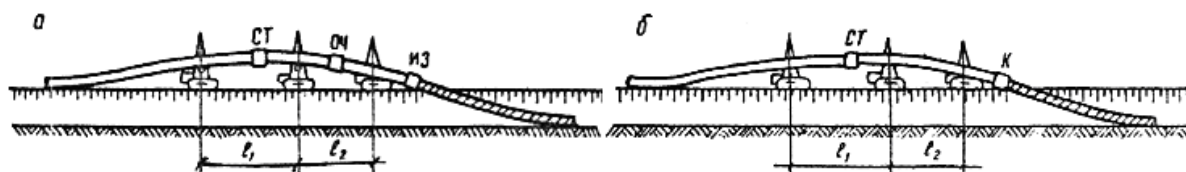
а – при использовании очистной и изоляционной машин; б – при использовании комбайна; ОЧ – очистная машина; ИЗ – изоляционная машина; СТ – сушильная установка; К – комбайн для очистки и изоляции трубопровода; l_1 – расстояние между трубоукладчиками

Рисунок 2.11 – Схема расположения трубоукладчиков и машин в изоляционно-укладочной колонне при раздельном способе производства работ для трубопровода диаметром до 820мм

Максимально допустимое расстояние между очистной и изоляционной машинами – 20 м.

Расстояние между трубоукладчиками для диаметра до 820 мм – $l_1 = 15–20$ м.

При совмещенном способе проведения изоляционно-укладочных работ (рисунок 2.12) в отдельных случаях рекомендуется ставить один трубоукладчик позади изоляционной машины, снабдив его катковым полотенцем.



а – при использовании очистной и изоляционной машин; б – при использовании комбайна; ОЧ – очистная машина; ИЗ – изоляционная машина; СТ – сушильная установка; К – комбайн для очистки и изоляции трубопровода; l_1, l_2 – расстояния между трубоукладчиками

Рисунок 2.12 – Схема расположения трубоукладчиков и машин в изоляционно-укладочной колонне при совмещенном способе производства работ для трубопровода диаметром до 820мм

Расстояние между трубоукладчиками: $l_1 = 15\text{--}20$ м, $l_2 = 10\text{--}15$ м. Максимально допустимое расстояние между очистной и изоляционной машинами – 35 м.

При применении метода сплава очистка, изоляция и укладка трубопровода производится со стационарной площадки совмещенным способом с использованием средств механизации и учетом особенности технологии прокладки.

Прокладка обетонированных трубопроводов на болотах определяется проектом в зависимости от конкретных условий местности, типа, глубины, обводненности болот и времени года.

В зимний период на болотах I и II типов, а также на болотах III типа глубиной до 3 м монтаж и укладка обетонированного трубопровода осуществляется на замерзшую поверхность строительной полосы по оси предварительно образованного канала или траншеи с последующим естественным погружением его на дно в летний период после оттаивания льда за счет собственной массы (бесподъемным способом), а также методом укладки обетонированного трубопровода с замороженной бровки или усиленной зимней дороги с помощью трубоукладчиков в разработанную в мерзлом грунте траншею.

На непромораживаемых болотах II–III типов большой протяженности в весенне-летний период рекомендуется прокладку трубопровода осуществлять с полосы предварительно намывтого грунта или при помощи искусственного намораживания снежно-ледовых дорог для прохода механизированных колонн. Намыв грунта производится заблаговременно средствами гидромеханизации, чтобы к началу производства строительномонтажных работ насыпь полностью стабилизировалась.

Во избежание заноса траншей снегом и смерзания отвала грунта при работе зимой темп разработки траншей должен соответствовать темпу изоляционно-укладочных работ. Технологический разрыв между

землеройной и изоляционно-укладочной колоннами должен быть не более двухсуточной производительности землеройной колонны.

Для уменьшения транспортных нагрузок на зимнюю дорогу на болотах II и III типов изоляцию и укладку рекомендуется выполнять отдельным способом.

В летний период на обводненных равнинных болотах II – III типов рекомендуется прокладка методом сплава на понтонах по обводненной траншее с последовательным наращиванием сплавляемой плети на монтажной площадке, либо методом протаскивания по дну обводненной траншеи, а на болотах I и II типов – укладкой плети в траншею с усиленной временной дороги.

На болотах большой протяженности (более 1000 м) прокладку трубопровода осуществляют методом сплава посредством последовательного наращивания обетонированных труб с приваркой их к концу сплавляемой нитки трубопровода на монтажной площадке. На участках с грунтами, не удерживающими откоса траншеи, обетонированный трубопровод следует укладывать бесподъемным способом. При этом под сваренной нитью трубопровода разрабатывают траншею обратной лопатой или драглайном. По мере рытья траншеи трубопровод под действием собственной массы опускается в траншею.

Технологический процесс методом сплава и протаскивания при прокладке обетонированных трубопроводов аналогичен технологии прокладки этими способами трубопроводов из необетонированных труб.

Таблица 14 – Комплект машин и механизмов для очистки, изоляции и укладки трубопровода методом сплава

Операция технологического процесса	Машины и механизмы	Число машин и механизмов при диаметре трубопровода, мм				
		До 529 включительно	720 – 820	1020	1220	1420
Сопровождение очистной и изоляционной машин, опуск трубопровода в траншею	Трубоукладчики: Т-1224В (ТГ-62)	3	-	-	-	-
	Т-1530В	-	3	2	-	-
	Т-3560М	-	-	3	6	2
Очистка трубопровода	Очистные машины:	2	-	-	-	-
	ОМ-521	-	2	-	-	-
	ОМЛ-4	-	-	2	2	-
	ОМ-121	-	-	-	-	2
	ОМ-1422	-	-	-	-	-
Изоляция трубопровода	Изоляционные машины:					
	ИЛ-521	2	-	-	-	-
	ИЛ-821	-	2	-	-	-
	ИЛ-1422	-	-	2	2	2
Вспомогательные работы	Бульдозер ДЗ-27С	1	1	1	1	1
	Кран-экскаватор Э-652БС	1	1	1	1	1
	Автоцистерна АЦПТ-1,7	1	1	1	1	1
Сушка и подогрев трубопровода	Сушильная установка СТ	1	1	1	1	1

Выбор типа спусковой дорожки для прокладки методом сплава или протаскивания должен производиться с учетом конкретных особенностей участка, характера болот, времени года, наличия механизмов, оборудования и приспособлений.

При прокладке через болото сплавом необетонированных труб рекомендуется использовать трубы с заводской изоляцией. При отсутствии таких труб рекомендуется для трассовой изоляции использовать комбайн.

При сплаве трубопровода методом последовательного наращивания подготовку трубопровода к сплаву рекомендуется осуществлять секциями 100...200 м с учетом диаметра трубопровода и местных условий.

2.5.1 Технологическая последовательность изоляционно–укладочных работ в условиях болот

Технологическая последовательность основных работ по сооружению перехода трубопровода через болото состоит в следующем:

- в створе перехода через болото разрабатывают траншею болотными экскаваторами, канатно-скреперной установкой или взрывным способом;
- на монтажной площадке производят сборку и сварку изолированных труб в секции;
- секции с изолированными на базе стыками раскладывают соосно по 3–5 на мягкие подкладки параллельно створу перехода (на берегу);
- производят сборку и сварку секций в плети с последующим контролем и изоляцией стыков;
- выполняют перенос заготовленной головной плети (с оголовком и скобой для крепления направляющего троса) трубоукладчиками на рольганги с обрезиненными катками, установленными в створе перехода;
- уложенную на рольганги плеть подают по каткам в обводненный канал теми же трубоукладчиками;
- после сплава первой плети в створ перехода подают вторую, которая пристыковывается к концу первой плети;
- стык наращиваемой плети контролируют, зону стыка изолируют;

– плетъ вновь подается в обводненную траншею (на длину пристыкованной плети), затем этот процесс продолжается до полного окончания сплава всего участка перехода.

При применении неизолированных труб на сваренную плетъ насаживают трубоизоляционный комбайн для очистки и изоляции трубопровода. Очистка и изоляция трубопровода производится одновременно с проталкиванием его в траншею. При этом необходимо обеспечить синхронное движение комбайна по трубопроводу с проталкиванием участка в обводненную траншею.

Подготовленную плетъ трубопровода трубоукладчиками или с помощью тяговой лебедки типа ЛП, установленной на противоположном берегу болота, или с помощью болотоходных тракторов-тягачей проталкивают вперед до положения, в котором ее передний конец окажется наплаву в траншее, а задний конец будет опираться на вторую головную опору спусковой дорожки. На освободившуюся часть спусковой дорожки укладывают вторую плетъ, приваривают к первой, контролируют сварной стык, изолируют межплетевой стык или всю плетъ и вновь проталкивают в траншею. Процесс повторяется с каждой последующей плетью до полного сооружения участка трубопровода. При сплаве трубопровода его головной участок следует сопровождать специальной группой на небольших катерах или гусеничных плавающих тягачах типа ГАЗ или ГТТ которая с помощью направляющих канатов регулирует движение головной части плавающего трубопровода.

2.6 Технологическая оснастка нефтепроводов

При строительстве трубопроводов на заболоченных и обводненных территориях Западной Сибири огромное значение имеет надежная балластировка трубопроводов от всплытия. Продольную устойчивость трубопроводов на проектной отметке, прокладываемых на болотах,

обводненных и заболоченных участках трассы, рекомендуется обеспечивать балластировкой железобетонными грузами, плотным (неразжиженным) грунтом или закреплением анкерными устройствами. Средства балластировки и закрепления трубопроводов должны выбираться с учетом гидрогеологических условий районов прохождения трассы и диаметра трубопровода. При этом необходимо учитывать схему прокладки трубопровода; мощность торфяной залежи; прочностные и деформационные свойства подстилающих грунтов; наличие горизонтальных и вертикальных углов поворота; методы и сезон производства строительно-монтажных работ; температурный режим эксплуатации трубопровода.

В настоящее время для балластировки трубопроводов применяются утяжеляющие грузы различных конструкций:

1. Контейнер текстильный (КТ)

Используется для балластировки трубопроводов диаметром 219–1420 мм грунтом на болотах. Заполняется грунтом на трассе или в карьере до монтажа на трубопровод.



Рисунок 2.13 – Контейнер текстильный (КТ)

Преимущества:

- объем грузоперевозок сокращается в 200 ± 250 раз;
- устраняется потребность в железобетонных утяжелителях;

– исключается возможность повреждения изоляционного покрытия трубопроводов при их строительстве и эвакуации, в том числе на участках продольных перемещений трубопроводов

2. Полимерно контейнерное балластирующее устройство ПКБУ

Используется для балластировки трубопроводов диаметром 325...1420 мм, в т. ч. плавающих в обводненной траншее, в т. ч. на болотах при мощности торфяной залежи не более глубины траншеи; заполняется грунтом из отвала после монтажа на трубопровод;

Преимущества:

– объем грузоперевозок сокращается в 100 ...150 раз; стоимость материалов снижается в 2...3 раза;

– исключается возможность повреждения изоляционного покрытия при продольных перемещениях трубопровода в процессе эксплуатации и при монтаже ПКБУ в процессе строительства.



Рисунок 2.14 – Полимерно контейнерное балластирующее устройство ПКБУ

3. Полимерно–панельное балластирующее устройство (ППУ)

Используется: для балластировки и обвалования трубопроводов при подземной и полузаглубленной прокладке; для погружения в грунт всплывшего участка трубопровода с образованием над ним грунтового валика.

Конструктивное решение: Устройство представляет собой две разборные рамки, собираемые в комплект устройства путем размещения элементов рамок в проушинах тканевой части устройства. Тканевая часть устройства состоит из двух неразъемных полотнищ, нижнее из которых служит иловым поясом, верхнее – площадкой для размещения грунта.

Техническая ткань, применяемая для изготовления устройства, должна иметь положительное заключение АО "ВНИИСТ".



Рисунок. 2.15 – Полимерно- панельное балластирующее устройство (ППУ)

Указания по применению:

ППУ монтируют на трубопровод без зазора между смежными конструкциями, минеральный грунт размещают на верхнем полотнище до осыпания грунта за пределы конструкции с образованием грунтового валика высотой не менее 1 метра. При подземной прокладке ППУ монтируют на трубопровод поштучно с расчетным шагом.

Седловидные железобетонные грузы используют для балластировки трубопроводов диаметром от 273 до 1420 мм, при переходе через болота с мощностью торфа не превышающей 1...1,5 метра, при соблюдении условий, обеспечивающих их устойчивое положение на трубопроводе (рис. 26.). Главным недостатком является то, что центр тяжести конструкции расположен выше оси трубопровода. Это приводит к тому, что при смещении

груза в плоскости, перпендикулярной к оси трубопровода, положение равновесия нарушается и груз опрокидывается. Недостатком также является малое сопротивление изгибающим напряжениям и деформациям в самом узком месте – вершине седла.

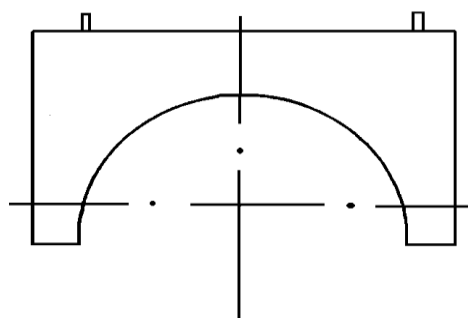


Рисунок 2.16 – Седловидный железобетонный груз

Утяжелитель типа УБО (рисунок 2.17) представляет собой два железобетонных блока со скосами, соединенными между собой двумя силовыми поясами. Скосы на блоках выполнены для обеспечения возможности установки их на трубопровод в минимальные по габаритам траншеи. Груз типа УБО применяется для баллаستировки трубопроводов на переходах через болота различных типов и малые водостоки, вогнутых и выпуклых кривых и прямолинейных участках, прилегающих к ним; на углах поворота в горизонтальной плоскости и участках выхода трубопровода на поверхность.

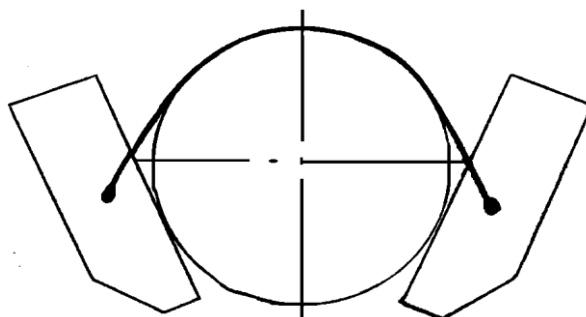
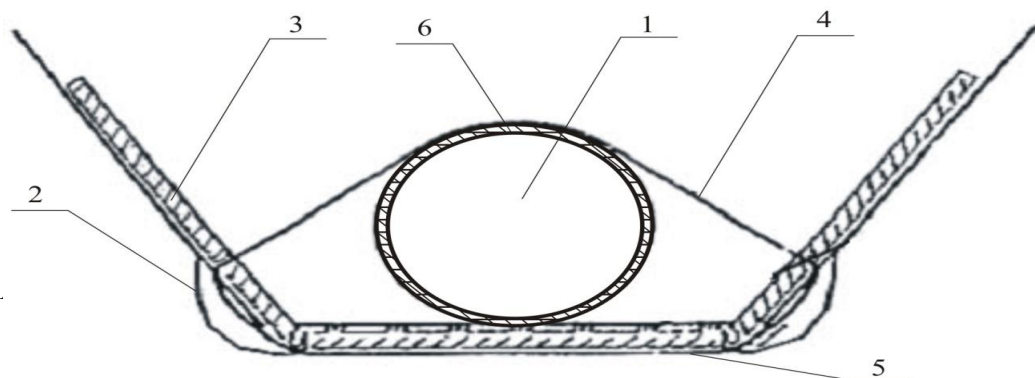


Рисунок 2.17 – Утяжелитель типа УБО

К числу утяжелителей охватывающего типа относится утяжелитель типа УБГ (рисунок 2.18), представляющий собой емкость, образуемую тремя прямоугольными плитами, шарнирно соединенными между собой, и заполняемую грунтом засыпки. Боковые плиты конструкции должны иметь сквозные отверстия или анкерные элементы, через которые проходят или к которым крепятся два мягких соединительных пояса.

При использовании данного типа утяжелителей в балластирующей массе (суммарная расчетная нагрузка, действующая вниз) должна учитываться стабилизированная масса грунта засыпки в границах железобетонной емкости.



1 – нефтепровод; 2 – приямок в траншее для установки утяжелителя;

3 – шарнирно-соединенные плиты; 4 – силовой соединительный пояс;

5 – дно траншеи; 6 – футеровочный материал

Рисунок 2.18 утяжелитель типа УБГ

Утяжелитель седловидный самозакрепляющийся УСС. Состоит из седловидного железобетонного П-образного блока с проемами в опорах, в каждом из которых смонтирован железобетонный прижимной элемент с криволинейной поверхностью, контактирующей с трубопроводом (рис. 29.). Груз может применяться для балластировки трубопроводов, прокладываемых в условиях обводненной и заболоченной местности, а также на переходах через малые водные преграды.

К недостаткам этого типа утяжелителей относятся:

- трудоемкость изготовления;
- необходимость дополнительной изоляции, покрывающей при монтаже;
- сложность навески грузов УСС.

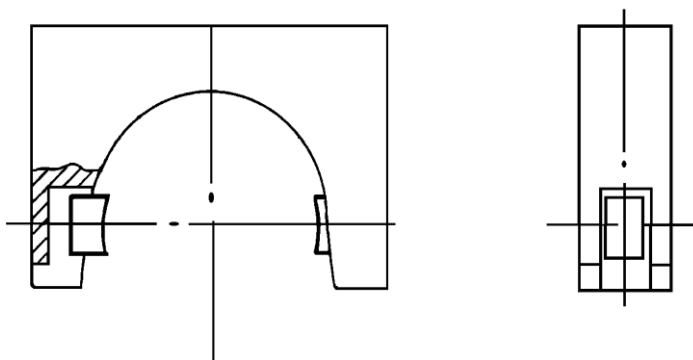


Рисунок 2.19 – Утяжелитель седловидный самозакрепляющийся

Утяжелитель клиновидный болотный УБК (рисунок 2.20) можно использовать для баллаستировки трубопроводов взамен седловидных грузов на переходах через болота с мощностью торфа, не превышающей глубины траншеи. Клиновидный груз обладает повышенной устойчивостью на трубопроводе. При установке на изоляционный трубопровод полимерного покрытия, оно не нарушается. Технология и трудоемкость клиновидных грузов как на трубопроводных грузах, при этом используется тоже серийно выпускаемое промышленностью грузоподъемное оборудование.

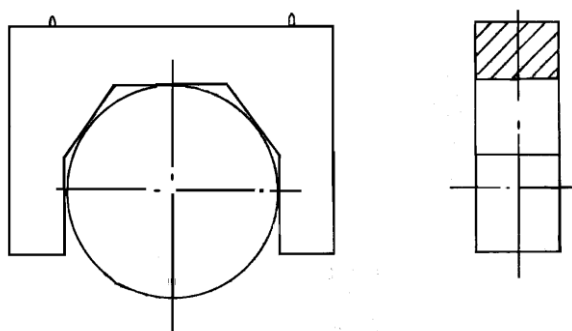


Рисунок 2.20 – Утяжелитель клиновидный болотный

Кольцевые утяжелители должны состоять из двух полуколец охватывающего типа (чугунные, железобетонные), соединяющихся между собой посредством болтов (шпилек) и гаек. Навеска и закрепление утяжелителей должны производиться на твердом грунтовом основании (берегу, берме траншеи, дамбе – в зависимости от участка трассы) в условиях, соответствующих требованиям безопасности и охраны труда.

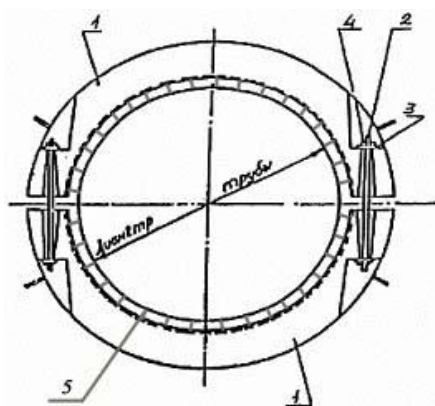


Рисунок 2.21 – Железобетонный утяжелитель типа УТК

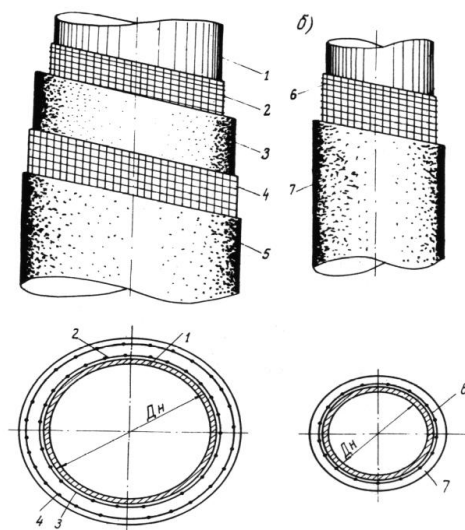
Сплошное бетонное покрытие. Конструкция обетонированной трубы должна состоять из стальной трубы и бетонного покрытия с армирующей сеткой. Бетонное покрытие (толщина, марка бетона, вид заполнителя, армирующая сетка), а также способ нанесения: торкретирование, сборно-разборная или скользящая опалубка должны определяться техническими требованиями заказчика к условиям эксплуатации балластируемого участка трубопровода, толщина и конструкция антикоррозийного изоляционного покрытия на этом участке должны определяться требованиями действующих нормативов и настоящих ВСН.

Для обетонирования должны использоваться трубы, соответствующие действующим стандартам и нормативным документам.

Для уменьшения изгибной жесткости обетонированных труб бетонное покрытие должно иметь кольцевые прорезы. Необходимость такого конструктивного решения должна определяться проектной организацией по

результатам определения напряжений в стенках стальной трубы в необетонированных зонах.

Конструкция покрытия бетонного, утяжеляющего типа ПЖУ представлена на рисунке 2.22.



а) для нефтепроводов диаметром 700 ...1000 мм;

б) для нефтепроводов диаметром 500 мм и меньше

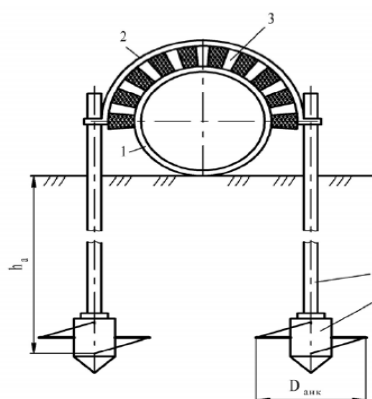
1— труба с изоляционным покрытием; 2— первый слой арматурной сетки; 3— бетон толщиной 50...70 мм; 4 — второй слой арматурной сетки;

5— защитный слой бетона толщиной 20...25мм; 6— арматурная сетка; 7— бетон.

Рисунок 2.22 – Конструкция монолитного бетонного покрытия

Одним из наиболее экономичных способов обеспечения устойчивого положения трубопроводов на проектных отметках является закрепление их анкерными устройствами.

Винтовое анкерное устройство ВАУ (рисунок 2.23.) применяются для закрепления трубопроводной нитки, прокладываемой наземно, в насыпях и подземно на заболоченных и периодически затопляемых участках с устойчивыми подстилающими грунтами, обеспечивающими закрепление в них винтовых анкеров и установку анкерных устройств.



1 – трубопровод; 2 – силовой пояс; 3 – футеровочный мат; 4 – штанга анкерная;
5 – винтовая лопасть.

Рисунок 2.23 – Схема закрепления трубопровода винтовым анкерным устройством.

Сварные анкера раскрывающегося типа АР-401 (рисунок 2.24).

Способ основан на использовании прочностных свойств и продольной жесткости самого трубопровода, позволяющих балластировать его сосредоточенными нагрузками в несколько десятков тонн.

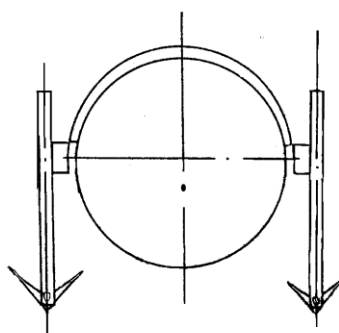


Рисунок 2.24 – Сварные анкера раскрывающегося типа

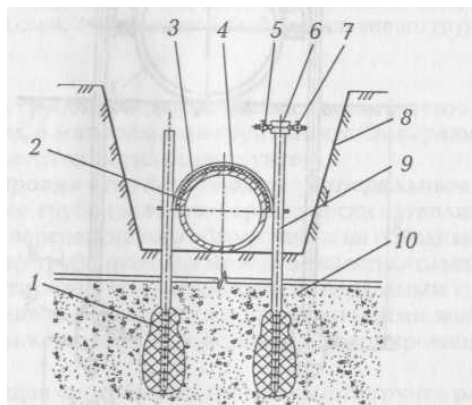
Основными преимуществами, способствующими широкому внедрению анкерных устройств в трубопроводное строительство являются:

- быстрота их доставки и установки;
- возможность заглубления анкера без нарушения грунта;

- незначительный собственный вес по сравнению с развиваемой удерживаемой силой;
- небольшая стоимость.

Для закрепления трубопровода на проектных отметках могут также использоваться анкер-инъекторы (рисунок 2.25.).

Внедрение анкер-инъекторов производят на расчетную глубину 4...8 м в зависимости от свойств грунта. После внедрения осуществляют инъектирование вяжущего продукта в грунт через тяги анкера, перфорированные в нижней части. Вяжущий продукт закачивают через сменный разъемный оголовок.



- 1– инъектируемый вяжущий продукт "корень анкера"; 2– трубопровод;
 3– силовой пояс; 4 – защитный коврик и футеровочный мат;
 5– штуцер для подачи вяжущего; 6– корпус сменного оголовка;
 7– штуцер для подачи вяжущего; 8– траншея трубопровода; 9– тяга анкера; 10–
 минеральный грунт

Рисунок 2.25 – Способ балластировки трубопровода анкер-инъекторами

В качестве закрепляющего вяжущего вещества могут быть использованы нефтяные битумы и мастики, цементные растворы, силикаты натрия, различные смолы и другие жидкие водонерастворимые быстротвердеющие вещества.

Закачиваемое через тягу анкера закрепляющее вяжущее вещество постепенно затвердевает и образует "корень" анкера, длина и диаметр которого определяют несущую способность анкерного устройства.

Анкерную тягу приваривают к силовому поясу (силовой пояс – полосовая углеродистая или низколегированная сталь). Анкерные тяги и силовой пояс изолируются липкими полимерными лентами в два слоя.

Для повышения удерживающей способности винтовых анкерных устройств также можно закачивать закрепляющее вяжущее вещество через тягу анкера, представляющего собой перфорированную трубу диаметром 57...76 мм. При этом происходит восстановление структуры грунта, разрушенной винтовым наконечником анкерного устройства. После затвердевания вяжущего вещества водоустойчивость и удерживающая способность грунта значительно увеличиваются.

Балластировку трубопровода с помощью анкер-инъекторов и ВАУ с повышенной удерживающей способностью можно применять на обводненных прямолинейных и криволинейных участках как в летнее, так и в зимнее время. Закрепление трубопроводов осуществляют на болотах с глубиной, равной глубине траншеи или меньше неё, и с подстилающими минеральными грунтами, обеспечивающими надежную работу анкеров, а также на пойменных и периодически обводняемых участках. Эти способы балластировки трубопроводов разработаны и запатентованы ХНИЛ "Трубопроводсервис" и кафедрой "Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ" УГНТУ. Разработаны отраслевые руководящие инструкции по балластировке трубопроводов с применением анкер-инъекторов и ВАУ с повышенной удерживающей способностью: РД39Р-00147105-028-02 и РД39Р-00147105-029-02

2.7 Очистка полости трубопровода

Очистка полости подземных трубопроводов должна производиться после укладки и засыпки.

Очистка полости трубопроводов выполняется одним из следующих способов [5]:

- промывкой с пропуском очистных поршней или поршней-разделителей;
- продувкой с пропуском очистных поршней, а при необходимости и поршней-разделителей;
- продувкой без пропуска очистных поршней.

Промывке с пропуском очистных поршней или поршней-разделителей следует подвергать трубопроводы, испытание которых предусмотрено в проекте гидравлическим способом. При промывке трубопроводов перед очистными поршнями или поршнями-разделителями должна быть залита вода в объеме 10–15% объема полости очищаемого участка. Скорость перемещения очистных поршней или поршней-разделителей при промывке должна быть не менее 1 км/ч [5].

Продувке с пропуском очистных поршней должны подвергаться трубопроводы диаметром 219 мм и более, укладываемые подземно и наземно. При продувке очистные поршни пропускаются по участкам трубопровода протяженностью не более, чем расстояние между линейной арматурой под давлением сжатого воздуха или газа, поступающего из ресивера (баллона), создаваемого на прилегающем участке. Продувка считается законченной, когда после вылета очистного устройства из продувочного патрубка выходит струя незагрязненного воздуха или газа. Если после вылета очистного устройства из трубопровода выходит струя загрязненного воздуха или газа, необходимо провести дополнительную продувку участка. Если после вылета очистного устройства из продувочного

патрубка выходит вода, по трубопроводу дополнительно следует пропустить поршни-разделители [5].

Продувке без пропуска очистных поршней подвергаются трубопроводы диаметром менее 219 мм скоростными потоками воздуха или газа, подаваемыми из ресивера, созданного на прилегающем участке.

Очистка полости переходов через водные преграды должна производиться путем пропуска эластичных поршней-разделителей следующим образом [5]:

- на газопроводах — промывкой, осуществляемой в процессе заполнения водой для предварительного гидравлического испытания, или продувкой, осуществляемой до испытания переходов;
- на нефтепроводах — промывкой, осуществляемой в процессе заполнения трубопровода водой для гидравлического испытания переходов.

2.8 Испытание нефтепровода

Очистку полости трубопровода, испытание на прочность и проверку на герметичность осуществляют по специальной инструкции, отражающей местные условия работ, под руководством комиссии, состоящей из представителей генерального подрядчика, субподрядных организаций, заказчика, назначенной совместным приказом генерального подрядчика и заказчика или на основании совместного приказа их вышестоящих организаций.

Испытание трубопровода на прочность и проверку на герметичность произвести одновременно с прилегающими участками категорий (если требования об испытании в два этапа специально не оговорены проектом).

Испытанию подвергается уложенный трубопровод. Испытательное давление должно составлять в нижней точке $P_{зав}$, в верхней точке не менее $1,25 P_{раб}$. Время выдержки трубопровода под испытательным давлением 24 часа.

После испытания трубопровода на прочность давление снижают до рабочего и выдерживают трубопровод под данным давлением не менее 12 часов для проверки на герметичность.

Трубопровод считается выдержавшим испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время испытания трубопровода на прочность давление осталось неизменным, а при проверке на герметичность не обнаружены утечки.

2.9 Защита нефтепроводов от коррозии

Кроме защитных покрытий основная нитка нефтепровода оборудуется катодной защитой от коррозии.

Сущность катодной защиты заключается в искусственной поляризации катода таким образом, чтобы его потенциал, по крайней мере, стал равным потенциалу анода коррозионной пары. Это можно сделать, подключив к двухэлектродной (катод–анод) коррозионной паре третий электрод с более отрицательным потенциалом. В результате такой поляризации катода работа коррозионной пары прекращается. Однако это может быть лишь при определенном более отрицательном потенциале и соответствующей силе защитного тока.

Рассмотрим случай поляризации постоянным током. Такая схема поляризации называется катодной защитой магистрального трубопровода. Трубопровод, расположенный в грунте, является катодом по отношению к электролиту, заполняющему в той или иной мере поры грунта.

Соответственно грунт является анодом по отношению к трубопроводу. Отрицательный полюс источника тока подключается к трубопроводу (катод), а положительный – к специально устраиваемому заземлению (анод) (рисунок 2.26.).

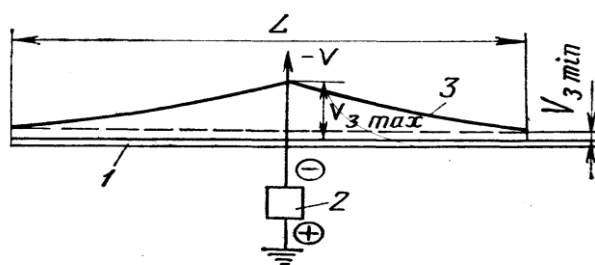


Рисунок 2.26 – Схема катодной защиты

Источник тока 2 называют станцией катодной защиты (СКЗ). Каждая станция в зависимости от коррозионных свойств грунта, качества изоляции, мощности самой станции может защитить трубопровод 1 на участке определенной длины L . В пределах этой длины защитный потенциал, создаваемый СКЗ, обеспечивает отсутствие на катоде (трубопроводе) электрохимической коррозии. В то же время анод (заземление) вследствие активизации анодного процесса интенсивно разрушается.

Изображенная на рис. 36 кривая 3 характеризует распределение защитной разности потенциалов V в пределах длины участка L (труба грунт). Наибольшее значение $V_{3 \max}$ фиксируется обычно напротив анода, т.е. заземления. Эффективно защитный потенциал может выполнять свое назначение только в том случае, если он не меньше определенного, так называемого, минимального защитного потенциала $V_{3 \min}$.

Отметим, что смещение защитного потенциала в область более отрицательных значений не оказывает существенного влияния на коррозию металла. Но при чрезмерном увеличении V по сравнению с $V_{\min}$ между изоляцией и поверхностью металла скапливается водород, выделяющийся в результате катодного процесса. Это может привести к отслоению изоляции и ухудшению защитных свойств покрытия. Таким образом, можно сказать, что качество покрытия оказывает существенное влияние на параметры катодной защиты. Чем лучше качество покрытия, тем требуется меньший защитный потенциал, тем большую длину участка L можно защитить от одной станции,

и наоборот чем больше повреждений на изоляционном покрытии, тем меньше длина защищаемого участка L .

2.10 Засыпка траншеи в таежно-болотистой местности

Трубопровод должен засыпаться непосредственно вслед за изоляционно-укладочными работами не позже трех суток после его укладки. Засыпка уложенного трубопровода грунтом из разровненного отвала производится поперечными проходами бульдозера.

Засыпку траншеи при значительной высоте отвала следует выполнять проходами бульдозера, направленными под углом к отвалу, с окончательной засыпкой и зачисткой прямыми поперечными проходами.

На болотах I и II типов засыпка траншей может выполняться бульдозерами на болотном ходу, роторными траншеезасыпателями, либо экскаватором—драглайном на уширенном или обычном ходу, перемещающимся по сланям на отвалах грунта.

3. Технологии повышения надежности газонефтепроводов в болотистой местности

3.1 Новые способы прокладки трубопроводов и их техническое обоснование

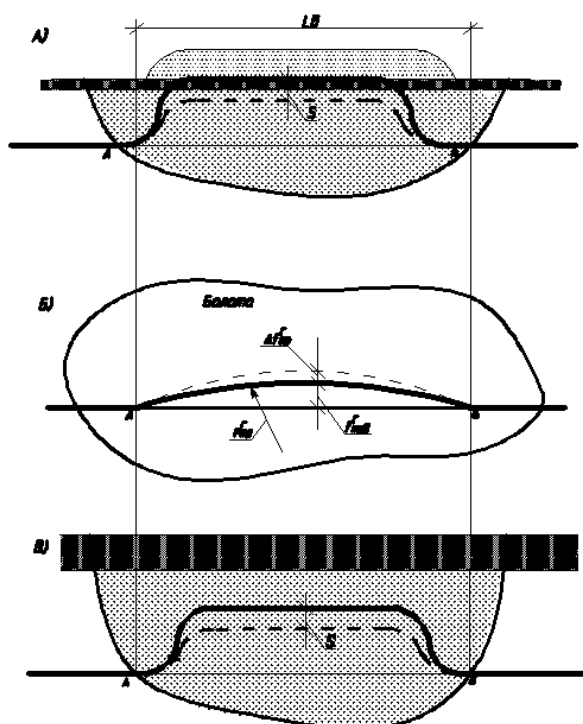
Технические решения для наземных в насыпи и подземных трубопроводов на болотах, позволяющие исключить развитие дополнительных напряжений в трубе при её осадке в торфе, были разработаны и запатентованы в России [24]. Суть решений в том, что в местах перехода их минерального грунта в торф и наоборот профиль продольной оси трубопровода в исходном положении должен быть в относительном смысле зеркальным отражением эпюры прогибов трубопровода y (рисунок 3.1). При наземной в насыпе прокладке трубопровода на переходе через болото переход из подземного в наземный способ и наоборот следует осуществлять по кривым поворота с минимально допустимым из условия прочности начальным радиусом упругого изгиба трубопровода (рисунок 3.1, а). Кривые поворота нужно расположить в слое торфа и обеспечить совмещение их начала с краями болота (сечение А и Б). В горизонтальной плоскости трубопровод следует уложить по поверхности болота под насыпью также с искривлением продольной оси упругим изгибом трубы по большому радиусу с расположением вершины поворота примерно посередине перехода через болота (рисунок 3.1, б).

Если на переходе через болото трубопровод остается в подземном варианте, то вертикальные кривые изменения продольной оси трубы необходимо оставить в слое торфа (рисунок 3.1, в).

Рассмотрим подробнее более общий случай прокладки трубопровода на переходе через болота наземно в насыпи.

После определения местоположения края болота (точка А), трубопровод упругим изгибом трубы выводится из подземного в наземный

вариант прокладки по поверхности болота (рисунок 3.1). Упругий изгиб трубы создается отрывкой траншеи по заданному профилю. Кривая поворота АС состоит из двух участков АМ и МС, начальный радиус упругого изгиба которых вертикальной плоскости ρ_{tr}^B является минимальным из условия прочности трубы от расчетных эксплуатационных воздействий. В любом случае ρ_{tr}^B при первом поверочном расчете можно принимать равным ρ_{min} из таблицы 5 СНиП III-42-80.



В горизонтальной плоскости трубопровод также упругим изгибом трубы прокладывают по поверхности болота с искривлением оси по большому радиусу порядка

$$\rho_{tr}^{\Gamma} = 2000 - 4000 \text{ м.}$$

Рисунок 3.1– Принципиальные схемы к новым методам прокладки трубопроводов на переходах через болота.

Технология производства работ по данному методу строительства не отличается от традиционной. Способ не требует применения кривых вставок искусственного гнутья, приданию трубопроводу выпуклой формы для создания в нем предварительных растягивающих напряжений,

использования утяжелителей. Сооружение трубопровода осуществляется обычным порядком стандартной строительной техникой.

Как правило, трубопроводы через болота прокладывают на севере зимой. В летнее время, по мере оттаивания болота, труба вместе с насыпью начинает перемещаться вниз. Величина осадки S зависит от диаметра трубопровода, мощности насыпи над трубой и торфа под трубой, от физико-механических характеристик торфа и т. д.

Следующим важным этапом является пуск трубопровода в эксплуатацию. При подаче продукта с положительной температурой труба за счет давления Δp и температурного перепада Δt° удлиняется на некоторую величину. Удлинение трубы реализуется ее поперечным перемещением по поверхности торфа над насыпью, при этом стрелка прогиба изменяется от f_{mp}^I до $f_{mp}^I + \Delta f_{mp}^I$ (рисунок 3.1, б) [24].

В конечном итоге трубопровод перемещается одновременно вниз и в сторону, причем интенсивные перемещения по вертикали соответствуют периоду таяния торфа под трубой и насыпью, а по горизонтали – периоду пуска трубопровода в эксплуатацию. В результате трубопровод занимает новое положение, показанное на рисунках и штриховой линией.

Фактический участок трубопровода в пределах болота по данному способу прокладки является компенсатором, что положительно сказывается на работе трубопровода. Основание компенсатора ОА заземлено в минеральном грунте (рисунок 3.2), а его деформируемая часть располагается в торфе под насыпью. Известно, что сопротивление торфа и насыпи поперечному перемещению трубы много меньше, чем минерального грунта природного сложения. Этот фактор используется для снижения напряженно-деформированного состояния (НДС) трубопровода от эксплуатационных нагрузок и воздействий.

Показатели НДС определяют на стадии проектирования трубопровода подбором минимального радиуса изгиба ρ_{mp}^B расчетом на внутренние воздействия Δp и Δt° . При этом начальный радиус его упругого

изгиба в вертикальной плоскости ρ_{tr}^B по мере осадки трубы только увеличивается,

следовательно, напряженные состояния трубы будут уменьшаться. Перемещаясь в положение, показанное штриховой линией, трубопровод в период эксплуатации как бы разгружается, изгибные напряжения в его стенке уменьшаются, соответственно надежность конструкции возрастает [8].

В следующем разделе будут исследоваться напряженно-деформированные состояния участков прокладываемых подземно новым и традиционными способами. Результаты расчетов дадут наглядное представление, является ли новый способ прокладки нефтепровода более оптимальным.

3.2 Исследование напряженно-деформированного состояния участка магистрального нефтепроводов, прокладываемых новым и традиционным способами

Для определения в стенке трубы напряжений, превышающих допустимые, и установления диапазона изменения численных характеристик процессов, влияющих на деформацию, проводится расчет напряжений (на прочность), возникающих в нефтепроводе, прокладываемого на болоте, с помощью программного продукта ANSYS.

Исследуется схема участка нефтепровода со следующими параметрами:

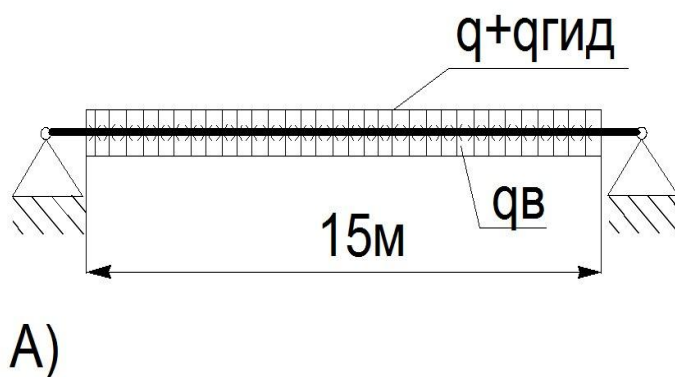
- продукт перекачки – нефть;
- длина трубы – $L=15$ м;
- рабочее давление, $P=3,7$ [МПа];
- наружный диаметр, $D_n=1220$ [мм];
- марка стали–08Г1НФБ (К60);
- временное сопротивление, $R_{1n}=590$ [МПа];

- коэффициент надежности по материалу, $K_1 = 1,47$;
- категория участка трубопровода – III;
- изоляция трубопровода принята заводская с двухслойным полиэтиленовым покрытием нормального исполнения 1-го типа по ОТТ-04.00-27.22.00-КТН-005-01-03, толщиной не менее 3 мм;
- радиус изгиба – 1500 м;
- плотность перекачиваемого продукта – $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$.

На нефтепровод, кроме рабочего давления, действуют следующие нагрузки: распределенная нагрузка от веса самой трубы с изоляцией, нагрузка от перекачиваемой нефти, выталкивающая сила воды, гидростатическое давление.

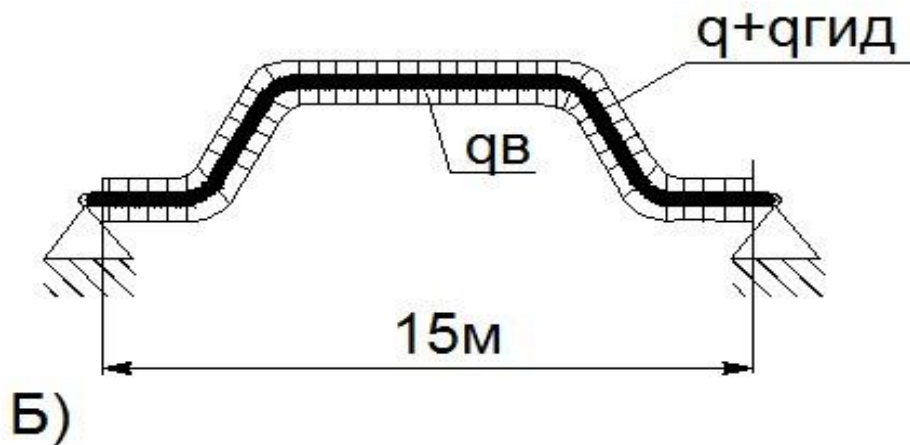
Принимаются допущения: не учитывается температурный перепад стенок трубы.

На рисунках 3.3, 3.4 представлены расчетные схемы нефтепроводов, прокладываемых подземно прямолинейно и новым способом.



q – нагрузка от веса самой трубы с изоляцией и перекачиваемой нефтью; $q_{\text{гид}}$ – гидростатическое давление; $q_{\text{в}}$ – выталкивающая сила воды

Рисунок 3.3 – Расчетная схема нефтепровода, прокладываемого подземно прямолинейно



q — нагрузка от веса самой трубы с изоляцией и перекачиваемой нефтью; $q_{гид}$ — гидростатическое давление; $q_{вод}$ — выталкивающая сила воды

Рисунок 3.4 – Расчетная схема нефтепровода, прокладываемого подземно новым способом

Расчетные нагрузки.

Нагрузка от собственного веса металла трубы:

$$q_m = n_{св} \cdot \gamma_m \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_H^2 - D_{вн}^2); \quad (3.1)$$

где $n_{св} = 0,95$ — коэффициент надежности по нагрузкам при расчете на продольную устойчивость и устойчивость положения;

γ_m — удельный вес металла, из которого изготовлены трубы, для стали $\gamma_m = 78500 \text{ Н/м}^3$.

$$q_m = 0,95 \cdot 78500 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (1,220^2 - 1,196^2) = 3394,463 \text{ Н/м}.$$

Нагрузка от собственного веса изоляции для подземных трубопроводов [20]:

$$q_{и} = n_{св} \cdot \pi \cdot D_H \cdot g \cdot (K_{ин} \cdot \delta_{ин} \cdot \rho_{ин} + K_{об} \cdot \delta_{об} \cdot \rho_{об}); \quad (3.2)$$

$$\text{или } q_u = 0,1 \cdot q_m; \quad (3.3)$$

где $K_{ин} = K_{об} = 2,30$ – коэффициент, учитывающий величину нахлеста для двухслойной изоляции;

$\delta_{ин} = 0,635$ мм, $\rho_{ин} = 1046$ кг/м³ – соответственно толщина и плотность изоляции; $\delta_{об} = 0,635$ мм, $\rho_{об} = 1028$ кг/м³ – соответственно толщина и плотность оберточных материалов.

$$\begin{aligned} q_u &= 0,95 \cdot 3,14 \cdot 1,22 \cdot 9,81 \cdot (2,3 \cdot 0,635 \cdot 10^{-3} \cdot 1046 + 2,3 \cdot 0,635 \cdot 10^{-3} \cdot 1028) = \\ &= 108,139 \text{ Н / м}; \\ q_u &= 0,1 \cdot q_m = 339,446 \text{ Н / м}; \end{aligned}$$

Принимаем большее значение.

Нагрузка от веса нефти, находящейся в трубе единичной длины:

$$q_{np} = \rho_p \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D_{вн}^2}{4} = 0,85 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot \frac{3,14 \cdot 1,196^2}{4} = 9363,106 \text{ Н / м}.$$

Суммарная нагрузка металла самой трубы с изоляцией и перекачиваемой нефти:

$$q_{тр} = q_m + q_u + q_{np}, \text{ Н / м}; \quad (3.4)$$

$$q_{тр} = 3394,463 + 339,446 + 9363,106 = 13097,015 \text{ Н / м}.$$

Выталкивающая сила, действующая со стороны воды:

$$q_v = \frac{\pi}{4} \cdot D_n^2 \cdot \rho_v \cdot g; \quad (3.5)$$

$$g_v = 0,25 \cdot 1,220^2 \cdot 1100 \cdot 9,81 = 4015 \text{ Н/м}$$

Гидростатическая нагрузка, на трубу:

$$g_{\text{гидр}} = \rho \cdot g \cdot h_0 \quad (3.6)$$

$$g_{\text{гидр}} = 1100 \cdot 9,81 \cdot 2,320 = 25035 \text{ Н/м}$$

После моделирования оболочки трубы, задаем нагрузки рассчитанные ранее.

В результате получаем следующие изображения распределения напряжений и деформаций (рисунки 3.5-3.8).

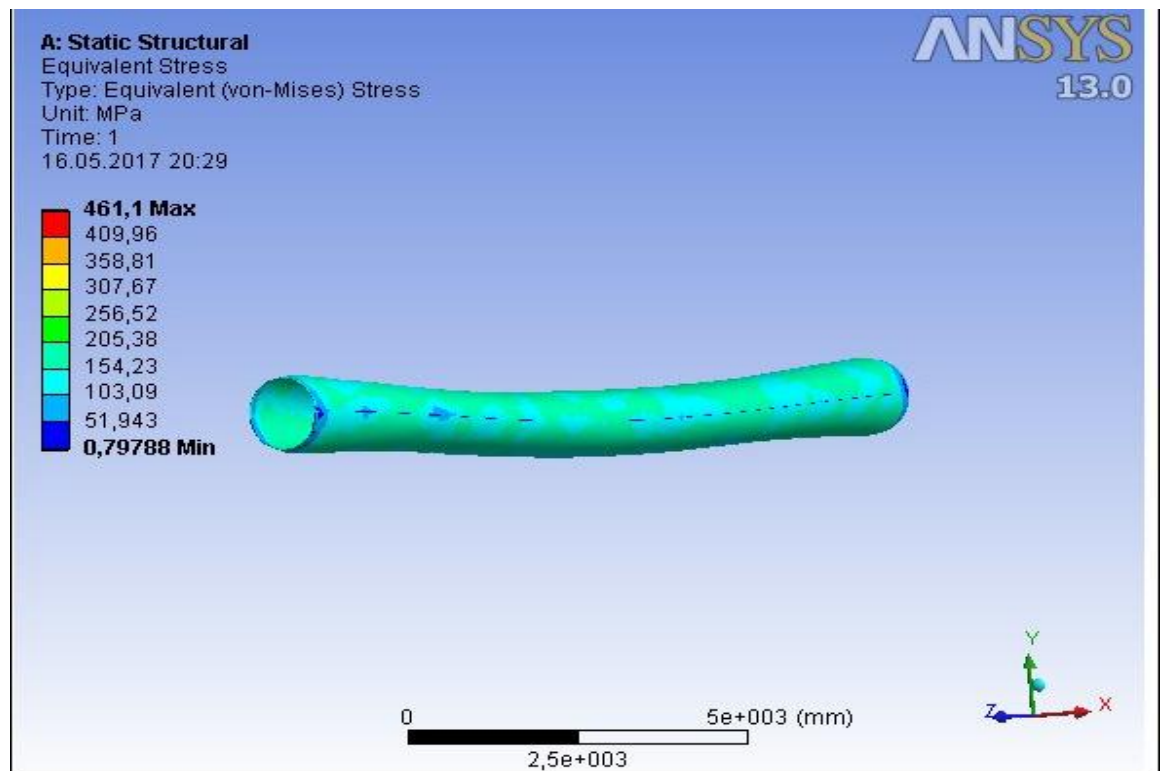


Рисунок 3.5 – Расчетные напряжения по Мизесу трубопровода, прокладываемого прямолинейно, подземно.

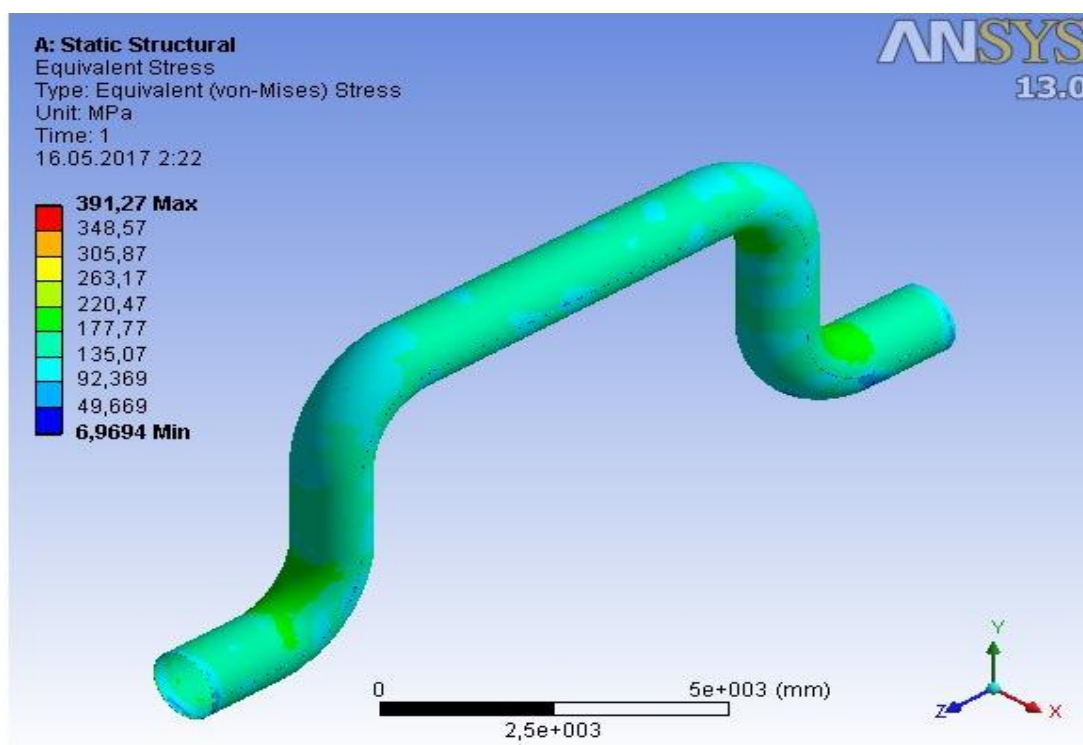


Рисунок 3.6 – Расчетные напряжения по Мизесу трубопровода, прокладываемого новым способом подземно.

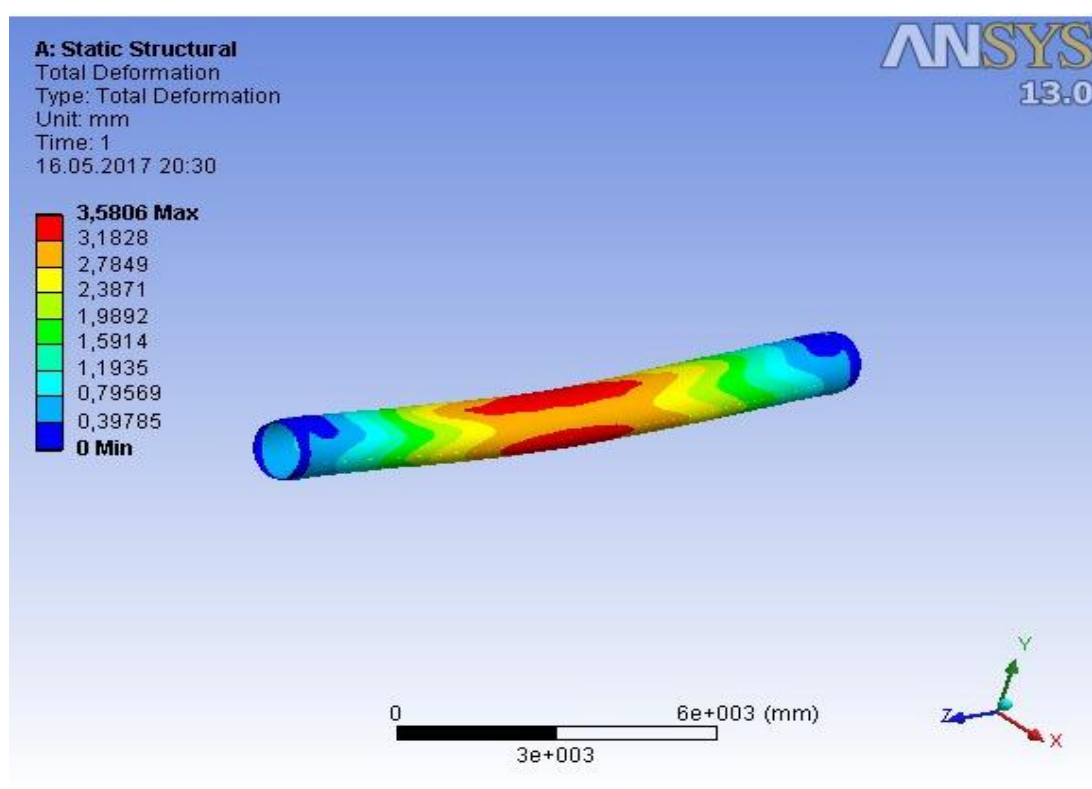


Рисунок 3.7 – Суммарные перемещения трубопровода, прокладываемого прямолинейно, подземно

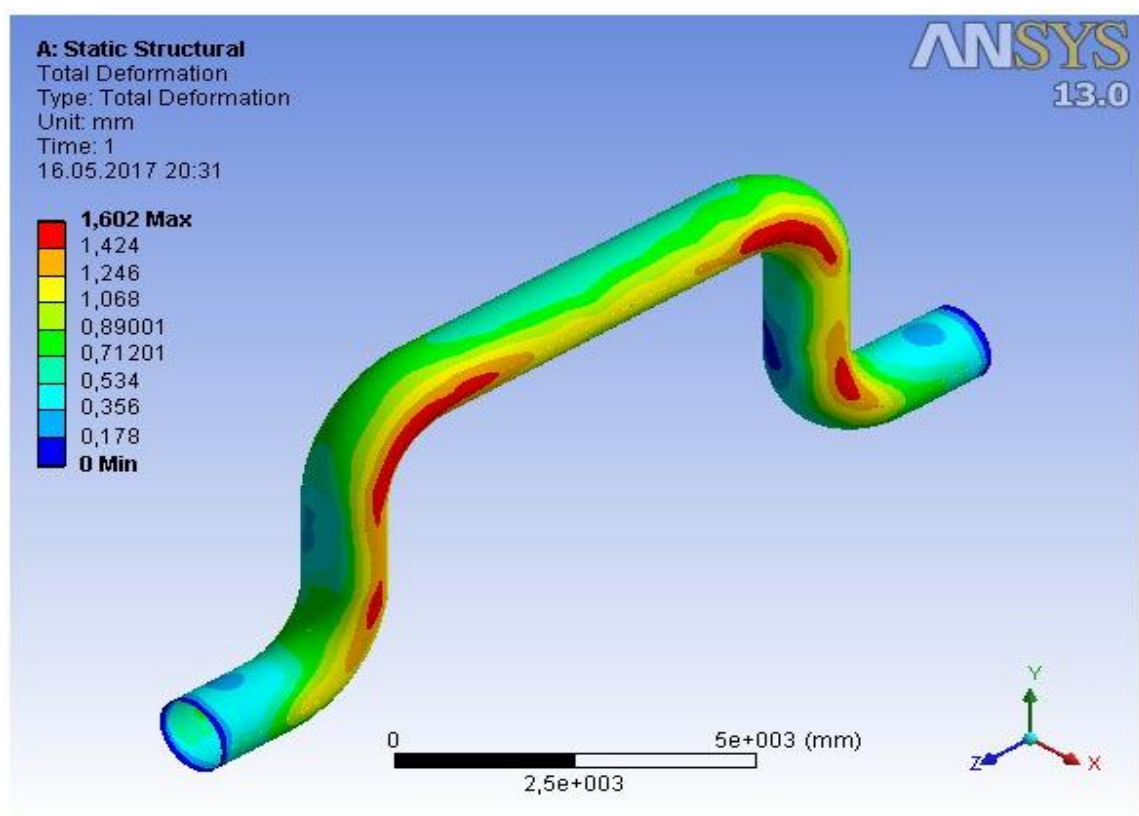


Рисунок 3.8 –Суммарные перемещения трубопровода, прокладываемого новым способом подземно

Максимальные расчетные напряжения по Мизесу и суммарное перемещения для двух рассчитываемых случаев сведены в таблице. 3.1.

Таблица 3.1. Результаты расчетов для трубопроводов, прокладываемых новым и традиционными способами

Название	Максимальное напряжение по Мизесу, МПа	Максимальное суммарное перемещения, м
Трубопровод, прокладываемый подземно, прямолинейно	461	0,0036
Трубопровод, прокладываемый новым способом	391	0,0016

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- наиболее опасное сечение нефтепровода находится в месте перехода из одной среды в другую; здесь наблюдаются максимальные напряжения, снижающие уровень надежности нефтепровода;
- суммарные перемещения переменны по длине трубы, и существенно зависят от действия распределенных нагрузок от веса самой трубы и перекачиваемой нефти, а также гидростатического давления и выталкивающей силы воды. Наиболее опасное сечение находится в центре нефтепровода;
- расчетные напряжения по Мизесу у нефтепровода, прокладываемого новым способом меньше, чем у нефтепровода, прокладываемого традиционным способом. Следовательно, нефтепровод, прокладываемый новым способом выполняет роль компенсатора, что положительно сказывается на работе трубопровода. Новый способ прокладки газонефтепроводов на болоте является перспективным способом.

3.3 Балластировка трубопровода

Трубопровод, укладываемый в болотистом и обводненном грунте, должен быть закреплен против всплытия, если он имеет положительную плавучесть. Трубопровод закрепляют одиночными утяжеляющими железобетонными и чугунными грузами, сплошным обетонированием, металлическими винтовыми анкерными устройствами из асыпкой минеральным грунтом. Проверка против всплытия трубопроводов, прокладываемых на обводненных участках, выполняется по расчетным нагрузкам и воздействиям из условия [24]:

$$B \geq K_m (K_{H.B.} \cdot q_B - q_{T.P.} - q_{Доп.}), \quad (3.7)$$

– где B – необходимая величина пригрузки или расчетного усилия анкерного устройства, приходящаяся на трубопровод длиной 1м; K_m – коэффициент безопасности по материалу, принимаемый равным для анкерных устройств 1; для железобетонных, чугунных грузов 1,05; при сплошном обетонировании в опалубке 1,07; при сплошном обетонировании методом торкретирования 1,1; при балластировке грунтом; $K_{K.B}$ – коэффициент надежности при расчете устойчивости положения трубопровода против всплытия, принимаемый равным для болот и периодически заливаемых участков 1% обеспеченности $K_{K.B} = 1,05$ [24]; $q_{дон}$ – расчетный вес продукта на воздухе, дополнительных обустройств вводе, а также обледенения вводе при транспортировке продукта с отрицательной температурой; $q_с$ – расчетная выталкивающая сила воды, действующая на трубопровод (с учетом изоляции), определяемая по формуле:

$$q_B = 0,8 D_{Tp}^2 \cdot \gamma_B; \quad (3.8)$$

D_{Tp} – наружный диаметр трубы с учетом изоляционного покрытия;

– $\gamma_с$ – объемный вес воды с учетом растворенных солей и взвешенных частиц грунта;

$$\gamma_с = 1100 \div 1150 \text{ кгс/см}^3;$$

– q_{Tp} – расчетный вес трубопровода (с учетом изоляции) на воздухе,

$$q_{Tp} = q_{с.в} + q_{из}, \text{ Н/м}; \quad (3.9)$$

– $q_{с.в}$ – собственный вес трубы; $q_{из} = q_l + q_{бр}$ – вес изоляционного покрытия; q_l – вес липкой ленты; $q_{бр}$ – вес оберточного слоя (бризола).

Для балластировки нефтепровода будем использовать железобетонные седловидные грузы.

Рассчитаем шаг расстановки железобетонных грузов при укладке нефтепровода через болото и их количество, протяженность участка составляет $L_{mp} = 1000$ метров. Угол поворота оси трубопровода $\beta = 2^\circ$ (вогнутый участок); радиус упругого изгиба $\rho = 1200$ м. Шаг расстановки грузов рассчитаем с учетом опорожнения нефтепровода.

Исходные данные для расчета: наружный диаметр трубы $D_n = 1220$ мм, толщина стенки $\delta = 10$ мм, груз – железобетонный грузы 2-УТК-1220-24-2 (рисунок 3.11): $m = 5893$ кг, $L = 2400$ мм, $b = 410$ мм, $R = 655$ мм, $H = 870$ мм, $\delta = 235$ мм [24].

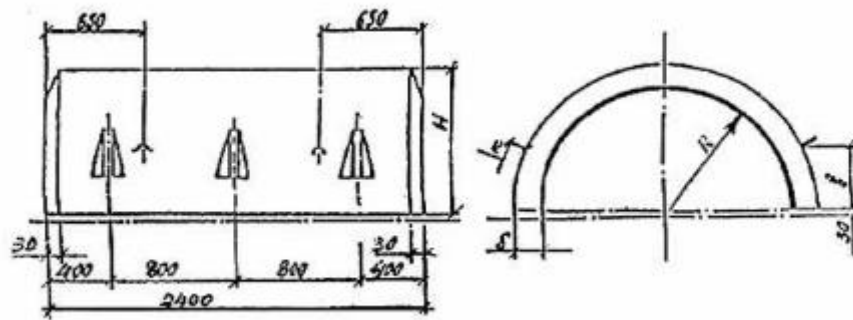


Рисунок 3.11 –Полукольцо утяжелителя типа 2-УТК:

Необходимую дополнительную пригрузку на 1 метр трубы (3.1
Б определяем по формуле: 0)

$$B \geq K_m (K_{H.B.} \cdot q_B - q_{T.P.} - q_{Доп.}),$$

Выталкивающая сила воды, действующая на трубопровод:

$$q_{вс} = \gamma_v \cdot \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} = 1100 \cdot 9,8 \cdot \frac{3,14 \cdot (1,220)^2}{4} = 12595 \text{ Н / м.}$$

Осевой момент инерции поперечного сечения трубы:

$$J = \frac{\pi \cdot (D_n^4 - D_{вн}^4)}{64} = \frac{3,14 \cdot (1,22^4 - 1,2^4)}{64} = 0,007 \text{ м}^4.$$

Расчетная интенсивность нагрузки от упругого изгиба отпора при свободном изгибе трубопровода:

$$q_{изг} = \frac{32 \cdot E \cdot J}{9 \cdot \beta^2 \cdot \rho^3} = \frac{32 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 0,007}{9 \cdot (2 \cdot 3,14 / 180)^2 \cdot (1200 \cdot 1,22)^3} = 1368 H / м.$$

—

Расчет проводим с учетом опорожнения трубопровода, вес продукта $q_{пр} = 0$;

— $K_M = 1,05$ (для железобетонных пригрузов), $K_{нв} = 1,05$.

$$q_{пр} = n \cdot \gamma_{см} \cdot \frac{\pi \cdot (D_n^2 - D_{вн}^2)}{4} = 1,1 \cdot 78500 \cdot \frac{3,14 \cdot (1,22^2 - 1,2^2)}{4} = 3281 H / м.$$

$$B = 1,05 \cdot (1,05 \cdot 12595 + 1368 - 3281) = 11311,75 H / м,$$

$11311,75 > 0 \Rightarrow$ трубу необходимо пригружать

Для трубы диаметром 1220 мм размеры железобетонного пригруза:

— $m = 2940$ кг, $L = 2400$ мм, $b = 1800$ мм, $R = 655$ мм, $H = 870$ мм [24].

$$V_{np} = [\pi \cdot (R + \delta)^2 - \pi \cdot R^2] \cdot L; \quad ($$

$$V_{np} = [3,14 \cdot (0,655 + 0,235)^2 - 3,14 \cdot 0,655^2] \cdot 2,4 = 2,74 \text{ м}^3. \quad 3.11)$$

$$Q_{np} = m_{гр} \cdot g, \quad ($$

$$3.12)$$

где $m_{гр} = 5893$ кг.

$$Q_{np} = 5893 \cdot 9,8 = 57751 H.$$

Тогда вес пригруза в воде:

$$B_{np} = Q_{np} - \gamma_{в} \cdot V_{np} \quad ($$

$$3.13)$$

$$B_{np} = Q_{np} - \gamma_{\epsilon} \cdot V_{np} = 57751 - 1100 \cdot 9,8 \cdot 2,74 = 28214 \text{ Н.}$$

Таким образом, шаг расстановки пригрузов равен:

$$l_{np} = \frac{B_{np}}{B} \quad (3.14)$$

$$l_{np} = \frac{28214}{11312} = 2,5 \text{ м.}$$

Общее количество пригрузов:

$$N_{np} = \frac{L_{mp}}{l_{np}} \quad (3.15)$$

$$N_{np} = \frac{1000}{2,5} = 400.$$

3.4 Проверка устойчивости трубопровода против всплытия

Исходные данные:

Труба D=720 х 9 мм; толщина изоляционной ленты Полилен МВ = 0,63 мм; толщина обертки Полилен О = 0,65 мм. Изоляция (обертка) двухслойная.

$$D_{из} = D_{н} + 2 \cdot \delta_{из} + 2 \cdot \delta_{из} = 720 + 4 \cdot 1.26 + 4 \cdot 1.3 = 730,24 \text{ мм} \quad , \quad (2.68)$$

$$I = 153900 \text{ см}^4 = 1,539 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4 \text{ момент инерции сечения трубы;}$$

$n_{\delta} = 1,0$ – коэффициент надежности по нагрузке для чугунных пригрузов;

$k_{н.в.} = 1,15$ коэффициент надежности устойчивости положения трубопровода против всплытия для русловых участков;

$q_{в}$ - расчетная выталкивающая сила воды, действующая на трубопровод:

$$q_B = \gamma_B \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{из}^2, \quad (2.69)$$

$$q_B = 10500 \cdot \frac{3.14}{4} \cdot 0.73024^2 = 4393.25 \frac{H}{M};$$

где $\gamma_B = 10500 \frac{H}{M^2}$ - удельный вес воды;

$q_{изг}$ - расчетная нагрузка, обеспечивающая упругий изгиб трубопровода соответственно рельефу дна траншеи и определяемая для вогнутых участков по формуле:

$$q_{изг} = \frac{32 \cdot E \cdot I}{9 \cdot \beta^2 \cdot \rho^3}, \quad (2.70)$$

$$q_{изг} = \frac{32 \cdot 2.1 \cdot 10^{11} \cdot 1.539 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 0.10559^2 \cdot 1000^3} = 103,06 \frac{H}{M}$$

где $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа модуль упругости материала трубы для стали;

$\rho = 1000$ м радиус упругого изгиба трубопровода;

$\beta = 6^\circ 3' = 0,10559$ рад. угол поворота оси трубопровода в вертикальной плоскости на вогнутом рельефе;

$q_{тр}$ расчетный вес единицы длины трубопровода в воздухе с учетом изоляции при коэффициенте надежности по нагрузке $n_{с.в.} = 0,95$;

$$q_{тр} = (q_M + q_{из}) \cdot n_{с.в.},$$

$$q_{тр} = (1922,37 + 133) \cdot 0.95 = 2055 \frac{H}{M}, \quad (2.71)$$

где q_M нагрузка от собственного веса металла трубы;

$$q_M = \gamma_M \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_H^2 - D_{вн}^2), \quad (2.72)$$

$$q_M = 78500 \cdot \frac{3.14}{4} \cdot (0,720^2 - 0,702^2) = 1750 \frac{H}{M};$$

$\gamma_M = 78500 \frac{H}{M^3}$ удельный вес металла, из которого изготовлены трубы (

$\gamma_M = 78500 \frac{H}{M^3}$ для стали);

$q_{из}$ нагрузка от собственного веса изоляции;

$$q_{из} = (\delta_{и.п.} \cdot \rho_{и.п.} + \delta_{об} \cdot \rho_{об}) \cdot k_{из} \cdot \pi \cdot D_n \cdot g \cdot n_{с.в.}, \quad (2.73)$$

$$q_{из} = (1.26 \cdot 10^{-3} \cdot 1090 + 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1055) \cdot 2.3 \cdot 3.14 \cdot 0.720 \cdot 9.81 \cdot 0.95 = 133 \frac{Н}{м};$$

$k_{из}=2,3$ коэффициент, учитывающий величину нахлёста, при двухслойной изоляции (обертке);

$\delta_{и.п.}=1,26$ мм толщина изоляционной ленты, для изоляционной ленты марки «Полилен МВ»;

$\rho_{и.п.}=1090 \frac{кг}{м^3}$ плотность изоляционной ленты, для марки «Полилен МВ»;

$\delta_{об}=1,3$ мм толщина обертки, для марки «Полилен О»;

$\rho_{об}=1055 \frac{кг}{м^3}$ плотность обертки, для марки «Полилен О»;

$g=9,81 \frac{м}{с^2}$ — ускорение свободного падения.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Введение

Строительство газонефтепроводов ведется в заболоченных районах Западной Сибири, где при их балластировке используются утяжелители. В данном разделе рассчитаны затраты на проведение балластировки 1 км нефтепровода утяжелителями двух, часто применяемых видов: утяжелителями типа УТК-1220-22-2 и утяжелителей с применением геотекстильных материалов. Целью нашего экономического исследования является поиск ответа на вопрос, какой из утяжелителей наиболее ресурсоэффективен в финансовом плане при балластировочных работах.

4.2 Расчет времени на проведение мероприятия

Определим время для балластировки нефтепровода утяжелителями тип УТК-1220-22-2 и утяжелителей с применением геотекстильных материалов.

Время на проведение мероприятия при балластировке утяжелителями типа УТК представлено в таблице 6.1. согласно СП 107-34-96.

Таблица 4.1 –

Операция	Общее время, ч
Привоз УТК на место проведения работ	15
Выгрузка	17
Расстановка нижних секций с определенным шагом	30
Укладка плети на нижние секции	16
Монтаж верхних секций УТК	40
Итого:	118

Время на выполнение мероприятия при балластировке трубопровода утяжелителями с применением геотекстильных материалов представлено в таблице 4.2.

Таблица 4.2 –

Операция	Общее время, ч
Привоз материалов на место проведения работ	10
Выгрузка	9
Заполнение геотекстильных материалов песком	30
Монтаж геотекстильных материалов на трубопровод с определенным шагом	15
Итого:	64

Как видно из таблиц, время на выполнение балластировки утяжелителями типа УТК занимает порядка пяти суток, это обусловлено большим объемом работ, в свою очередь, установка геотекстильных материалов занимает менее трех суток благодаря минимальному количеству проведенных операций.

4.3 Расчет количества необходимой техники и оборудования

В процессе производства балластировочных работ потребуется определенное количество техники, которая указана в таблице 4.3.

Таблица 4.3 –Перечень необходимой техники

Объект	Назначение
Автокран КС-6479	Захват и поднятие балластировочных материалов
Автомобиль-самосвал "Урал-IVECO-6559-01"	Привоз материала к месту производства работ
Вездеход ДТ-30	Доставка персонала к месту производства работ
Трубоукладчик KOMATSU D85C-21	Захват, выгрузка и монтаж балластировочных материалов; укладка плети
Экскаватор Komatsu PC1250-7	Заполнение геотекстильных материалов песком и также производство земляных работ

Вся техника и оборудование необходимы на протяжении всего времени производства работ (при балластировке с использованием УТК – 118 ч, с использованием геотекстильных материалов – 64 ч)

4.4 Затраты на амортизационные отчисления

Расчет амортизационных отчислений

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая линейную амортизацию их активной части.

Расчет амортизационных отчислений при установке утяжелителей бетонных типа УТК можно свести в таблице 4.4.

Таблица 4.4 –Расчет амортизационных отчислений

Объект	Стоимость руб.	Норма амортизации %	Норма амортизации в час, руб.	Норма амортизации в год, руб	Кол-во ед. техники	Время работы, час.	Сумма амортизации за время на выполнение работ, руб.
Автокран КС-6479	3840000	20	84,53	768000	1	118	9974,54
Автомобиль-самосвал "Урал-IVECO-6559-01"	1120000	10	28,02	224000	10	118	33063,6
Вездеход ДТ-30	3500000	8	79,08	700000	2	118	18662,88
Трубоукладчик KOMATSU D85C-21	5000000	10	101,64	1000000	4	118	47974,08
Экскаватор Komatsu PC1250-7	17000000	10	324,41	3400000	1	118	38280,38
Итого	147955,48						

Расчет амортизационных отчислений при проведении балластировки нефтепроводов с применением геотекстильных материалов можно свести в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Расчет амортизационных отчислений

Объект	Стоимость руб.	Норма амортизации %	Норма амортизации в час, руб.	Норма амортизации в год, руб.	Кол-во ед. техники	Время работы, час.	Сумма амортизации за время на выполнение работ, руб.
Экскаватор KomatsuPC 1250-7	1700000	20	324,41	3400000	1	64	20762,24
Автомобиль-самосвал "Урал-IVECO-6559-01"	1120000	10	28,02	224000	3	64	5379,84
Вездеход ДТ-30	350000	8	79,08	700000	1	64	5061,12
Итого	31203,2						

Расчет амортизационных отчислений показывает, что при балластировке утяжелителями бетонными типа УТК амортизационные отчисления составляют 147955,48 рублей, тогда как при проведении балластировки нефтепроводов с применением геотекстильных материалов этот же показатель составляет 31203,2 рублей. Соответственно, первый метод дороже на 116752,28 рублей.

4.5 Затраты на материалы

Расчет стоимости материалов на проведение работ установки железобетонных утяжелителей типа УТК можно свести в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Расчет стоимости материалов на проведение мероприятия

Наименование материалов		Единица измерений	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
1	Утяжелитель типа УТК-1220-22-2	шт	400	24100	9640000
2	Траверс линейный	шт	2	5000	10000
3	Мат футеровочный	шт	400	300	120000
4	Масло моторное	л	180	60,5	10890
5	Дизельное топливо	л	2700	27,5	74250
Всего за материалы					9855140
Транспортно-заготовительные отчисления (3-5%)					429757
Итого					10284897

Расчет стоимости материалов на проведение работ установки геотекстильных материалов можно свести в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Расчет стоимости материалов на проведение мероприятия

Наименование материалов		Единица измерений	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
1	Геотекстиль «Геоком Б-360», шт.	шт	11720	34	398480
2	Газовая горелка пропановая ГВ-250, шт.	шт	4	1082	4328
3	Газовый редуктор пропановый БПО-5МГ, шт.	шт	4	860	3440
4	Газовый баллон пропановый, 50 л, шт.	шт	17	1890	32130
5	Комплект газосварочный КГС-1М-П,	шт	2	2610	5220

	шт.полипропиленовый (55мм х 105мм)				
6	Масло моторное, л	л	250	60,5	15125
7	Дизельное топливо, л	л	800	27,5	22000
Всего за материалы					480723
Транспортно-заготовительные отчисления (3-5%)					24036,15
Итого					504759,15

Из таблиц следует, что затраты на материалы для балластировки геотекстильными материалами меньше, чем затраты на материалы необходимые для балластировки трубопровода железобетонными утяжелителями типа УТК на 9780137,9 руб.

4.6 Расчет фонда оплаты труда

К расходам на оплату труда относятся:

суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда; надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др.

Таблица 4.8 – Расчет фонда оплаты труда

Профессия	Разряд	Количество		Тарифная ставка,руб./час	Время на проведение мероприятия, ч.		Тарифный фонд ЗП, руб.		Сев. и рай. коэф. 50%+60%		Заработная плата с учетом надбавок, руб.	
		УТК	Геотек		УТК	Геотек	УТК	Геотек	УТК	Геотек	УТК	Геотек
Водитель вездехода ДТ	6	3	1	84	4118	64	19050	21503	3775	5263	24487	22946
Машинист самосвала	6	10	3	85	118	64	23600	25100	13180	15032	28312	26183

Машинист экскаватора	6	1	1	125	118	64	30213	34120	23025	34125	36303	35320
Слесарь	5		2	70		64		31320		34452		35948
Стропальщик	5	4	2	84	118	64	25430	29500	3696	5174	27400	32130
Машинист крана	6	1		90	118		2216323		23795		34562	
Машинист трубоукладчика	6	4		130	118		31000		24710		43211	
Исполнитель работы	7	1	1	165	118	64	234320	347850	37752	52635	164241	25987,5
Итого		24	10				185245	189393	154643	146681	358516	178514,5

Исходя из полученных значений заработной платы с учетом надбавок, можно сделать вывод, что работы, выполненные при балластировке утяжелителями типа УТК оплачиваются выше, чем за выполнение работ при балластировке трубопровода геотекстильными материалами на 180001,5 руб.

4.7 Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды

Затраты на страховые взносы в Пенсионный фонд России, Фонд социального страхования, Фонд обязательного медицинского страхования при установке утяжелителей бетонных типа УТК представлены в таблице 6.8.

Рассчитывая затраты на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, выбираем класс VIII с тарифом 0,9 для производства общестроительных работ по строительству прочих зданий и сооружений, не включенных в другие группировки (код по ОКВЭД – 45.21.6).

Таблица 4.9 – Расчет страховых взносов при установке утяжелителей бетонных типа УТК

Показатель	Машины ст крана	Машины ст трубоукладчика	Водитель вездехода ДТ-30	Стропальщик	Машинист самосвала	Машинист экскаватора	Исполнитель работы
Количество работников	1	4	3	4	10	1	1
ЗП, руб.	34562	43211	24487	27400	28312	36303	164241
ФСС (2,9%)	1002,298	1253,119	710,123	794,6	821,048	1052,78	4762,9
ФОМС (5,1%)	1762,66	2203,761	1248,83	1397,4	1443,91	1851,45	8376,2
ПФР (22%)	7603,64	9506,42	5387,14	6028	6228,64	7986,66	36133
Страхование от несчаст. случаев (тариф 0,9%)	3110,58	3888,99	2203,83	2466	2548,08	3267,27	14781
Всего, руб.	13479,18	16852,2	9549,93	10686	11041,68	14158,1	64053
Общая сумма, руб.	139821,2						

Затраты на страховые взносы в Пенсионный фонд, Фонд социального страхования, Фонд обязательного медицинского страхования при проведении балластировки нефтепроводов с применением геотекстильных материалов представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Расчет страховых взносов при проведении балластировки нефтепроводов с применением геотекстильных материалов

Показатель	Водитель вездехода ДТ-30	Машинист самосвала	Машинист экскаватора	Слесарь	Стропальщик	Исполнитель работ
------------	--------------------------	--------------------	----------------------	---------	-------------	-------------------

Количество работников	1	3	1	2	2	1
ЗП, руб.	22946	26183	35320	35948	32130	25987,5
ФСС (2,9%)	665,434	759,307	1024,28	1042,492	931,77	753,6375
ФОМС (5,1%)	1170,246	1335,333	1801,32	1833,348	1638,63	1325,363
ПФР (22%)	5048,12	5760,26	7770,4	7908,56	7068,6	5717,25
Страхование от несчаст. случаев (тариф 0,9%)	2065,14	2356,47	3178,8	3235,32	2891,7	2338,8
Всего, руб.	8948,94	10211,37	13774,8	14019,72	12530,7	10135,13
Общая сумма, руб.	69620,66					

Исходя из полученных значений страховых взносов при двух способах балластировки можно сделать вывод, что экономия затрат на страховые взносы при применении геотекстильных материалов в сравнении со значениями страховых взносов при использовании утяжелителей типа УТК составляет 70200,54 рублей.

4.8 Затраты на проведение мероприятия

На основании вышеперечисленных расчетов определяется общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия (таблица 4.11).

Таблица 4.11

Затраты на проведение организационно-технического мероприятия

Наименование расходов	Затраты, руб.	
	УТК	Геотекстиль
Амортизационные отчисления	147955,48	31203,2
Материальные затраты	10284897	504759,15
Основная заработная плата	358516	178514,5
Страховые взносы во внебюджетные фонды	139821,2	69620,66
Накладные расходы (20%)	2186237,936	156819,502
Итого:	13117427,616	940917,012

Результаты расчетов показали, что способ балластировки с использованием геотекстильных материалов (ГТМ) обеспечивает значительных экономический эффект, по сравнению с железобетонными утяжелителями типа УТК для магистральных нефтепроводов диаметром 1220 мм который заключается в экономии затрат в объеме, 12176510,604 руб. на 1 км нефтепровода.

5. Социальная ответственность при совершенствовании технологий строительства газонефтепроводов в заболоченных районах

Газонефтепроводы являются опасными производственными объектами,

при строительстве которых необходимо соблюдать промышленную и экологическую безопасность, социальную ответственность.

Социальная ответственность — ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников [28].

Организация добровольно принимает дополнительные меры (вклад бизнеса) для повышения качества жизни работников и их семей, а также местного сообщества и общества в социальной, экономической и экологической сферах [29].

Строительство газонефтепроводов ведется в Западной Сибири районах северной строительно-климатической зоны, климатический подрайон I Б.

Время года «полевых» работ круглогодично. Климат района работ умеренно континентальный.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Для всего рабочего персонала должны быть созданы условия, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность организма и нормальные условия труда и отдыха.

Люди, принимаемые на работу, должны проходить медицинский осмотр для установления их пригодности к работе в указанных условиях.

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы, приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при строительстве газонефтепроводов

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003 – 74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Земляные работы. Сварочно-монтажные работы. Изоляционно-укладочные работы. Балластировка газонефтепроводов. Испытание газонефтепроводов.	1.Отклонение показателей климата на открытом воздухе; 2.Превышение уровней шума; 3.Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу; 4.Тяжесть и напряженность физического труда при работе на болоте; 5. Обрушение бортов траншеи; 6. Биологический фактор.	1.Электрический ток; 2. Электрическая дуга и металлические искры при сварке 3.Пожаро- и взрывоопасность.	ГОСТ 12.0.003.-74 [30] ГОСТ 12.1.003-83 [31] ГОСТ 12.1.004–91 [32] ГОСТ 12.1.005–88 [33] ГОСТ 12.1.010–76 [34] ГОСТ 12.1.011–78 [35] ГОСТ 12.4.011-89 [36] ГОСТ 12.1.019–79 [37]

Примечание: Пожаро- и взрывоопасность описана как ЧС

5.1.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе. метеорологические условия очень часто могут являться источником формирования отклонения показателей климата в рабочей зоне. Данный фактор может привести к ухудшению здоровья персонала.

Средняя температура января уменьшается от -15°C на юго-западе до -30°C на северо-востоке Западной Сибири. Средняя температура июля увеличивается от $+5^{\circ}\text{C}$ на севере до $+20^{\circ}\text{C}$ на юге. Наибольшей континентальностью отличается северо-восток Западной Сибири, где разности средних температур января и июля достигают 45°C .

Работа, связанных с пребыванием на открытом воздухе, прекращается при температуре -27°C с ветром более трёх баллов или температуре -35°C без ветра в зимнее время. Работникам, работающим в холодное время года на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, в необходимых случаях предоставляются специальные перерывы для обогрева и отдыха, которые включаются в рабочее время. Работодатель обязан обеспечить оборудование помещений для обогрева и отдыха работников [38].

При работе в зимнее время работники должны быть обеспечены следующими средствами индивидуальной защиты: рукавицами, зимним комплектом спецодежды, ботинками, шапкой, термобельем [36].

При определенной температуре воздуха и скорости ветра в холодное время работы приостанавливаются (табл. 5.2) [28].

При работе в летнее время, где средний максимум в Западной Сибири составляет $+25^{\circ}\text{C}$, работники должны быть обеспечены следующими средствами индивидуальной защиты: летним комплектом спецодежды. В летнее время обязательно ношение головного убора для защиты от солнечного удара.

Таблица 5.2 – Об организации работ в холодное время года на открытом воздухе для II климатического пояса [28]

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

2. Превышение уровней шума. Шум — это совокупность различных звуков, возникающих в процессе производства и неблагоприятно воздействующих на организм [39]. При постоянном превышении уровня шума могут произойти необратимый вред здоровью.

Установки для дробеструйной обработки полумуфт, а также машины для проведения земляных работ при строительстве газонефтепроводов являются источниками шума.

Длительное воздействие шумов отрицательно сказываются на эмоциональном состоянии персонала, а также может привести к снижению слуха.

Эквивалентный уровень шума (звука) не должен превышать 80 дБА [31].

Использование средств коллективной и индивидуальной защиты снижает негативное воздействие шума на рабочих.

Коллективные средства защиты: борьба с шумом в самом источнике; борьба с шумом на пути распространения (экранирование рабочей зоны (постановкой перегородок, диафрагм), звукоизоляция).

Средства индивидуальной защиты: наушники; ушные вкладыши [32].

3. Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу. Нефть – природная маслянистая горючая жидкость со специфическим запахом, состоящая в основном из сложной смеси углеводородов различной молекулярной массы и некоторых других химических соединений. Относится к 4 классу опасности. Предельно допустимая концентрация составляет 300 мг [40].

Пары нефти относятся к веществам со слабо выраженным токсическим действиям, поражают, главным образом, центральную нервную систему, вызывая наркотическое опьянение. Признаками отравления парами нефти являются: головокружение, сухость во рту, головная боль, тошнота, повышенное сердцебиение, общая слабость, а в больших дозах может произойти остановка дыхания от удушья. Таким же действием обладают пары бензины, керосина, органических растворителей, а также углеводородные газы.

Наиболее опасными отравляющими свойствами обладают нефти, содержащие значительное количество сернистых соединений, и особенно сероводород, оксиды серы и азота.

Физиологическое воздействие на организм человека некоторых газов, содержащихся в нефти, представлено в табл. 5.3.

Опасность отравления при обращении с высокосернистыми нефтями состоит в комбинированном воздействии углеводородов и сероводорода. При работе с такими нефтями должны применяться особые меры предосторожности.

Вредность паров газоконденсатов и сжиженных газов, если они не содержат непредельные углеводороды, сравнительно невелика. По степени воздействия на организм человека они относятся к 4 классу опасности (вещества малоопасные). Их ПДК в воздухе составляет так же, как для метана – 300 мг/м^3 (в пересчете на углерод).

Газоконденсаты могут оказывать вредное воздействие на кожу человека, вызывая заболевания (сухость кожи, появление трещин, а иногда

дерматиты, экземы и т. п.). Особенно опасно их попадание на слизистые оболочки. Газоконденсат, попавший на тело, следует смывать теплой водой с мылом. При утечке нестабильного газоконденсата происходит сильное местное охлаждение самой струи, а также металла и тел, на которые она попадает. Попадание струи газоконденсата на кожу тела человека может вызвать ее обморожение.

Таблица 5.3 – Физиологическое воздействие некоторых газов, содержащихся в нефти[40]

Газ	Содержание		Длительность и характер воздействия
	%	мг/л	
Оксид углерода	0,1	12,5	Через 1 час – головная боль, тошнота, недомогание
	0,5	6,25	Через 20-30 мин – смертельное отравление
	1	12,5	Через 1-2 мин. Сильное смертельное отравление
Оксиды азота	0,006	0,29	Кратковременное воздействие – раздражение горла
	0,01	0,48	Продолжительное воздействие – опасно для жизни
	0,025	1,2	Смертельное отравление
Сероводород	0,01-0,015	0,15-0,23	Через 1 мин. – сильное или смертельное отравление
	0,02	0,031	Через 5-8 мин. Сильное раздражение глаз, носа, горла
	0,1-0,34	1,54-4,62	Быстрое смертельное отравление

При работе в местах повышенной вероятности утечек токсичных веществ в атмосферу персонал должен быть одет в специальные защитные

костюмы и использовать средства защиты органов дыхания: противогазы, респираторы.

4. Тяжесть и напряженность физического труда. Строительство газонефтепроводов, как правило, ведется достаточно далеко от населенных пунктов рабочий персонал длительное время вынужден проводить в командировках, что сопровождается тяжелым и напряженным физическим трудом. Тяжелый и напряженный физический труд может повлиять на общее самочувствие работников и привести к развитию различных заболеваний.

У персонала, занятых тяжелым и напряженным физическим трудом, должен быть восьми часовой рабочий день с обеденным перерывом и периодическими кратковременными перерывами, а также должна быть увеличена заработная плата и продолжительность отпуска.

При работе на болоте зимой или летом рабочие обязаны соблюдать требования инструкций по охране труда, применять безопасные приемы и методы труда и соблюдать производственную и трудовую дисциплину[41].

Все работающие при строительстве газонефтепроводов должны носить каски [41].

Передвигаться по топким болотам, непрочному льду, опасным переходам через реки или крутые овраги разрешается только после предварительного обследования и принятия мер для безопасного перехода или переезда [41].

Каждая группа машин с рабочими, направляемая в дальний рейс, должна быть обеспечена необходимым инструментом, инвентарем, запасом продуктов, рацией, палаткой с каркасом, обогревательным прибором, аптечкой, пеньковыми канатами, сигнальными ракетами, запасом топлива, карманными электрическими фонарями и спичками в непромокаемой упаковке.

5. Обрушение бортов траншеи. Перед допуском рабочих в котлованы или траншеи глубиной более 1,3 м проверяют устойчивость откосов или крепления стен [41].

Котлованы и траншеи, разработанные в зимнее время, при наступлении оттепели осматривают и по результатам осмотра принимают меры к обеспечению устойчивости откосов или креплений [41].

6. Биологический фактор. Строительство газонефтепроводов ведется в «полевых» условиях, где возможно присутствие различных насекомых, животных, пресмыкающихся. Работникам в летний период должны выдаваться аэрозольные средства защиты от насекомых [36]. В Западной Сибири во многих организациях предусматриваются прививки против клещевого энцефалита и иных заболеваний распространяемых насекомыми.

5.2 Экологическая безопасность

5.2.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду

Строительство трубопроводов оказывает влияние на природную среду.

Источниками воздействия на земли при производстве работ являются[45]: демонтажные работы; устройство временных отвалов грунта; расчистка от лесорастительности; передвижение строительной техники; устройство переездов; устройство временного жилого городка и бытовых помещений; устройство ямы для захоронения лесосечных отходов; устройство временного жилого городка; загрязнение территории отходами производства.

Источниками неорганизованных выбросов в воздушный бассейн являются[45]: автотранспорт при перевозке строительных материалов и рабочих; работающие строительные машины и механизмы; земляные работы; работа дизельной электростанции; изоляционные работы; сварочные работы.

Негативное воздействие на поверхностные и подземные воды может произойти при выполнении следующих работ[45]: движение строительной

техники; заправка техники; слив воды при использовании в производственных целях.

В табл. 5.4 сведены вредные воздействия на окружающую среду при строительстве газонефтепроводов на болоте, а также мероприятия по их устранению.

5.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Таблица 5.4 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при строительстве газонефтепроводов на болоте

Компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Гидросфера	Загрязнение водной поверхности нефтепродуктами, бытовым мусором. ПДК: 0,3 мг/л для нефтепродуктов.	Соблюдение правил выполнения работ в охранной зоне нефтепроводов; осуществление своевременного вывоза отходов и мусора с площадки производства работ на санкционированный полигон; выполнение требований по запрету мойки машин и механизмов на строительной площадке.
Атмосфера	Загрязнение воздушной среды: превышение уровня ПДК (0,01% об. или 300 мг/м^3) пары нефти и газов.	Соблюдение правил выполнения работ в охранной зоне нефтепроводов; осуществление своевременного вывоза отходов и мусора с площадки производства работ на санкционированный полигон;

		выполнение требований по запрету мойки машин и механизмов на строительной площадке; исключение применения в процессе реконструкции веществ, строительных материалов, не имеющих сертификатов качества России.
Литосфера	Загрязнение почвы нефтепродуктами, хим. реагентами и др; уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и других земель. ПДК:0,05 мг/кг-0,1мг/кг для хим. реагентов.	Своевременная уборка мусора и отходов; рекультивация нарушенных земель; Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов;Проезд строительной техники – только в пределах полосы отвода земель;соблюдение нормативов отвода земель; рекультивация земель.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.3.1 Анализ вероятных чрезвычайных ситуаций, которые может инициировать объект исследования.

- паводковые наводнения;
- лесные пожары;
- террористические акты;
- по причинам техногенного характера (аварии) и др.

Аварии могут привести к чрезвычайным ситуациям.

Возможными причинами аварий могут быть:

- ошибочные действия персонала при производстве работ;
- отказ приборов контроля и сигнализации;
- отказ электрооборудования и исчезновение электроэнергии;

- производство ремонтных работ без соблюдения необходимых организационно-технических мероприятий;
- старение оборудования (моральный или физический износ);
- коррозия оборудования;
- гидравлический удар;
- факторы внешнего воздействия (ураганы, удары молнией и др.).

Одними из примеров чрезвычайных ситуаций могут быть пожары или взрывы при проведении работ при строительстве магистральных газонефтепроводов. Данные пожары и взрывы относятся к чрезвычайным ситуациям техногенного характера.

Источниками возникновения пожара могут быть устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов, короткие замыкания, перегрузки. Источники взрыва – газовые баллоны, трубопровод под давлением.

5.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

С целью предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с возникновением взрывов или пожаров необходимо применить следующие меры безопасности: перед началом работ в котловане переносным газоанализатором проверяется уровень загазованности воздушной среды, при этом содержание газов не должно превышать предельно – допустимой концентрации по санитарным нормам; работа разрешается только после устранения опасных условий, в процессе работы следует периодически контролировать загазованность, а в случае необходимости обеспечить принудительную вентиляцию; для предотвращения пожаро- и взрывобезопасности; работники должны быть оснащены спецодеждой,

спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты (очки, перчатки, каски и т.д.), которые предусмотрены типовыми и отраслевыми нормами[46].

Работы по организации ликвидации аварий должны проводиться в соответствии с разработанными планами ликвидации возможных аварий (ПЛА) для объектов магистральных газонефтепроводов, расчетная продолжительность выполнения работ по ликвидации аварий не должна превышать 80 ч. в обычных условиях, с увеличением на 30-50 % для болотистых трасс[45].

Весь работающий персонал проходит обязательный инструктаж по пожарной безопасности [46].

Пожарная безопасность при проведении строительных, аварийно-ремонтных и эксплуатационных работ на линейной части нефтепровода должна обеспечиваться боевым пожарным расчетом на пожарной автоцистерне, заполненной пенообразователем, или другой пожарной техникой[45].

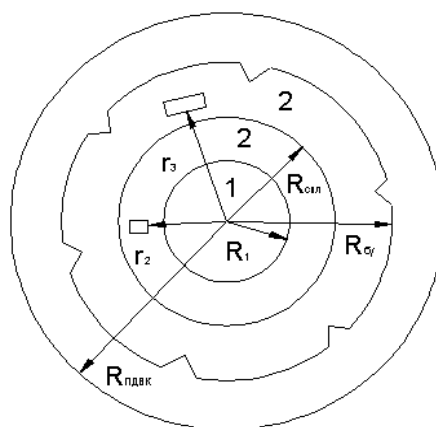
К средствам тушения пожара, предназначенных для локализации небольших загораний, относятся пожарные стволы, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла, вода и т. п.

Трубопроводы относятся к категории А[47], при которой в случае пожара используются следующие типы огнетушителей: воздушно-эмульсионные, водные, воздушно-пенные[48].

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

Для предотвращения взрыва необходимо осуществлять постоянный контроль давления по манометрам в трубопроводе[45].

При взрыве паро– и газовоздушной смеси выделяют зону детонационной волны с радиусом (R_1), где происходит полное разрушение, и зону ударной волны, в которой происходят те или иные разрушения (рисунок 5.1.)[46]



1 – зона детонационной волны; 2 – зона ударной волны; R_1 – радиус зоны детонационной волны (м); $R_{спл}$ – радиус зоны смертельного поражения людей; $R_{бу}$ – радиус безопасного удаления, $\Delta P_{ф} = 5$ (кПа); $R_{пдвк}$ – радиус предельно допустимой взрывобезопасной концентрации; r_2 и r_3 – расстояния от центра взрыва до элемента предприятия в зоне ударной волны

Рисунок 5.1 – Зона воздействия при взрыве паровоздушной смеси:

Радиус зоны детонационной волны определяется по формуле:

$$R_1 = 18,5 \cdot \sqrt[3]{Q}(\text{м}), \quad (5.1)$$

где Q – количество газа, пара в тоннах.

Радиус зоны смертельного поражения людей определяется по формуле:

$$R_{спл} = 30 \cdot \sqrt[3]{Q}(\text{м}) \quad (5.2)$$

5.4 Правовые вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.

В общем случае потери в производственной и непроизводственной сфере жизнедеятельности человека и вред окружающей среде проявляется не только в результате аварий, но и при штатной эксплуатации нефтегазовых объектов, которые относятся к особо опасным.

Государственное управление в условиях чрезвычайных ситуаций осуществляется на базе Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. В основу управления положен закон

РФ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [28].

В связи с работой в условиях, приравненным к районам Крайнего Севера, работникам полагаются специальные выплаты и льготы по трудовому законодательству Российской Федерации.

Одной из основных льгот, предоставляемых данной категории работников, является районный коэффициент. Оплата труда в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях осуществляется с применением районных коэффициентов и процентных надбавок к заработной плате[38].

В отличие от районного коэффициента при выплате надбавок необходимо учитывать стаж работы в данных районах или местностях. Размер процентной надбавки и порядок ее выплаты (как и районный коэффициент) устанавливаются Правительством РФ [38].

Статья 116 ТК РФ устанавливает северянам ежегодные дополнительные оплачиваемые отпуска. Для работников Крайнего Севера дополнительный отпуск составляет 24 календарных дня, а для лиц, работающих в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера, – 16 календарных дней. Право на получение дополнительного отпуска возникает у работников на общих основаниях, то есть по истечении шести месяцев у данного работодателя[38].

Согласно № 323-ФЗ от 02.01.2013 страховые взносы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний уплачиваются страхователем для персонала, занимающегося строительством газонефтепроводов, составляет 0,6 % от заработной платы.

Согласно Указу Президента РФ от 23.05.1996 N 757 "О дополнительных мерах государственной поддержки граждан, выезжающих из районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей" пенсионеры и другие граждане, проработавшие в северных районах не менее 10 лет и

потерявшие работу в связи с прекращением деятельности предприятий и ликвидацией поселков, расположенных в этих регионах, пользуются правом первоочередного получения жилья на территории РФ [38].

В данном разделе перечислены основные льготы для работников Крайнего Севера предусмотренные трудовым кодексом РФ.

5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Организация рабочей зоны проводится в соответствии с представленными нормативными документами.

- РД-13.100.00-КТН-225-06 «Система организации работ по охране труда на трубопроводном транспорте».
- РД-153-39.4-056-00 «Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов»
- РД-13.100.00-КТН-306-09 «Система организации работ по промышленной безопасности на нефтепроводном транспорте»
- ОР 15.00-45.21.30-КТН-003-1-01 «Регламент организации производства ремонтных и строительных работ на объектах магистральных нефтепроводов».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Строительство магистральных трубопроводов в условиях болот характеризуется выполнением сложных технологических операций, при использовании специализированной техники.

Для выполнения работы использован метод конечных элементов (программный комплекс ANSYS).

Проанализировано напряженно-деформированное состояние участков трубопроводов, проложенных традиционным и новым способами.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- наиболее опасное сечение нефтепровода находится в месте перехода из одной среды в другую; здесь наблюдаются максимальные напряжения, снижающие уровень надежности нефтепровода;
- суммарные перемещения переменны по длине трубы, и существенно зависят от действия распределенных нагрузок от веса самой трубы и перекачиваемой нефти, а также гидростатического давления и выталкивающей силы воды. Наиболее опасное сечение находится в центре нефтепровода;
- расчетные напряжения по Мизесу у нефтепровода, прокладываемого новым способом меньше, чем у нефтепровода, прокладываемого традиционным способом.
- следовательно, нефтепровод, прокладываемый новым способом выполняет роль компенсатора, что положительно сказывается на работе трубопровода

Новый способ прокладки газонефтепроводов на болоте является перспективным способом.

Результаты исследования имеют практическую ценность. Совершенствование технологий строительства газонефтепроводов повышает их надежности и срок эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – М.:Стандартинформ, 2011. – 15 с.
2. Лиштван И. И. Справочник по торфу. – М.: Недра, 1982. 760 с.
3. Васильцев Н. П. Балластировка и закрепление трубопроводов. М.: Недра, 1984. 165 с.
4. Деминюк Л. М.К вопросу классификации болот при трубопроводном транспорте/ Проектир. и ст-во трубопроводов и газонефтепромысловых сооружений. – М.: Изд-во Информнефтегазстрой, 1980. Вып. 4. С.13–21.
5. СНиП Ш-42-80*. Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ. – М.: ВНИИСТ, 1980. – 63 с.
6. Смирнова Н. Л., Решетников А.Д. Статистический анализ трасс трубопроводов малых и средних диаметров,прокладываемых в заболоченной местности // Экспресс-информация. Сер. Линейное трубопроводное строительство. М.: ВНИИПК техоргнефтегазострой. 1987. №9. С.11–16.
7. Димов Л. А. Магистральные трубопроводы в условиях болот и обводненной местности. – М.: Изд-во Горная книга, 2010. 391 с.
8. Алексеева Р.Н. Болота Припечорья. – Л.: Наука, 1988. 135 с.
9. ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету.
10. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч.1. Общие правила производства работ.
11. Амарян Л.С. Свойства слабых грунтов и методы их изучения. – М.: Недра, 1990. 220 с.
12. Минаев В.И. Машины для строительства магистральных трубопроводов – М.: Недра,1985 г.

13. Дерцакян А.К. Строительство трубопроводов на болотах и многолетнемерзлых грунтах – М.: Недра, 1978 г.
14. В.Г. Крец Машины и оборудование газонефтепроводов.– Томск: ТПУ, 2008 г.
15. ВСН 004 – 88. Строительство магистральных трубопроводов. Технология и организация. – М.: ВНИИСТ, 1989. – 18 с.
16. Петров И. П. Прокладка трубопроводов в насыпях и с малым заглублением // Вопросы прочности трубопроводов: Сб. науч. Тр. / ВНИИСТ. Вып. 25. 1971. С. 163–179.
17. Мухаметдинов Х. К., Почему газопроводы всплывают // Газовая промышленность: ежемесячный научно-технический и производственный журнал. – М., 1999. – № 8. – С. 20–22.
18. Способ прокладки трубопровода на заболоченной местности: РФ №2117846; заявл. 30.10.1996; опубл. 20.08.1998, Бюл. №23.
19. Глушков Е. И. Проектирование газопровода на болотах с использованием торфа как основания. «Опыт строительства магистральных трубопроводов»././ вып. 1. ВНИИСТ – М.: 1961. – 3-31 с.
20. Соколов С. М. Разработка и экспериментальное обоснование методики расчета осадки торфяного основания././ Нефть и газ №3 – 2008. 53-58 с.
21. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы менеджмента». Для студентов заочной формы обучения ИГНД. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 39 с.
22. Крепша Н. В. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность выпускной квалификационной работы бакалавров и магистров Института природных ресурсов всех направлений высшего образования.– Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 54 с.
23. Методические указания по разработке раздела «Производственная и экологическая безопасность при проведении проектных работ» выпускной квалификационной работы для студентов заочного и

очного обучения всех направлений и специализаций. - Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 47 с.

24. ГОСТ 12.0.003.-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 6 с.

25. ГОСТ 12.1.003–83 Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 6 с.

26. ГОСТ 12.1.004–91 Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 83 с.

27. ГОСТ 12.1.010–76 Взрывобезопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 6 с.

28. ГОСТ 12.1.011–78 Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 20 с.

29. ГОСТ 12.4.011–89 Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 7 с.

30. ГОСТ 12.1.019–79 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 5 с.

31. Трудовой кодекс РФ. – М.: Из-во Астрель, 2014. – 256 с.

32. Вишняков Я. Д. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Из-во Юрайт, 2013.– 543 с.

33. Мазур И.И., Иванцов О.М., Молдаванов О.И. Конструктивная надежность и экологическая безопасность трубопроводов. – М.: недра, 1990. – 264 с.

34. СТО Газпром 2-3.5-454-2010 Правила безопасности при эксплуатации магистральных газопроводов.

35. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТЭлектробеопасность. Предельно допустимые знапряжения прикосновения токов. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.

36. Брон О. Б. Электрическая дуга в аппаратах управления.– М.: Недра, 1985 г. – 287 с.

37. ГОСТ 12.4.035-78* ССПТ. Щитки защитные лицевые для электросварщиков. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 8 с.

38. Забродин Ю. Н. Строительство магистральных трубопроводов – М.: Изд-во Омега-Л, 2008.– 846 с.

39. Резчиков Е. А. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.– М.: Изд-во Высшая школа, 2006. – 312 с.

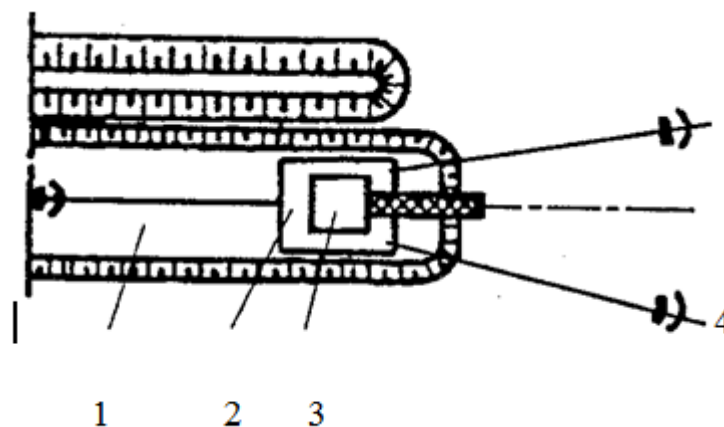
40. СП 9.13130.2009. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.

Приложение А

2.2Excavation Works

2.2.1 Trenching. Backhoe Shovel

Trenching in wetland should be carried out by the backhoe shovel with extended tracks, bog mats, draglines and special machines [6]. This type of excavating machine applied with special bog mats is appropriate for II-type bogs. When working on bog mats, backhoe shovel moves the bog mats from the face to the tail section of turntable laying them along the axis of motion (Figure 2.1). A bog mat is a wooden structure of two or more coniferous logs, 18-22 cm in diameter, fastened by three bolts - 24 mm. The length of bog mat is about 5-6 m. The edges of log sare racked together with rope at a distance of 0.75. The diameter of rope is 15.5 mm. It has got rings which are affixed to the bog mat and make possible to move backhoe shovel to another place. While operating, the backhoe shovel is placed on 5-6 dog mats, and the rest are shifted forward in the direction of the backhoe shovel movement.

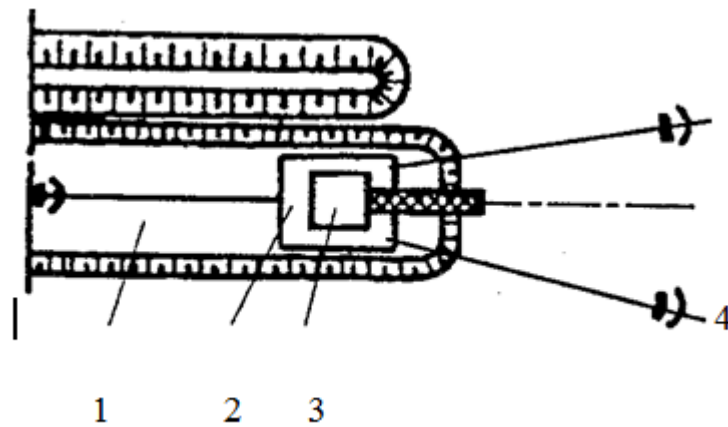


1 –Backhoe Shovel; 2 –Dog Mat; 3 –Trench; 4 –Spoil

Figure2.1 Trenching by Backhoe Shovel on Bog Mat:

The most economical and durable design of the bog mat consists of two logs fastened by torsions rod, with the diameter being 5-6mm.In comparison with mats used in bogs, the turn, over of such bog mat is two times higher. In summer,

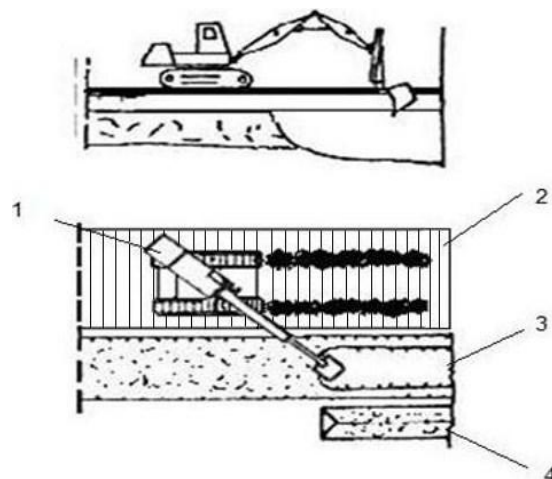
trenching in the bogs of II and III types can be carried by the backhoe shovel mounted on a pontoon, floating freely in the trench (Figure 2.2.).



1 —trench; 2 —floating pontoon; 3 —backhoe shovel; 4 —anchor

Figure 2.2 Trenching by Backhoe Shovel on Pontoon:

On the edge of the swamp pits developed so that it is possible to lower pontoon. The backhoe shovel equipped with drag bucket is placed on this pontoon. The backhoe shovel removes oil, which is stirred with 4 anchors. Before excavation work, it is required to calculate stability of the backhoe shovel work on the pontoon. Pontoon application is considered to be more effective in the bogs of II and III types. In winter, trenching is conducted with pre-built plank roads (Figure 2.3).



1 –backhoe shovel; 2 –wood strip roads; 3 –trench; 4 –spoil

Figure 2.3 Trenching by Backhoe Shovel on Wood Strip Roads:

2.2.2 Trenching by Dragline Excavator

In wetland areas characterized by low bearing capacity trenching is carried out by dragline excavators. The bucket is then lowered and the dragrope is then drawn so that the bucket is dragged along the surface of the material. The bucket is then lifted by using the hoist rope. A swing operation is then performed to move the bucket to the place where the material is to be dumped. The dragrope is then released causing the bucket to tilt and empty (Figure 2.4). On crane-type draglines, the bucket can also be thrown by winding up to the jib and then releasing a clutch on the drag cable. This would then swing the bucket like a pendulum. Once the bucket had passed the vertical, the hoist cable would be released thus throwing the bucket. [14].

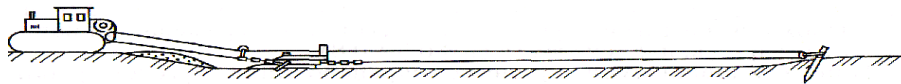


Figure 2.4 One-Bucket Dragline Excavator in Action

As a result of such movements of bucket, trenching is gradually carried out. In order to apply idle pass of the dragline excavator a working one work, two buckets are sometimes used fastened together through their back side. Then both buckets operate alternately, when one of them stroke - another blank, and vice versa [14].

The dragline excavator is simple in design, cheap, easy to carry, but it has low productivity and is not suitable for cutting dense and frozen soils. Due to these reasons, this type of excavators is not widely-applied.

2.2.3 Backfilling

Backfilling being one of the stages of pipeline construction is carried out in

the following way: by shovel mounted on bog mat; by bulldoze; by marsh excavators; by directed blast; with the help of pontoons [6].

Job-excavated material may be used for compacted final backfill when the job-excavated material shall be finely divided and free from debris, organic material, cinders or other corrosive material.

Before backfilling the required it is necessary to verify pipeline position, the quality of the insulation coating, the coating must be reinforced to protect it from mechanical damage. Besides, access roads for excavators and bulldozers are constructed.

Trench is backfilled with a minimum time lag when the insulation and construction work is completed. The backfill in all areas shall be compacted by vibrating, tamping, or a combination thereof to seventy five percent relative density for sand material as determined by the relative density of cohesion less soils test, to ninety five percent of the maximum standard proctor density for cohesive soils.

If the excavated material is not suitable for backfilling, as determined by regulations, suitable material shall be hauled in and utilized and the rejected material hauled away and disposed of. If there is a deficit of soil for backfilling trenches excavated develop its reserves of the side , which are laid at a distance equal to three trench depth. During backfilling works, systematic observation is carried out with checking the compliance of work stages with project specifications. Work on dumping planning is produced at working stroke bulldozer in one direction. To improve the efficiency of the reverse idling bulldozer blade, it is recommended to drag it on the surface. This helps to level ground with the back of bulldozer's knife. When backfilling is carried out by bulldozers, it is done in oblique or parallel passes. Backfilling shall be conducted at all times in a manner to prevent damage to the pipe or its coating and shall be kept as close to the pipe laying operation as practical. In a case of limited construction area and narrow ROW, backfilling is recommended to be carried out by bulldozers moving in parallel aisles. In these methods, the bulldozer moves in 45 °- angle 60 ° to the axis of the trench.

To reduce cycle time and improve efficiency, bulldozer blade is combined with unloading, lowering - switching gears and start driving the bulldozer forward direction, reversing - with maneuvering to install a bulldozer to its original position. [15]

2.3 Earthmoving Machinery applied in Wetland

Development of the trench in wetland is characterized by the complexity of the job and various technological issues to be resolved such as the choice of appropriate machines and equipment. Equipment can be divided into two main groups. The first group includes machines used for working outside the wetland (or inside it, but put on a special deck of logs, float, etc.) and equipped with a working body, rendered in the area of this site, for example, cable-scraper installation. The second group includes the machines used for working under specific low ground pressure and capable of operating in wetlands. This group includes excavators with a highly developed support surface [14].

2.3.1 Drag Scraper Machines

Drag Scraper Machines can be used for the trench development in wetland, for construction of small rivers and streams crossing, as well as in hilly terrain on slopes which are greater than 20 °.

Drag Scraper Machine KSU-1 is one of the above-mentioned machines (Figure 2.5).

The machine includes tractor (tractor T -100), double drum winch (L51), mounted on the rear axle and the hitch of the tractor, scraper buckets and set the anchor device with the unit. Being attached to the machine, a hook anchor can perform the functions of this device. Compressor ZIL- 164 driven pulley tractor fan is installed to provide pneumatic control to switch drums and winch brakes. When operating, a tractor with the winch is located on one side of the boggy area (or reservoir), while anchors are located on the other side. Anchor holder has a fixed

block to make the rope go through. The rope is attached to one end of the winch drum, and the second – to a ladle. Machine buckets are of tractive type. They differ from other types of buckets because they do not have bottom. This is necessary to dump bucket at the beginning of idling without lifting and tilting.

While operating, the front edge cuts into the soil like a plane and fills the hopper (like a dozer blade). The scraper can transport its load to the fill area where the blade is raised, the back panel of the hopper, or the ejector, is hydraulically pushed forward and the load tumbles out. Then the empty scraper returns to the cut site and repeats the cycle. As a result of such movements, trench is gradually developed by the bucket moving along its trajectory. In order to work with the chair-scraping idling plants, sometimes two buckets are used which are fastened together with its rear part. Then both bucket operate alternately, when one of them is stroke - another blank, and vice versa.

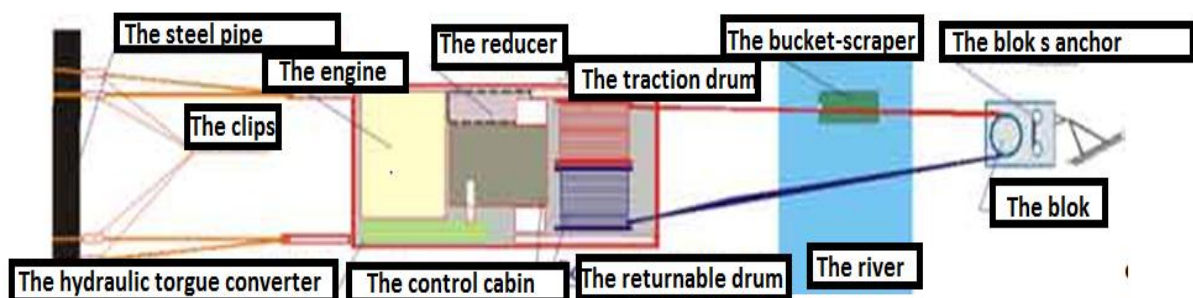


Figure 2.5 KSU Drawing

Drag Scraper Machine is simple, cheap, easy-to-transport, but is characterized by low efficiency and is suitable for trenching dense and frozen soils. Therefore, they are of limited use [16].

2.3.2 Excavators

Trenching in wetlands is often carried out with the help of shovels, with

tim bermats being laid under chain tracks. These timber mats are constantly being moved.

Amphibious excavator is designed to operate in a difficult environment, particularly in wetlands. Such type of excavator is able to perform dredging while afloat in shallow water. It can cross marshlands, ditches, ponds, lakes as it cannot break down and it does not sink. The amphibious excavator can walk or work in water, because the chassis crawler floats on sealed pontoons.

Amphibious excavator moves using a dual-body boat. A reducer drives the crawler chain, allowing free and smooth movement of caterpillars (Figure 2.6), which are sealed pontoons, designed in accordance with the principles of Archimedes. Thus, a large area of contact creates a slight pressure on soil.



Figure 2.6 Floating Excavator Tracks

That unique design makes caterpillars floating excavator on swamp.

Nowadays, there are many companies that manufacture these types of excavators, such as: Hitachi Construction Machinery, Waterking VB and others.

Let us consider amphibious excavator Hitachi MA 200 (Figure 2.7) with chassis pontoon for excavation and reclamation operations in bogs and similar areas.



Figure 2.7 Amphibious Excavator Hitachi 200 MA

Hitachi amphibious excavator MA 200: the pontoon-type undercarriage is fitted with square hollow steel shoes to further increase buoyancy and ruggedness for excellent mobility on terrain sand swamps. Chassis provides pontoon excavator MA 200 high with buoyancy and stability, as well as ultra-low ground pressure. The long reach front and special construction of the bucket have enabled with extended working ranges. The well designed cab provides a clear view of the jobsite.

Electronically controlled fuel injection system Hitachi MA 200 Common Rail, as well as the refueling device with an ample 400-litterfuel tank allows forefficient refueling with less downtime. In System Common Rail Pump injects fuel under high pressure ranging from 250 to 1800 bar in accordance with engine operating conditions, a common rail. An electronically controlled electromagnetic injectors or piezoelectric valves inject fuel into the cylinders. Depending on the design of the nozzle, 2 - 5 injections are made per a cycle.

Electronic control common rail type fuel in jection system drives an integrated fuel pump at an ultrahigh pressure todistribute fuel to each injector per cylinder through a common rail. This enables optimum combustion togenerate big horsepower, and reduce PM (diesel plume) and fuel consumption. This technology enables optimum combustion with providing larger capacity, furthermore, it reduces the vapor content in the diesel particulate matter and fuel consumption.

Chassis pontoon amphibious excavator Hitachi is equipped with rectangular hollow steel skids and floating sealed rollers. The undercarriage is fitted with square hollow steel shoes to improve buoyancy and ruggedness for excellent mobility on terrains and swamps. The machine can be easily removed for quick transportation to another construction area. The upper structure is bolted to the

undercarriage through the support beam. Hydraulic piping is connected through quick couplers. This knock down construction is convenient for prompt transport to the next job site [17].

Amphibious excavator Waterking (Figure 2.8) has been designed for operating on land as well as in water, which makes it highly efficient. The machine crosses swamps, ditches, lakes and waterways with ease.



Figure 2.8 Amphibious Excavator Waterking

The amphibious excavator can perform practically any water works: dredging, positioning of sheet-piling, salvage operations, clearing trees, earthworks and delta works. These activities can easily be carried out without side-pontoons. The amphibious excavators have a 360° operating radius [18].