

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

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

Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»
УДК <u>622.691.4.07:556.56</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б3А	Оль Е.Н.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Назаров А.Д.	к.г.-м.н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Немцова О.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения по ООП

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

					«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	Оль Е.Н				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	Назаров А.Д.					2	112
<i>Консульт.</i>					ТПУ гр.3-2Б3А		
<i>Рук-ль ООП</i>	Брусник О.В. А.В.						

Планируемые результаты обучения по ООП

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

Р9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУ-ОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
Р10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУ-ОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
Р11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУ-ОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР
 _____ Брусник О.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б3А	Оль Евгению Николаевичу

Тема работы:

«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

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.).

Объектом исследования являются методы сооружения нефтепроводов в осложненных условиях болот. Работы производятся на объектах относящихся к технологическим сооружениям повышенной опасности, требующих особых условий эксплуатации.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - изучить технологии строительства нефтепроводов в усложненных условиях на примере болот; - проанализировать основные нормативные требования к проектированию и сооружению магистральных нефтепроводов; - произвести расчеты трубопровода в условиях болот.
--	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Макашева Юлия Сергеевна, ассистент
«Социальная ответственность»	Немцова Ольга Александровна, ассистент

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

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Назаров А.Д.	К.Г.-М.Н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б3А	Оль Евгений Николаевич		

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

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

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: 01.06.2018г

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.03.2018	<i>Обзор литературы</i>	10
28.03.2018	<i>Введение</i>	10
15.04.2018	<i>Общая часть</i>	30
29.04.2018	<i>Расчетная часть</i>	15
05.05.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
12.05.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
19.05.2018	<i>Заключение</i>	5
25.05.2018	<i>Презентация</i>	10
	<i>Итого:</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Назаров А.Д.	к.г.-м.н. доцент		

СОГЛАСОВАНО:

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 111 с., 18 рис., 21 табл., 40_источника информации.

Ключевые слова: **КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛОТ, ПОДЗЕМНЫЙ ГАЗОПРОВОД, БАЛЛАСТИРОВКА, ТРАНШЕЯ, ЭКСКАВАТОР, СКРЕПЕР, ЗЕМЛЕРОЙНАЯ ТЕХНИКА.**

Объектом исследования являются методы сооружения магистральных газопроводов на заболоченной территории.

Цель работы – оценка и выбор рациональных методов сооружения магистральных газопроводов на заболоченной территории Западной и Восточной Сибири.

Для достижения цели работы были рассмотрены следующие вопросы:

В работе описаны типы болот, предложены варианты прокладки трубопроводов, использования специализированной техники, с описанием ограничений по их применению, достоинств и недостатков каждого. Особое внимание в работе уделено вопросу сварочно-монтажных работ, как одного из наиболее ответственного этапу. В работе приведены методологические аспекты гидравлического расчета, расчета толщины стенки трубы, проведения работ по электрохимической защите трубопровода. Так же в работе отмечены сезонные особенности строительства трубопроводов на болотах и описаны возможные экологические последствия строительства.

В результате выполнения:

В процессе работы были тщательно изучены и описаны типы болот, для которых были предложены наиболее предпочтительные варианты прокладки газопроводов на заболоченной территории, ограничения по их применению, достоинства и недостатки каждого.

					«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Оль Е.Н.				Реферат	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Назаров А.Д.						7	112
Консульт.						ТПУ гр.3-2Б3А		
Рук-ль ООП	Брусник О.В.							

Список принятых сокращений

- БКМ – бурильно-крановая машина;
- ВАУ – винтовое анкерное устройство;
- ГСМ – горючесмазочные материалы;
- КСУ – канатно-скреперная установка;
- НДС – напряженно-деформированное состояние;
- НСМ – нетканый синтетический материал;
- ПКБУ – полимерконтейнерное балластирующее устройство;
- ППР – проект производства работ;
- СМР – строительно-монтажные работы;
- УБК – утяжелитель клиновидный болотный;
- УБО – утяжелитель бетонный охватывающий;
- УСС – утяжелитель седловидный самозакрепляющийся;
- ЭКБ – экскаватор-кран болотный.

					«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Оль Е.Н.</i>			Список принятых сокращений	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Назаров А.Д.</i>					8	112
<i>Консульт.</i>						ТПУ гр.3-2Б3А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Оглавление

Введение

Обзор литературы

1.Общая часть

1.1 Описание района проведения работ

1.1.1 Краткая физико-географическая характеристика

1.1.2 Климатическая характеристика района

1.2 Конструкции подземных трубопроводов

1.3 Подготовка строительной полосы при сооружении участков газопроводов в условиях болот

1.3.1 Осушение полосы строительства

1.3.2 Планировка строительной полосы

1.4 Строительство временных дорог

1.5. Земляные работы на болотах и обводненных участках трассы

1.6 Машины для разработки траншей на заболоченных и обводненных участках трассы

1.6.1 Канатно-скреперные установки (КСУ)

1.6.2 Экскаваторы с сильно развитой опорной поверхностью

1.7 Изоляция и укладка трубопровода в условиях болот

1.8 Технологическая последовательность изоляционно-укладочных работ в условиях болот

1.9 Балластировка и закрепление трубопроводов

1.9.1Закрепление трубопровода выстреливаемыми анкерами

1.10 Засыпка траншей в болотистой местности

1.11 Особенности эксплуатации газопроводов на болотах и оттаивающих грунтах

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»			
Разраб.		Оль Е.Н.			Оглавление	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Назаров А.Д.					9	112
Консульт.						ТПУ гр.3-2Б3А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

- 1.12 Области применения конструкций и способов балластировки и за-крепления газопроводов
- 1.13 Организация и технология производства работ
- 1.14 Контроль качества
- 2 Расчетная часть
- 2.1 Общие данные
- 2.2 Расчёт подземного газопровода
- 2.3 Проверка прочности и деформаций
- 2.4 Проверка устойчивости трубопровода против всплытия гидродинамического потока на единицу длины трубопровода
- 2.5 Определение параметров балластировки
 - 2.5.1 Определение параметров балластировки для обводненного участка
 - 2.5.2. Вес балластировки в воздухе
 - 2.5.3 Определение параметров балластировки для заболоченного участ-ка
- 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбереже-ния
 - 3.1 Расчет затрат на проведение организационно-технического меро-приятия (строительство трубопроводов)
 - 3.2 Расчет стоимости материалов
 - 3.3 Расходы на оплату труда
 - 3.4 Расчет отчисления на социальные нужды
 - 3.5 Расчет суммы амортизационных отчислений
- 4. Социальная ответственность
 - 4.1 Производственная безопасность
 - 4.1.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов, которые может создать газопровод.
 - 4.1.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению
 - 4.1.3 Движущиеся машины и механизмы

					Оглавление	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 4.1.4 Электрическая дуга и металлические искры при сварке
 - 4.1.5 Электрический ток
 - 4.1.6 Пожаровзрывоопасность
 - 4.1.7 Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением)
 - 4.1.8 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению
 - 4.1.9 Отклонение параметров микроклимата на открытом воздухе
 - 4.1.10 Повышенный уровень шума
 - 4.1.11 Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны
 - 4.1.12 Превышение уровня вибрации
 - 4.1.13 Повреждения в результате контакта с насекомыми
 - 4.1.14 Тяжесть и напряженность физического труда
 - 4.2. Экологическая безопасность
 - 4.2.1 Воздействие на литосферу
 - 4.2.2. Воздействие на атмосферу
 - 4.2.3. Воздействие на гидросферу
 - 4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях
 - 4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности
- Заключение
- Список использованных источников

					<i>Оглавление</i>	<i>Лист</i>
						11
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Введение

Трубопроводный транспорт нефти, нефтепродуктов, природного газа, воды и других жидких и газообразных сред получил самое широкое распространение как в России, так и за рубежом. В настоящее время без него трудно представить себе возможность технического прогресса в любой отрасли промышленности, сельском хозяйстве, быту. Обеспечение высокого уровня надежности как отдельных магистралей, так и взаимосвязанных трубопроводных систем потребовало коренной переработки методов их проектирования, строительства и эксплуатации. В последнее время этими вопросами занимается все большее число различных организаций.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что большинство крупных месторождений газа в нашей стране расположено в районах Западной и Восточной Сибири, которые отличаются своими сложными условиями освоения. В связи с этим вопрос о рациональном способе прокладки газопровода через болота второго и третьего типа является чрезвычайно важным.

Магистральными называют трубопроводы, предназначенные для дальнего транспорта жидких, газообразных и твердых сыпучих продуктов, от мест их добычи, получения, переработки (условная начальная точка трубопровода) к местам потребления (условная конечная точка).

Газопроводы — трубопроводы для перекачки природных и искусственных газов, находящихся как в газообразном, так и в жидком состоянии. В последнем случае газопровод имеет более узкое название, например аммиакопровод, газопровод сжиженного газа (пропана, бутана и их смесей), углекислотопровод и т. п.

Магистральный трубопровод — сооружение линейного типа, представляющее непрерывную трубу, вдоль которой размещаются сооружения, обеспечивающие перекачку транспортируемого продукта при заранее заданных параметрах (давлении, температуре, пропускной способности и т. п.).

					«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»			
Лист	№	Подпись № докум.	Дата Под-	Лист-				
Разраб.		Оль Е.Н.				Лит.	9 Лист	Листов
Руковод.		Назаров А.Д.			Введение		19	112
Лист	Кон-	№ докум.				ТПУ гр.3-2Б3А		
Дата Рук-ль		Лист Брусник						

В отличие от других линейных сооружений, таких, как автодороги, железные дороги, магистральный трубопровод в течение всего срока эксплуатации находится в сложном напряженном состоянии под воздействием внутреннего давления перекачиваемого продукта и работает как сосуд высокого давления. Если по нему перекачивается нефть, газ, бензин и т. п., то это делает его к тому же чрезвычайно энергонасыщенным сооружением. Это необходимо иметь в виду при определении состава сооружений магистрального трубопровода и их роли в обеспечении надежной эксплуатации трубопровода и уменьшении энергетических потерь в случаях возможных разрушений труб.

Состав сооружений и их назначение зависят от вида транспортируемого продукта.

Магистральный газопровод включает следующие группы сооружений: головные, линейные, компрессорные станции (КС), газораспределительные станции (ГРС) в конце трубопровода, подземные хранилища газа (ПХГ), объекты связи (высокочастотной и селекторной), системы электрохимзащиты сооружений трубопровода от коррозии, вспомогательные сооружения, обеспечивающие бесперебойную работу газопровода (линии электропередач, водозаборные устройства и водопроводы, канализация и т. п.), объекты ремонтно-эксплуатационной службы (РЭП), административные и жилищно-бытовые сооружения.

Головными называют сооружения, на которых газ готовят к дальнейшему транспорту. Комплекс головных сооружений (ГС) зависит от состава и давления газа, добываемого на промысле и поступающего на газосборный пункт. В комплекс ГС входят: установки по очистке газа от механических примесей, влаги, установки отделения от серы и высокоценных компонентов. К головным сооружениям относят и КС в начальной точке газопровода, на территории которой обычно размещается комплекс перечисленных сооружений.

Линейная часть газопровода представляет собой непрерывную трубу,

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
<i>зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>кум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>та-</i>		

собранный из отдельных труб между промежуточными КС и пересекающую на всем протяжении от начальной до конечной точек естественные и искусственные препятствия, обходящую населенные пункты и особо сложные для строительства участки.

Компрессорные станции (КС) представляют площадочный комплекс сооружений, состоящий из определенного числа и типа функциональных блоков, предназначенных для выполнения основных и вспомогательных процессов.

					<i>Введение</i>	<i>Лист-</i>
						1413
<i>Изм.И</i>	<i>Лист-</i>	<i>№ докум.№ до-</i>	<i>Подпись-</i>	<i>Да-</i>		

Обзор литературы

При выполнении работы были использованы следующие основные источники литературы и нормативно-правовая документация:

- Димов Л.А., Богушевская Е.М. Магистральные трубопроводы в условиях болот и обводненной местности –М: Горная книга. МГТУ, 2010-392с.
- Бородавкин П.П. Подземные магистральные трубопроводы М: Недра, 1982-396с.
- Бабин Л.А, Григоренко П.Н., Ярыгин Е.Н. “Типовые расчеты при сооружении трубопроводов”
- СНиП 2.05.06-85 “Магистральные трубопроводы” □ СНиП 2.01.07-85 “Нагрузки и воздействия”
- Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. – М.: НПО ОБТ, 2001. 258 с.

					«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Оль Е.Н.</i>			<i>Обзор литературы</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Назаров А.Д.</i>					15	112
<i>Консульт.</i>						ТПУ гр.3-2Б3А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

1 Объект и методы исследования

1.1 Описание района проведения работ

1.1.1 Краткая физико-географическая характеристика района работ

Васюганские болота — это самые большие болота в мире, расположены в Западной Сибири, в междуречье Оби и Иртыша, на территории Васюганской равнины, находящейся большей частью в пределах Томской области, и малыми частями — Новосибирской и Омской областей и Ханты-Мансийском АО.

Болота содержат огромные запасы торфа и противодействуют парниковому эффекту, связывая углерод. Разведанные запасы торфа составляют более 1 млрд тонн, средняя глубина залегания — 2,4 м, максимальная — 10 м [34].

Ископаемые: нефть, природный газ, торф, железная руда.

1.1.2 Климатическая характеристика района работ

Климат в районе работ резко-континентальный с сурово зимой и жарким летом. Самый теплый месяц является июль с максимальной температурой до +36°C, самым холодным – февраль, когда температура может понизиться до 54°C.

Таблица 1

Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С

Метеостанции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Колпашево	-20,7	-18,7	-10,8	-0,7	7,3	15,2	18,0	14,4	8,7	0,1	-11,4	-19,4	-1,5

Среднегодовая температура воздуха -1,5°C, среднегодовое количество атмосферных осадков равно 598 мм в год. Наибольшее количество осадков выпадает в августе, наименьшее в феврале.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»			
Разраб.	Оль Е.Н.				Объект и методы исследования	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Назаров А.Д.						16	112
Консульт.						ТПУ гр.3-2Б3А		
Рук-ль ООП	Брусник О.В.							

из грунта, всплытие труб на обводненных участках и т. п. – все это требует более сложных конструктивных решений по сравнению с однослойной изолированной трубой.

Приведем краткие характеристики конструкций, позволяющих повысить работоспособность и надежность подземных трубопроводов.

Трубопровод из многослойных труб (предложение института электро-сварки им. Е. О. Патона) имеет вид спирали из трех-четырёх слоев тонкого стального листа. Такая труба позволяет более полно использовать несущую способность металла и исключить протяженные разрушения. Сооружение трубопровода целиком из многослойных труб пока не является бесспорным, поскольку еще не решен вопрос о продольной устойчивости многослойной трубы при сжатии и ряд других вопросов. Многослойная стенка, состоящая из нескольких слоев толщиной b/a (где b – полная толщина стенки трубы, a – число слоев), при сжатии может потерять устойчивость, как показано на рисунке 1.

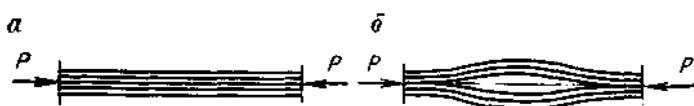


Рисунок 1 – Стенка многослойной трубы:

а — нормальное состояние; б — расслоение листов

Многослойная труба может служить средством торможения в виде вставок длиной от 10 до 20 м, устанавливаемых через определенные расстояния в трубопроводе из труб с монолитной стенкой.

Трубопровод с вязкими вставками из монолитных труб с высокой вязкостью стали или биметаллических труб. Длина вставок до $2D$ (D – диаметр труб). Назначение вставок – предотвращение лавинных разрушений.

Трубопровод из бандажированных труб, основной несущий контур которых усилен высокопрочным материалом, например, проволокой. Проволока навивается в виде спирали на поверхность трубы и обжимает ее.

					Объект и методы исследования	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Получается предварительнонапряженная труба, что позволяет уменьшить растягивающие кольцевые напряжения в ее стенке от внутреннего давления.

Одновременно решается и проблема торможения лавинных разрушений.

Трубопровод с бандажом для остановки лавинных разрушений и уменьшения продольных и поперечных перемещений. Бандаж представляет собой металлическую трубу большего, чем основная труба, диаметра, концентрически расположенную на трубопроводе. Пространство между внешней и наружной трубами заполняется бетоном на расширяющемся цементе.

Двухтрубная конструкция трубопровода представляет собой две концентрически расположенные трубы (однослойные или многослойные) с заполнением межтрубного пространства цементно-песчаным раствором

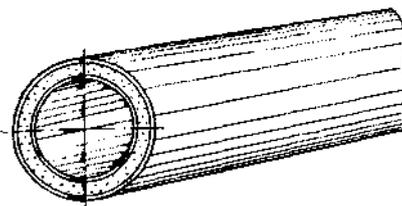


Рисунок 2 – Двухтрубная конструкция

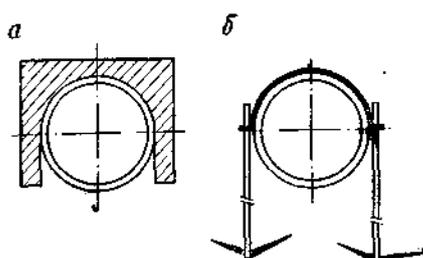


Рисунок 3 – Закрепленный трубопровод:

а – утяжеляющими грузами; б – анкерами

Такая конструкция может быть использована при строительстве трубопроводов в сложных условиях: на болотах, при пересечении водных преград, на переходах под автомобильными и железными дорогами и др. Двухтрубная конструкция обладает высоким уровнем надежности.

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

При использовании конструкции па болотах и в обводненных грунтах бетонное заполнение позволяет обойтись без утяжеляющих грузов или без креплений винтовыми или иными анкерами.

Трубопровод одной из описанных выше конструкций, утяжеленный различного рода пригрузами (рисунок 3, а). Применяется при укладке труб, обладающих плавучестью, в обводненных грунтах и на болотах.

Трубопровод, закрепленный анкерами (рисунок 3, б) для предотвращения всплытия труб, уложенных в обводненных грунтах. В настоящее время применяются винтовые и забивные анкера.

Названные конструкции труб пока еще не используются в промышленном масштабе. Однако их достоинства позволяют ожидать, что в самое ближайшее время они получат широкое внедрение [3, 6].

1.3 Подготовка строительной полосы при сооружении участков газопроводов в условиях болот

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

во-первых, от технологии прокладки, предусмотренной ППР:

- с бровки траншеи;
- методом сплава по траншее, заполненной водой;
- методом протаскивания по траншее;
- во-вторых, от сезона строительства трубопровода:
 - летний сезон;
 - 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.

					Объект и методы исследования	Лист-
Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Да-		2017

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 траншекопателя с навесным оборудованием (для образования траншеи-канавы) и прохода экскаватора для обвалования газопровода (на перекидных сланях или на пене-волокуше, или на болотном ходу).

1.3.1 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 плужны-

					<i>Объект и методы исследования</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

ми 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.

1.3.2 Планировка строительной полосы

Планировка строительной полосы производится с целью обеспечения стабильной техничеки и технологически определенной работы машин, механизмов, оборудования, транспортных средств и обслуживающего их персонала при выполнении всего комплекса строительного-монтажных и специальных строительных работ по прокладке линейной части газопроводов, осуществляемой в различных природно-климатических условиях.

Так как большинство болот имеют незначительную растительность, не создающую трудностей для проложения трассы будущего трубопровода, машины для валки леса, корчевки пней и кустарников использоваться не будут. Для планировочных работ, если в них имеется необходимость, применяют землеройно-транспортные машины, используемые для выполнения земляных работ и расчистки полосы от лесной растительности.

При сильно залесенных участках расчистка трассы от леса на болотах и заболоченных участках, на которых сооружение трубопровода намечается в весенне-летний период, выполняют заблаговременно (в зимний период) по всей ширине полосы отвода, что обеспечивает частичное осушение строительной полосы и улучшает проходимость трассы.

В условиях открытой (незалесенной) болотистой местности плани-

					<i>Объект и методы исследования</i>	<i>Лист</i>
						22
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ровка строительной полосы сводится к планировке микрорельефа с геодезическим контролем качества планировочных работ лишь на полосе рытья траншеи (дорожка для прохода роторного экскаватора или ковша канатно-скреперной установки).

Планировка трассы, проходящей в условиях пересеченной местности, включает срезку косоголов и бугров при одновременной подсыпке низинных мест (только не на полосе рытья траншеи). Подсыпка грунта на заболоченных трассах трубопроводов может производиться лишь при использовании метода выторфовывания для строительства временных технологических дорог.

На заболоченных участках трассы в зоне проезда и работы машин и устройства основания под трубопровод при наземной прокладке планировку выполняют, в основном, путем засыпки неровностей привозным грунтом, не допуская срезки и нарушения верхнего торфяного покрова болота [15].

1.4 Строительство временных дорог

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

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

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

					Объект и методы исследования	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 трубопровода.

Непосредственно на строительной полосе при прокладке 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, 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 классифика-

					<i>Объект и методы исследования</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

ции 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.

Временные дороги, сооружаемые при строительстве линейной части трубопроводов, в части конструктивных решений могут быть определены следующим образом.

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.

					Объект и методы исследования	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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, 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).

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. В зависимости от интенсивности движения устраивают колеиные 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 от 6 до 7 м, толщиной от 0,18 до 0,2 м, уложенных комлями в разные стороны, и скрепленных от 2-х до 3-х стяжными шпильками (нагелями), либо проволокой и связующими бревнами. Соединяют щиты между собой нагельным

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

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.

Поверх сплошного деревянного настила из щитов устраивают защитный слой покрытия из грунта толщиной от 0,2 до 0,3 м, 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/час), 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 – 100м.

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 от 0,02 до 0,03 м, с интервалами в 1-2 ч (в зависимости от температуры воздуха).

					Объект и методы исследования	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Поверхность болота можно также усилить хворостяной выстилкой, порубочными остатками или сплошным деревянным настилом [8, 9].

1.5 Земляные работы на болотах и обводненных участках трассы

Болота по несущей способности классифицируют на три типа:

Первый тип (I) – болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и неоднократное передвижение болотной техники с давлением 0,02-0,03 МПа или работу обычной техники с помощью щитов, сланей или дорог, обеспечивающих снижение давления на поверхность залежи до 0,02 МПа.

Второй тип (II) – болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и передвижение строительной техники только, по щитам, сланям и временным дорогам, обеспечивающим снижение давления на поверхность залежи до 0,01 МПа.

Третий тип (III) – болота, заполненные растекающимся торфом и водой с плавающей торфяной коркой, допускающие работу только специальной техники на понтонах или обычной техники с плавучих средств.

К заболоченным относятся участки, грунты которых имеют значительное водонасыщение и торфяной покров менее 0,5 м, а к обводненным – участки, покрытые водой и не имеющие торфяного покрова. Глубокие болота большой протяженности с низкой несущей способностью торфяного покрова проходят как правило в зимний период, а мелкие небольшие – летом.

Земляные работы в условиях болот и заболоченной местности в зависимости от типа болота, способа прокладки, времени строительства и используемой техники должны выполняться по следующим схемам:

Схема 1. При глубине торфяного слоя до 1 м с подстилающим основанием, имеющим высокую несущую способность, разработка траншеи осуществляется с предварительным удалением торфа (выторфованием) бульдозером или экскаватором. При использовании экскаватора для выторфовывания протяженность создаваемого фронта работ должна быть от 40 до 50 м.

Схема 2. При глубине торфяного слоя более 1 м с подстилающим основанием, имеющим низкую несущую способность, разработка траншеи

					Объект и методы исследования	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

должна осуществляться с применением специальной болотной модификации и плавающей техники, понтонов, щитов, сланей или пено-саней, снижающих давление на поверхность грунта.

Схема 3. Разработка траншеи с применением энергии взрыва.

Схема разработки траншей с предварительным выторфованием применяется на участках с глубиной торфяного слоя до 1 м с устойчивым подстилающим основанием. Ширина образуемой посредством выторфования выемки должна обеспечивать нормальную работу экскаватора для разработки траншеи в минеральном грунте на полную глубину. Траншея устраивается бульдозером или экскаватором на глубину от 0,15 до 0,2 м ниже проектной отметки с учетом возможного оплывания откосов траншеи.

Схему разработки траншей с применением специальной техники, применяют на слабонесущих болотах (II и III типов). При отсутствии специальной техники разработка траншеи может осуществляться экскаватором, находящимся на понтоне (рисунке 4), сланях или корытообразной пене.

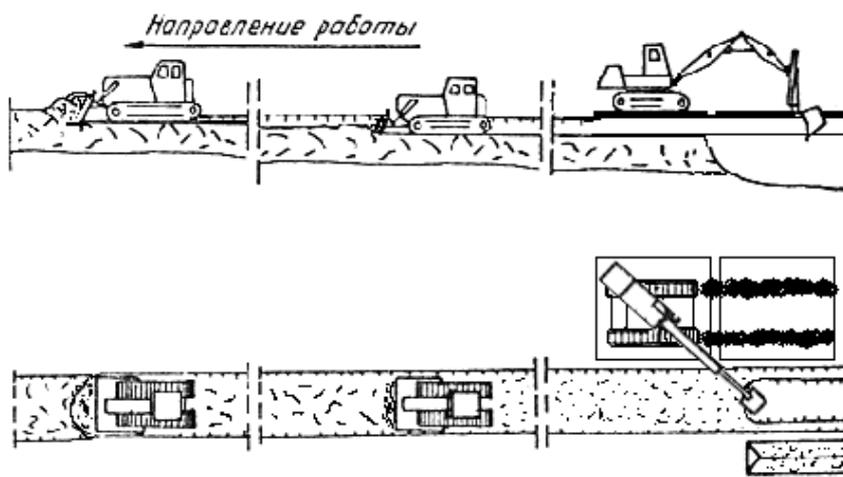


Рисунок 4 – Схема разработки траншеи с предварительным удалением торфяного слоя и последующей работой экскаватора со щита

Для прокладки магистральных трубопроводов на болотах всех типов методом сплава или протаскивания траншеи разрабатывают взрывным способом. В зависимости от типа и глубины болота, а также степени залесенности трассы применяют способы удлиненных, сосредоточенных или скважинных зарядов.

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Для разработки траншей взрывным способом в зависимости от типа болота и размеров траншеи применяют различные технологические схемы.

На открытых и слабозалесенных болотах при разработке траншей и каналов глубиной до 3,5 м, шириной по верху до 15 м, мощностью торфяного слоя до 2/3 глубины траншеи используют удлиненные шнуровые заряды (из отходов пироксилиновых порохов или водостойчивых аммонитов).

На глубоких болотах, покрытых лесом, разработку траншеи (глубиной до 5 м и шириной по верху до 20 м) целесообразно осуществлять сосредоточенными зарядами, размещенными вдоль оси траншеи. При этом отпадает необходимость в предварительной расчистке трассы от леса. Сосредоточенные заряды размещают в зарядных воронках, образуемых прострелкой не больших: скважинных зарядов.

Для разработки траншей глубиной до 2,5 м и шириной по верху от 6 до 8 м эффективно использовать скважинные заряды из водостойчивых взрывчатых веществ. Этот метод можно использовать на болотах I и II типов, в том числе покрытых лесной растительностью. Скважины (вертикальные или наклонные) располагают вдоль оси траншеи на расчетном расстоянии друг от друга в один или два ряда в зависимости от проектной ширины дна траншеи. Диаметр скважин принимают от 150 до 200 мм. Наклонные скважины под углом от 45 до 60° к горизонту применяют при необходимости направленного выброса грунта на одну из сторон траншеи [8, 9].

1.6 Машины для разработки траншей на заболоченных и обводненных участках трассы

Для рытья траншей на заболоченных и обводненных участках трассы применяются машины, специально оборудованные для работы в этих условиях. Их 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. Эту группу представляют канатно-скреперные установки различной констру-

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

кции. Ко второй группе относятся машины, оказывающие на грунт малое удельное давление и вследствие этого свободно перемещающиеся в процессе работы по заболоченному участку. Эту группу представляют экскаваторы с сильно развитой опорной поверхностью [12, 14].

1.6.1 Канатно-скреперные установки (КСУ)

На болотистых участках небольшой протяженности со слабой несущей способностью разработку траншей допускается выполнять с помощью канатно-скреперных установок.

Примером канатно-скреперной установки служит установка КСУ-1. Самоходная канатно-скреперная установка КСУ-1 предназначена для рытья траншей на болотах, строительстве переходов через небольшие реки и водоемы, а также в горной местности на уклонах более 20°.

Установка состоит из тягача, двухбарабанной лебедки, 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.

Существуют стационарные лебедки типа ЛС302 или ЛС1001. Лебедки предназначены для использования в качестве тягового средства при скрепировании траншей и протаскивания трубопроводов при строительстве переходов через болота и водные преграды.

Силовая установка, трансмиссия и два барабана лебедки ЛС302 смонтированы на общей раме, а у лебедки ЛС1001 – на прицепе-тяжеловозе. Для осуществления автоматического изменения скорости выбирания каната в зависимости от требуемого усилия в трансмиссию лебедки встроены гидротрансформатор, который ограничивает усилие в канате без отключения двигателя, предохраняя канат и трансмиссию лебедки от перегрузок. Для расширения диапазона скоростей лебедка имеет двухскоростной редуктор.

					<i>Объект и методы исследования</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

Управление лебедкой осуществляется из кабины или с выносного пульта (у ЛС1001).

При работе лебедка 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.

Канат, прикрепленный к передней части ковша, называется тяговым, а к задней – холостым. Как правило, тяговый канат непосредственно соединен с барабаном лебедки и подтягивает ковш к лебедке, а холостой сначала перекинут через неподвижный блок якоря, а потом идет на барабан и подтягивает ковш к якорю. Поочередно включая барабаны лебедки на наматывание и сматывание каната, перемещают ковш к лебедке – рабочий ход (скреперование) или к якорю - холостой ход.

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.

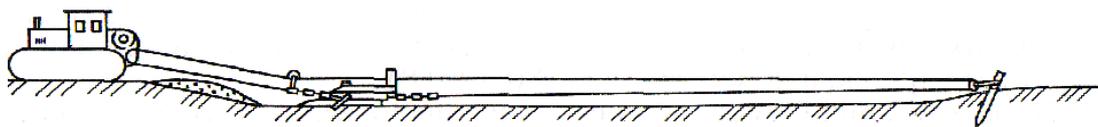
Нижняя режущая кромка ковша снабжена зубьями, которые предназначены для разрушения (резания) грунта. В задней части ковша сверху имеется стойка с роликами, между которыми проходит холостой канат. Ролики предохраняют канат от трения о ковш, снижая тем самым его износ и уменьшая возникающее при этом дополнительное сопротивление перемещению ковша. Внизу задней части ковша иногда делают откидной зуб, служащий для рыхления грунта во время холостого хода.

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

					<i>Объект и методы исследования</i>	<i>Лист</i>
						32
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

По мере накопления грунт периодически сдвигается в сторону бульд озером.

а)



б)

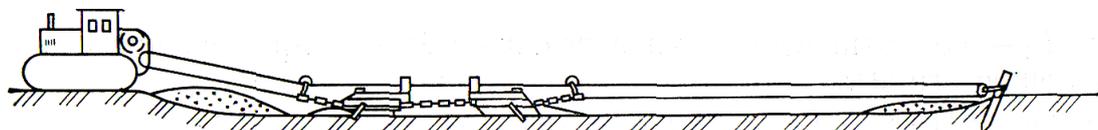


Рисунок 5 – Схема работы канатно-скреперной установки:

а - с одним ковшом; б - с двумя ковшами

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 на оборот (рисунок 5).

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.

Канатно-скреперное оборудование для двухбарабанных лебедок ЛС 302 и ЛС1001 предназначено для разработки траншей при строительстве магистральных трубопроводов в грунтах I-VI категорий [12, 14].

Таблица 4

Технические характеристики лебедок ЛС302 - СО302 и ЛС1001 - КСО1001

Лебедка	ЛС302	ЛС1001
Тяговое усилие, кН (тс)	294 (30)	680 (70)
Максимальное тяговое усилие на 1 слое, кН (тс)	490 (50)	980 (100)
Скорость выбирания каната, м /мин	0-68	0-58
Канатоемкость каждого барабана, м	500	500
Диаметр тягового каната, мм	32,5	42

Таблица 5

Технические характеристики лебедок ЛС302 - СО302 и ЛС1001 - КСО1001

Тип двигателя:	А41	Д160
- мощность, кВт (л.с.)	70 (100)	117 (160)
- частота вращения, об/мин	1750	1220
Габаритные размеры, мм: длина x ширина x высота	4015x2200x2605	9270x3200x3790
Масса, кг	14200	45000

В комплект скреперного оборудования входят: направляющая, скрепер и блочная стяжка.

Таблица 6

Технические характеристики скреперного оборудования КСО302 и КСО1001

Параметры	КСО1001	КСО302
Тип	Скрепер:	
	с качающимся дышлом, опрокидывающийся	с откидывающимся днищем
Объем, м ³	8	3
Коэффициент наполнения	1,0	1,0
Техническая производительность, м ³ /ч	25,0	18
Наибольшая длина скрепирования, м	500	500
Ширина траншеи по дну, м	3	1,6
Масса, кг	4000	2025

1.6.2 Экскаваторы с сильно развитой опорной поверхностью

Разработка траншей на заболоченной местности часто производится при помощи одноковшовых экскаваторов, под гусеницы которых подкладывают бревенчатые щиты, последовательно перекладываемые в процессе копания. Щиты являются, таким образом, дополнением к ходовой части землеройных машин, увеличивая их опорную поверхность и снижая тем самым удельное давление на грунт. Однако применение щитов сильно усложняет производство работ и снижает производительность экскаваторов.

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Для увеличения производительности и маневренности землеройных машин, работающих на грунтах с низкой несущей способностью, необходимо значительно увеличить опорную поверхность их собственной ходовой части, отказавшись от применения дополнительных громоздких приспособлений в виде щитов. Выполнение этой задачи осложнено тем, что экскаваторы должны перемещаться не только по ровной, но и пересеченной местности, как с мягким, так и с твердым поверхностным слоем.

Первым опытом в этой области было создание экскаватора на понтонно-гусеничном ходу модели ЭПГ-1. При этом поворотная часть и рабочее оборудование было целиком заимствовано у серийно выпускающегося экскаватора Э-302, а его пневмоколесный ход заменен специально спроектированным понтонно-гусеничным, состоящим из ходовой рамы и двух гусеничных тележек. Каждая гусеничная тележка имела пять полых катков понтонов, придававших экскаватору плавучесть.

Катки-понтонны охватывались специальной широкой и легкой гусеницей (ширина 1,5 м), обеспечивающей экскаватору малое удельное давление на грунт (0,1 кгс/см² при весе экскаватора 19 т).

Гусеница выполнена из четырех рядов пластинчатых втулочно-роликовых цепей, на которые опирались бандажи катков. К цепям приклепаны башмаки – дюралюминиевые, скрепляющие швеллеры.

Гусеница приводилась в действие четырьмя звездочками (по числу втулочно-роликовых цепей), сидящими на одном валу, получающем вращение от ходового механизма при помощи цепной передачи. С противоположной звездочкам стороны на раме каждой тележки был укреплен натяжной механизм гусеничной цепи.

При движении по воде нижние ветви гусениц выполняли роль гребных лопаток, благодаря чему экскаватор перемещался вплавь со скоростью до 2,2 км/ч. Скорость передвижения машины по суше составляла от 0,7 до 3,1 км/ч.

Вследствие сильно развитой опорной поверхности и при наличии полых катков-пнтонов экскаватор ЭПГ-1 был способен передвигаться по лю-

					Объект и методы исследования	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

бым болотам и даже открытым водоемам, обладал хорошей устойчивостью и мог работать в сильно заболоченной местности и даже на плаву (в расчаленном состоянии), т.е. в условиях, в которых любой другой экскаватор (даже с применением щитов) неработоспособен.

Однако недостаточная прочность гусениц и катков-понтонных в сочетании с жесткой подвеской, широкой и длинной ходовой частью не позволяла перегонять экскаватор своим ходом по твердому грунту и пересеченной местности, требовала разборку экскаватора при транспортировке его другими средствами, не обеспечивала открытие широких траншей и разработку перемычек.

В силу этих обстоятельств экскаватор ЭПГ-1 не получил широкого распространения на строительстве магистральных трубопроводов. Нужен был другой, имеющий все преимущества экскаватора ЭПГ-1, но лишенный большинства его недостатков.

С этой целью СКБ «Газстроймашина» был разработан проект нового экскаватора ЭКБ-1.

Экскаватор-кран болотный ЭКБ-1 является одноковшовым полноповоротным экскаватором, предназначенным, как и ЭПГ-1, для земляных и погрузочных работ на сильно заболоченных участках трассы.

Снабженный различными видами сменного оборудования экскаватор может выполнять следующие виды работ:

- драглайном – отрывание траншей и котлованов на болотах, заболоченных поймах рек, а также реках и водоемах глубиной не более 0,9 м;
- грейфером – разработка траншей и котлованов в болотах, реках и водоемах с высотой уровня воды более 0,9 м. Экскаватор при этом находится на плаву, удерживаясь от произвольного перемещения или сноса течением с помощью канатной расчалки;
- обратной лопатой – отрывание траншей и котлованов в обычных грунтовых условиях;

К

раном – навеска утяжеляющих грузов на трубу, производство погрузочно-

					Объект и методы исследования	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

разгрузочных и монтажных работ на болотах, а также поймах рек и реках с высотой уровня воды не более 0,9 м.

Развитая опорная поверхность катков-понтонных и наличие плавучести обеспечивает проходимость и работу экскаватора на болотах всех типов. Централизованная система подкачки шин с пультом управления в кабине машиниста обеспечивает необходимое увеличение давления в шинах при передвижении и работе на твердых грунтах и снижение его на болотистых и мягких грунтах.

При движении по болоту избыточное давление в шинах устанавливается в интервале от 0,2 до 0,3 кгс/см², а при движении по дорогам и твердым грунтам от 0,7 до 0,8 кгс/см².

Машинист экскаватора устанавливает и контролирует давление в шинах по показаниям манометра, расположенного в кабине.

Пневматический ход экскаватора обеспечивает перегон его своим ходом на расстоянии до 200 км без заметного износа узлов ходовой части (в отличие от гусеничных экскаваторов).

Конструкция ходовой части в сочетании с применением специального дышла (вместо передних катков экскаватора) делают возможным транспортировку экскаватора на большие расстояния на седельном тягаче или за ним со скоростью от 20 до 25 км/ч.

Для работы на участках с малой несущей способностью изготавливаются одноковшовые экскаваторы МТП-71, МТП-72, имеющие поворотную часть от экскаватора ЭО-4121 и специальный гусеничный ход с широкими гусеницами.

Болотный гидравлический экскаватор МТП-71 (ЭО-4221) изготавливался ивановским заводом торфяного машиностроения "Ивторфмаш" с 1970 года. Экскаватор торфяной одноковшовый универсальный с гидравлическим приводом на уширенно-удлиненном гусеничном ходу предназначен для выполнения земляных работ в грунтах I - III категорий со слабой несущей способностью. В условиях болот он может использоваться при

					Объект и методы исследования	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рытье и ремонте валовых и картовых канав, магистральных каналов, при рытье котлованов и траншей, при погрузочно-разгрузочных работах, а также при аналогичных работах в мелиорации и сельском хозяйстве. На поворотной платформе смонтированы силовая установка, механизм поворота, стрела с гидроцилиндрами, гидросистема, электрооборудование, кабина и механизмы управления. Экскаватор комплектуется рабочим оборудованием – обратной лопатой с профильными ковшами емкостью от 0,65 до 1,25 м³. Опорной базой экскаватора является уширенно-удлиненный гусеничный ход с цевочным зацеплением, он же служит для передвижения экскаватора. На гусеничном ходу через опорно-поворотное устройство смонтирована поворотная платформа, вращение которой осуществляется механизмом поворота.

О надежности узлов и механизмов, а также об удачной конструкции экскаватора в целом говорят до сих пор работающие машины этой модели.

Таблица 7

Техническая характеристика экскаватора МТП-71

Максимальный радиус, описываемый хвостовой частью кабины, м	3,13
Ширина, м	
кабины (платформы)	3
гусеничного хода	3,9
гусеничной ленты	1,2
Высота до крыши кабины, м	3,2
Давление на грунт, кг/см ²	0,22
Максимальный радиус копания, м	8,85
Максимальная глубина копания, м	5,35
Рабочий цикл, с	21
Емкость ковша, м ³	От 0,65 до 1,25

Техническая характеристика экскаватора МТП-71

Дизель	А-01М или А-01МС
Мощность дизеля, л.с.	135
Масса, т	23

Для работы на грунтах с низкой несущей способностью, например для разработки траншей и котлованов, для мелиоративных и торфяных работ в болотистой местности могут использоваться экскаваторы ЕТ-16, ЕТ-25 на уширенно-удлинённом гусеничном ходу. Ширина траков гусениц 1000 мм. Имеет рекордно низкое удельное давление на грунт $0,19 \text{ кг/см}^2$. Экскаватор может оснащаться разнообразными видами сменного рабочего оборудования и рабочих органов:

- сменные рукояти длиной: 2200 мм, 2800 мм, 3400 мм;
- ковши ёмкостью: $1,25 \text{ м}^3$, $1,0 \text{ м}^3$, $0,65 \text{ м}^3$, $0,5 \text{ м}^3$, $0,4 \text{ м}^3$;
- гидромолот МГ-300;
- грейфер ГК-221;
- рыхлитель 314-03-40.17.300.

Экскаватор ЭО-3223 одноковшовый 3-ей размерной группы гидравлический полноповоротный на гусеничном ходу является универсальной машиной, которая может использоваться как для работы на слабых грунтах и болотистой местности, так и в промышленном, гражданском, сельском и транспортном строительстве, благодаря сменным тракам шириной от 600 до 960 мм с использованием сменных рабочих органов (8 видов). Рабочее оборудование циклического действия состоит из стрелы длиной 4.5 м, рукоятей длиной от 1.8 до 4.5 м и ковшей, экскавационных или очистных емкостью $0,4$; $0,5$; $0,63$; $0,8 \text{ м}^3$, разной ширины. Комбинируя стрелу с различными рукоятями и ковшами, можно получить различные глубины, радиусы резания и производительность экскаватора.

					Объект и методы исследования	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Мобильный многофункциональный плавающий гусеничный экскаватор ТТМ-6901Э предназначен для производства землеройных работ на магистральных газопроводах. Эксплуатируется в сложных природно-климатических условиях, включая снежную целину и болота всех категорий, а также на дорогах с твердым покрытием без их разрушения. Наличие экскаваторной установки ЗТМ-220 с полноповоротным ковшом на конце телескопической стрелы обеспечивает возможность выемки грунта из-под трубы.

На участках с глубоким промерзанием торфа работы должны выполняться комбинированным способом: разрыхление мерзлого слоя буровзрывным методом и разработку грунта до проектной отметки одноковшовым экскаватором.

В зависимости от несущей способности грунта и объемов работ траншеи разрабатывают:

- на болотах I типа в любое время года и II типа в зимних условиях экскаваторами ЭО-4121, ЭО-4123 с обратной лопатой на уширенных гусеницах или на обычных гусеницах с применением перекидных сланей или щитов;
- на болотах II и III типов (за исключением сплавинных болот) в летних условиях траншеи разрабатывают специальными болотными экскаваторами (Э-652БС, ЭО-4221, МПТ-72, ТТМ-6901Э, ЕТ-16 и др.) или обычными экскаваторами, установленными на понтонах.

Число экскаваторов МТП-71, МТП-72 (ТЭ-3М) для разработки траншей на болоте в летних условиях следующее: 6 – для диаметра трубопровода до 529 мм включительно, 9 – для 720 мм, 11 – для 820 мм, 14 – для 1020 и 1220 мм, 24 – для 1420 мм.

Для разработки широких траншей с откосами (в сильно обводненных, сыпучих, неустойчивых грунтах) могут применяться одноковшовые экскаваторы, оборудованные драглайном [12, 14].

1.7 Изоляция и укладка трубопровода в условиях болот

Изоляционно-укладочные работы в условиях болот целесообразно выполнять в зимнее время с использованием технических средств, техноло-

					Объект и методы исследования	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

гических 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 I и II типов);
- 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 отдельным (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 отдельным способом в зависимости от конкретных условий трассы.

					<i>Объект и методы исследования</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

изоляционная машина; СТ – сушильная установка; К – комбайн для очистки и изоляции трубопровода; l_1, l_2 – расстояния между трубоукладчиками.

Расстояние между трубоукладчиками: l_1 равное от 15 до 20 м, l_2 равное от 10 до 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 намытого грунта или при помощи искусственного намораживания снежно-ледовых дорог для прохода механизированных колонн. Намыв грунта производится заблаговременно средствами гидро-механизации, чтобы к началу производства строительного-монтажных работ на сыпь полностью стабилизировалась.

Во избежание заноса траншей снегом и смерзания отвала грунта при работе зимой темп разработки траншей должен соответствовать темпу изо-

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

ляционно-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.

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.

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

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 от 100 до 200 м с учетом диаметра трубопровода и местных условий [13, 14].

1.8 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 до 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 обрешеченными 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;
- плеть вновь подается в обводненную траншею (на длину пристыкованной плети), затем этот процесс продолжается до полного окончания сплава всего участка перехода.

					<i>Объект и методы исследования</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

При применении неизолированных труб на сваренную плеть 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 плеть 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 плеть, приваривают к первой, контролируют сварной стык, изолируют межплетевой стык или всю плеть 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 [14].

1.9 Балластировка и закрепление трубопроводов

В зависимости от конкретных условий строительства газопровода на отдельных участках трассы, строительного сезона, характеристик грунтов, уровня грунтовых вод и схем прокладки должны применяться следующие конструкции и способы балластировки и закрепления газопроводов:

при укладке газопроводов методами сплава или протаскивания – сборные кольцевые железобетонные утяжелители;

при укладке газопроводов с бермы траншеи, на переходах через глубокие болота (с мощностью торфа более глубины траншеи) – железобетонные утяжелители охватывающего типа, а на переходах через болота с мощностью торфа не превышающей глубины траншеи, на заболоченных и обводненных территориях, включая участки перспектив-

					Объект и методы исследования	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ного обводнения – железобетонные утяжелители различных конструкций, анкерные устройства, заполняемые грунтом полимерконтейнеры, а также грунты засыпки, в том числе с использованием полотнищ из нетканого синтетического материала.

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.

Утяжелители железобетонные сборные кольцевые типа УТК для магистральных газопроводов, изготавливают по ТУ 102-264-81. Они состоят из двух охватывающих трубу полуколец, соединенных между собой посредством стальных шпилек и гаек. Основные размеры утяжелителей типа УТК для труб диаметром от 1020 до 1420 мм приведены в таблице 9.

Для изготовления утяжелителей типа УТК применяют бетон класса В 22.5 с объемной плотностью не ниже 2300 кг/м³.

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Таблица 9

Размеры утяжелителей типа УТК

Марка утяжелителя	Размеры, мм					Масса Пол	Масса комплек
	R	H	a	b	ℓ		
2-УТК-1020-24-2	550	725	195	300	70	2035	4087
2-УТК-1220-24-2	655	870	235	410	70	2938	5893
2-УТК-1420-24-2	755	1015	280	500	80	4068	8151

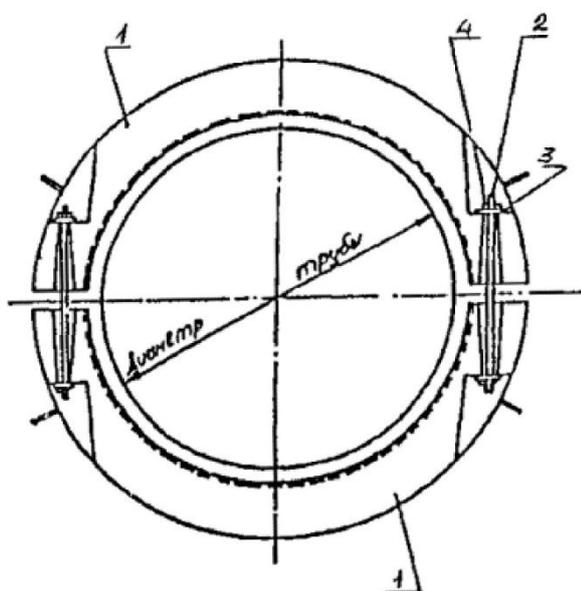


Рисунок 8 – Железобетонный утяжелитель типа 2 – УТК: 1 – Утяжелитель 2-УТК; 2 – Шпилька МС; 3 – Шайба МС; 4 – Гайка М20

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

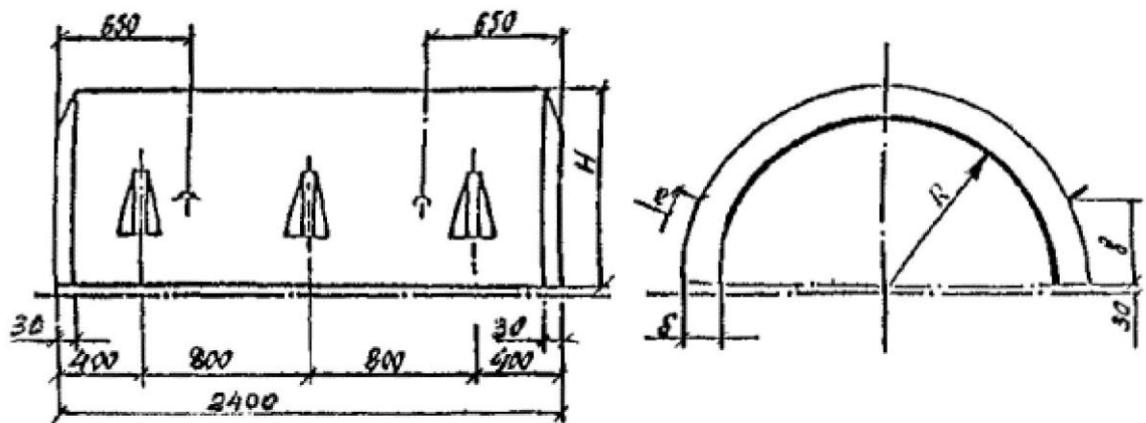


Рисунок 9 – Полукольцо утяжелителя типа 2-УТК

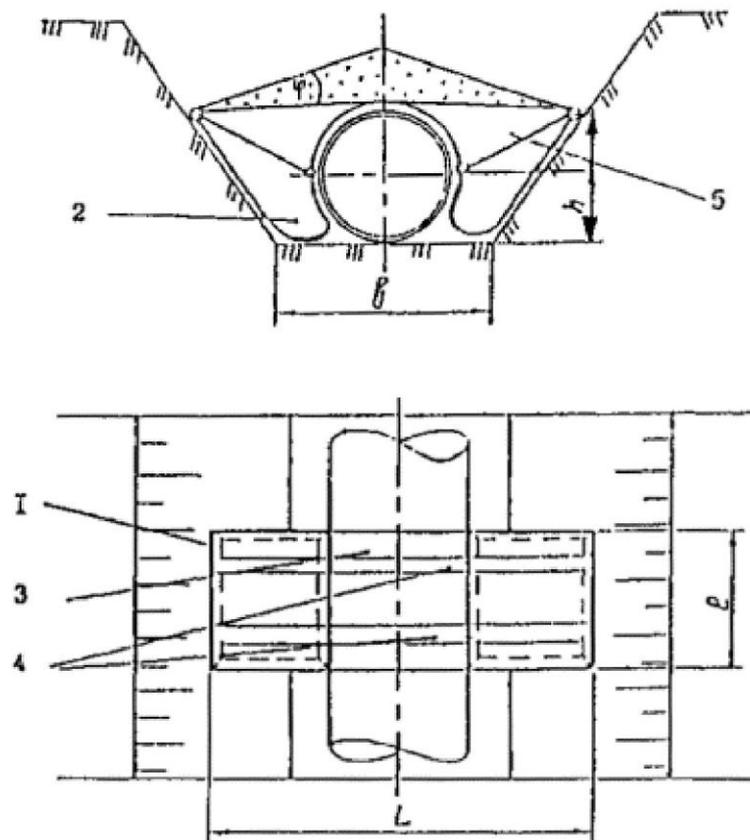


Рисунок 10 – Схема конструкции полимерно-контейнерного балластирующего устройства: 1 - рамка жесткости; 2 - емкость из мягкой ткани; 3 - нижняя грузовая лента; 4 - верхняя грузовая лента; 5 - противоразмывная перегородка

Размеры утяжелителей типа ПКБУ

Диаметр трубопрово да, мм	Габаритные размеры ПКБУ, мм			Объем грунта в комплекте,
	L	H	I	
1420	4200	1450	1600	8,0
1220	3800	1250	1600	6,0
1020	3100	1100	1600	3,5
820	3000	850	1600	3,1
720	2900	800	1600	3,0

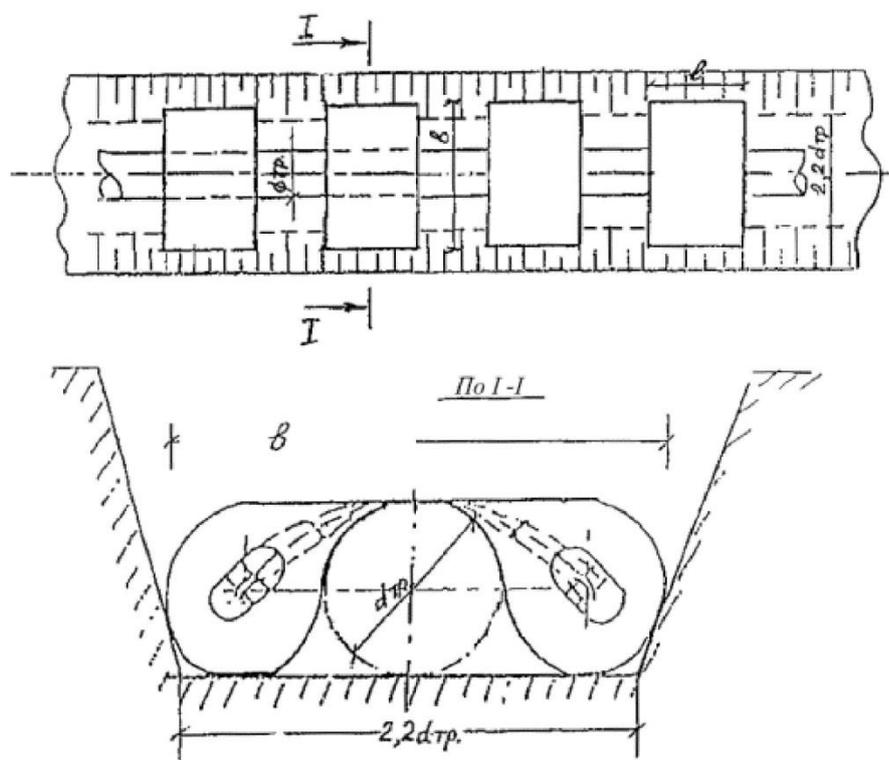


Рисунок 11 – Контейнерный утяжелитель типа КТ на газопроводе

Размеры утяжелителей типа КТ

Ма- рка ера	Диаметр бал- ластир. неф- тепров ода, мм	Ма- тер- иал ко- нтей- нера	Ем- кость м ³ /к-т	Вес в воздухе т/к-т	Вес в воде т/к-т	Размеры в плане на не- фте- проводе (lxb), м
КТ- 120 0	1220	ТБГ- 360 или ПТП- 110	3,5±0, 1	5,3±0,2	3,5±0, 2	1,6x2,8
КТ- 100 0	1020	"-	3,5±0, 1	5,3±0,2	3,5±0, 2	1,6x2,6
КТ- 800	630-820	"-	2,4±0, 1	3,8±0,2	2,4±0, 1	1,6x2,1± 2,3
КТ- 500	377-530	"-	1,2±0, 1	1,8±0,1	1,2±0, 1	1,2x1,3
КТ- 300	219-325	"-	0,5±0, 1	0,7±0,1	0,5±0, 1	1,0x1,1
Примечание - l, b – соответственно длина и ширина контейнера типа КТ.						

– Седловидные железобетонные грузы используют для балластировки трубопроводов диаметром от 273 до 1420 мм, при переходе через болота с мощностью торфа не превышающей 1,5 метра, при соблюдении условий, обеспечивающих их устойчивое положение на трубопроводе (рисунке 12). 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.

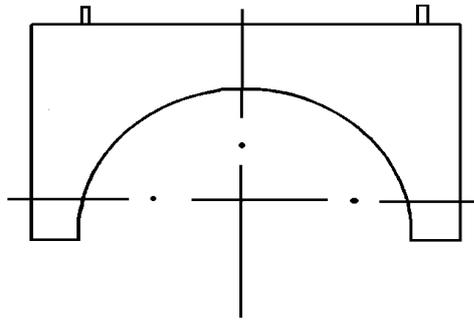


Рисунок 12 – Седловидный железобетонный груз

– Утяжелитель типа УБО 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 балластировки 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.

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

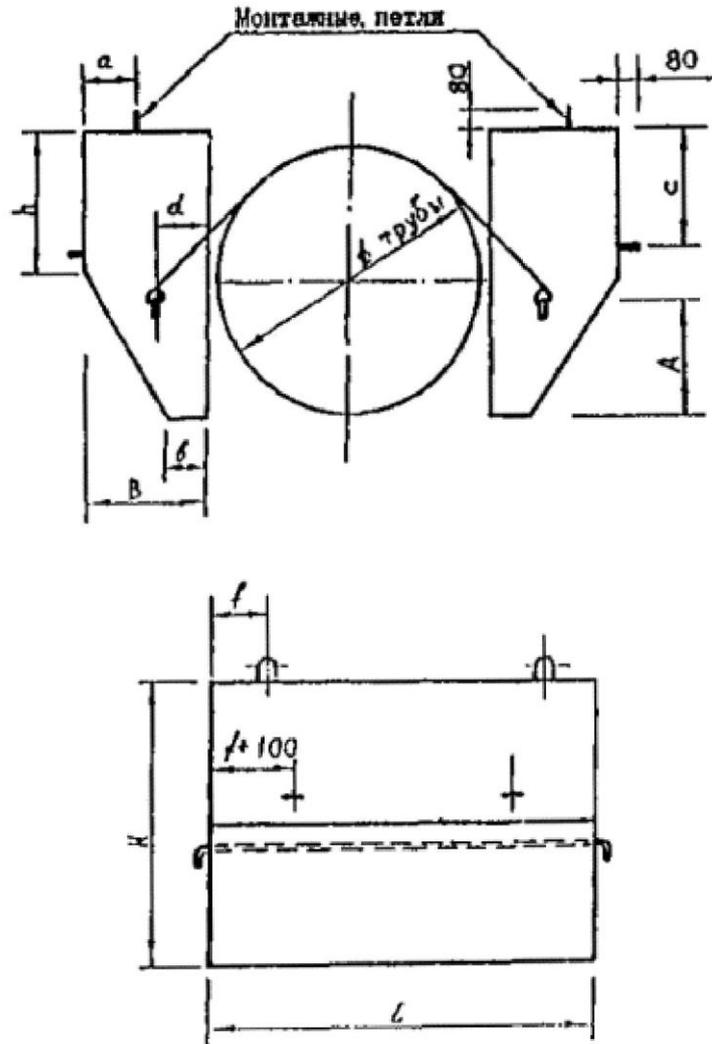


Рисунок 13 – Утяжелитель типа УБО

Таблица 12

Размеры утяжелителей типа УБО

Марка груза	Диаметр трубы	Габаритные размеры, мм										Объем
		H	h	L	B	a	b	c	A	f	d	
УБО-	1420	1	8	1	6	2	1	6	6	2	2	1,
УБО-	1220	1	7	1	6	2	1	6	5	2	2	1,
УБО-	1020	1	5	1	5	2	1	4	4	2	2	1,
УБО-	530	7	4	1	3	1	1	3	2	2	1	0,

Крутизна откосов траншеи на участках болот принимается следующей:

					Объект и методы исследования		Лист
							53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Крутизна откосов траншеи на участках болот

Тип болот	Крутизна откосов для торфа	
	слабо разложившег ося	хорошо разложив- шегося
I	1 : 0,75	1 : 1
II	1 : 1	1 : 1,25
III (сильно обводнен ных)	-	По проекту

- 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. 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.

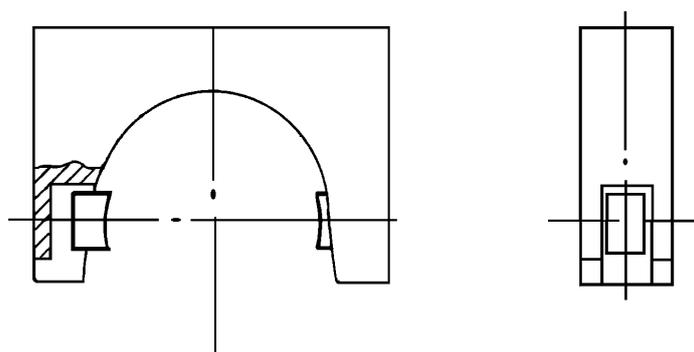


Рисунок 14 – Утяжелитель седловидный самозакрепляющийся

- Утяжелитель клиновидный болотный УБК.

Можно использовать для балластировки 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.

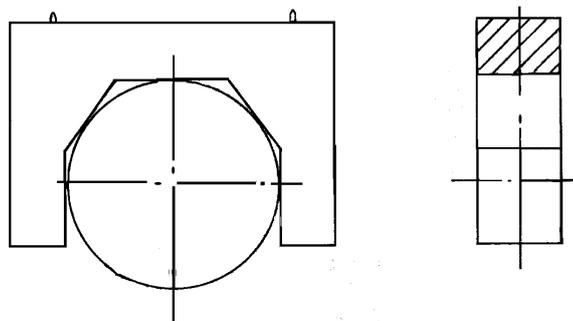


Рисунок 15 – Утяжелитель клиновидный болотный

Таблица 14

Размеры утяжелителей типа УБКМ

Диаметр газопр	Марка утяжелителя	Габаритные размеры утяжелителя, мм					Ошибка! бет м ³	Масса ли теля
		L	H	B	R	b		
1420	1-УБКМ-1420-	1	1	2	1	4	2,51	6020
1220	1-УБКМ-1220-	9	1	2	1	2	1,69	4060
1020	1-УБКМ-1020-	9	1	1	1	3	1,49	3580
820	1-УБКМ-820-9	9	1	1	1	3	1,12	2690
720	1-УБКМ-720-9	9	1	1	8	3	1,03	2470
630	1-УБКМ-720-9	9	1	1	8	3	1,03	2470
530	1-УБКМ-529-9	9	7	1	8	3	0,69	1660
478	1-УБКМ-529-9	9	7	1	8	3	0,69	1660
426	1-УБКМ-426-9	9	6	1	8	2	0,55	1320
377	1-УБКМ-426-9	9	6	1	8	2	0,55	1320

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

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

– Винтовое анкерное устройство ВАУ 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.

Винтовое анкерное устройство состоит из:

- силового пояса;
- тяги анкера;
- винтового анкера.

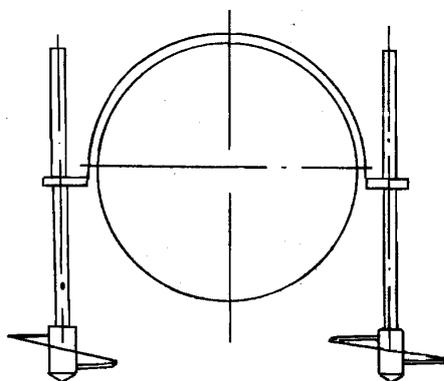


Рисунок 16 – Винтовое анкерное устройство

- Сварные анкера раскрывающегося типа АР-401.

Способ основан на использовании прочностных свойств и продольной жесткости самого трубопровода, позволяющих балластировать его сосредоточенными нагрузками в несколько десятков тонн [14].

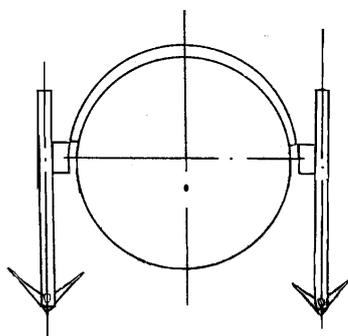


Рисунок 17 – Сварные анкера раскрывающегося типа

1.9.1 Закрепление трубопровода выстреливаемыми анкерами.

Способ предложен для использования его в минеральных грунтах.

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Сущность основана на том, что анкеры с прикрепленными к ним тросами выстреливаются в грунт гарпунно-китобойной пушкой с трактора или автомобиля. Тяги анкеров после подтягивания приваривают к силовому поясу, под который предварительно укладывают прокладку из бризола и футеровочный мат.

Все вышеупомянутые способы балластировки с помощью анкерных устройств, да и сами анкерные устройства, имеют один серьезный недостаток – они почти или полностью не приемлемы в условиях вечной мерзлоты. До недавнего времени балластировку трубопроводов производили в основном железобетонными пригрузами. Но карта месторождений распространяется все дальше на север и, естественно, доставлять на трубопроводные линии пригрузки большой массы становится все дороже, неэкономично. Поэтому в последнее время назрела необходимость использовать в условиях вечной мерзлоты более современные и экономически эффективные способы балластировки трубопроводов.

Укладку балластных грузов производят краном, установленным на болотоходе (болотоход «Тюмень», оборудованный грузоподъемным краном).

Для обеспечения устойчивого положения трубопровода можно применять:

- утяжеляющие железобетонные грузы различных конструкций (УБО, УБК, седловидные, кольцевые, СГ);
- анкерные устройства (ВАУ или АР-401);
- балластирующие устройства с применением нетканого синтетического материала, заполненные грунтом;
- полимерно-контейнерные устройства типа ПКБУ;
- вмораживаемые стержневые и дисковые анкерные устройства;
- утяжеляющий железобетонный груз типа УВО в сочетании с грунтом засыпки.

При отсутствии болотоходов под кран установку балластных грузов производят краном, установленном на пене или понтоне, а подвоз

					Объект и методы исследования	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

грузов к крану осуществляют пеноволокушей (грузовой пеной), буксируемой вездеходом типа ГТТ. Кран на пене (понтоне) вдоль уложенного трубопровода передвигается с помощью буксирного троса, протягиваемого трактором или лебедкой с берега.

Объемы строительства трубопроводов на заболоченных территориях таковы, что применение для этих целей бетонных пригрузов оказалось недостаточным из-за огромного количества пригрузов, которые нужно завозить в трудно доступные районы Западной Сибири. Поэтому в этих районах широкое распространение получила балластировка трубопроводов винтовыми анкерами, установленными попарно по обе стороны трубопровода и соединенными между собой хомутами.

Для установки анкера используются бурильно-крановые машины и анкерные вращатели. Бурильно-крановая машина БКМ-534 находит широкое применение в труднопроходимой местности. Тип основного бурящего инструмента – лопастной бур.

Таблица 15

Техническая характеристика БКМ-534

Базовое шасси	ТТ 4М-07
Глубина бурения, м	5
Диаметр бурения, м	0,36, 0,50, 0,63, 0,80
Грузоподъемность кранового оборудования, т	2
Максимальная высота подъема крюка, м	8
Угол бурения, градусов	80-95
Техническая производительность при бурении скважины на всю глубину и установки в нее опоры, м/ч	10
Максимальный крутящий момент на бурильном инструменте, Нм	4900

При засыпке трубопровода в зимнее время мерзлым грунтом поверх него должен устраиваться валик грунта с учетом последующей осадки его при оттаивании [11].

1.11 Особенности эксплуатации газопроводов на болотах и оттаивающих грунтах

Работа трубопроводов в болотах и оттаивающих грунтах отмечается особой активностью взаимодействия. Малая сопротивляемость грунта продольным и поперечным перемещениям труб способствует значительным продольным и поперечным их перемещениям. Это обуславливает возникновение в трубах чрезмерных изгибающих напряжений, приводящих иногда к разрушению труб. В свою очередь тепловое воздействие трубопровода на мерзлый грунт приводит к его оттаиванию и разжижению. Интенсивность взаимодействия зависит как от состояния грунта, характеристики болота, так и от технологического режима эксплуатации трубопровода.

Строительство трубопроводов на болотах чрезвычайно сложно и требует применения специальных технологических схем, а также специальной строительной техники. Подробно эти вопросы рассмотрены в выше [8].

1.12 Области применения конструкций и способов балластировки и закрепления газопроводов

Выбор конструкции или способа балластировки (закрепления) газопровода проводится проектной организацией с учетом следующих основных факторов: категории местности, характера и типа грунтов,

уровня грунтовых вод, рельефа местности, схем прокладки, наличия углов поворотов, кривых искусственного гнутья, методов и сезонов производства строительного-монтажных работ, условий эксплуатации, технико-экономической целесообразности их применения.

ПКБУ следует применять для балластировки газопроводов, прокладываемых на обводненных участках трассы. При заполнении контейнеров минеральным грунтом из отвала или привозным минеральным

					Объект и методы исследования	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

грунтом эти устройства возможно применять и на болотах с мощностью торфяной залежи не более глубины траншеи. Балластировку газопроводов утяжелителями контейнерного типа (КГ) следует проводить на участках прогнозируемого обводнения и на обводненных (заболоченных) территориях. На газопроводах диаметрами до 1020 мм возможно использование КГ на болотах с мощностью торфяной залежи не более глубины траншеи.

Железобетонные утяжелители типа УБО и УБО-М (охватывающего типа) следует применять для балластировки газопроводов на всех категориях местности, а также углах поворота и участках выхода трубопровода на дневную поверхность.

Опирающиеся на газопровод железобетонные утяжелители клиновидного типа 1-УБКМ целесообразно использовать для балластировки газопроводов с заводской изоляцией на обводненных и заболоченных территориях, в вечномерзлых грунтах, а также на болотах с мощностью торфяной залежи, не превышающей глубины траншеи.

Железобетонные утяжелители типа УБГ и УБТ следует применять для балластировки газопроводов в обводненной и заболоченной местности, в вечномерзлых грунтах, а также на переходах через болота с мощностью торфяной залежи, не превышающей глубины траншеи (при условии заполнения их минеральным грунтом).

Закрепление газопроводов винтовыми анкерными устройствами ВАУ-1 и ВАУ-М может осуществляться в условиях обводненной и заболоченной местности, а также на переходах через болота с мощностью торфяной залежи, не превышающей глубины траншеи. При этом, подстилающие болота грунты должны обеспечивать надежную работу анкеров.

Закрепление газопроводов при помощи вмораживаемых анкерных устройств типа ДАУ и ВАУ-В рекомендуется применять на участках вечной мерзлоты (преимущественно в низкотемпературных, твердомерзлых песчаных и глинистых, устойчивых в реологическом отношении грунтах), включая

					Объект и методы исследования	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

болота с мощностью торфа не более глубины траншеи, при условии, что несущие элементы вмораживаемых анкеров должны находиться в вечномёрзлом грунте в течение всего срока их эксплуатации.

Длина части вмораживаемого анкера, взаимодействующая с вечномёрзлым грунтом в процессе эксплуатации газопровода должна быть не менее двух метров (СНиП 2.02.04-87).

Конструкция ограничителя усилий должна обеспечивать работоспособность анкера в течение всего периода эксплуатации газопровода на переходах через болота и в течение от 3 до 7 лет на участках, сложенных минеральными грунтами.

Балластировку газопроводов минеральными грунтами в сочетании с полотнищами из НСМ следует осуществлять:

по схеме 1, в обводненной местности и участках перспективного обводнения, сложенных суглинистыми грунтами;

по схеме 2, в тех же условиях при наличии песчаных грунтов, включая вечномёрзлых;

по схеме 3, на переходах через болота с мощностью торфяной залежи, не превышающей глубины траншеи.

Балластировка газопроводов минеральными грунтами в сочетании с полотнищами из НСМ допускается на уклонах микрорельефа более 3° при условии выполнения противоэрозионных мероприятий, в том числе установки противоэрозионных ловушек для грунта.

Заполняемые минеральными грунтами полимерконтейнеры ПКР-Ф, ПКУ и СПУ следует применять для балластировки газопроводов, прокладываемых в условиях обводненной и заболоченной местности, на участках прогнозируемого обводнения, а также на переходах через болота с мощностью торфа не более глубины траншеи и в песчаных вечномёрзлых грунтах.

Балластировка и закрепление газопроводов, прокладываемых на переходах через глубокие болота и малые водные преграды должны осуществляться с помощью железобетонных утяжелителей типа УТК (при сплаве или

					Объект и методы исследования	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

протаскивании трубопровода), или утяжелителей охватывающего типа УБО-М (при укладке трубопровода с бермы траншеи).

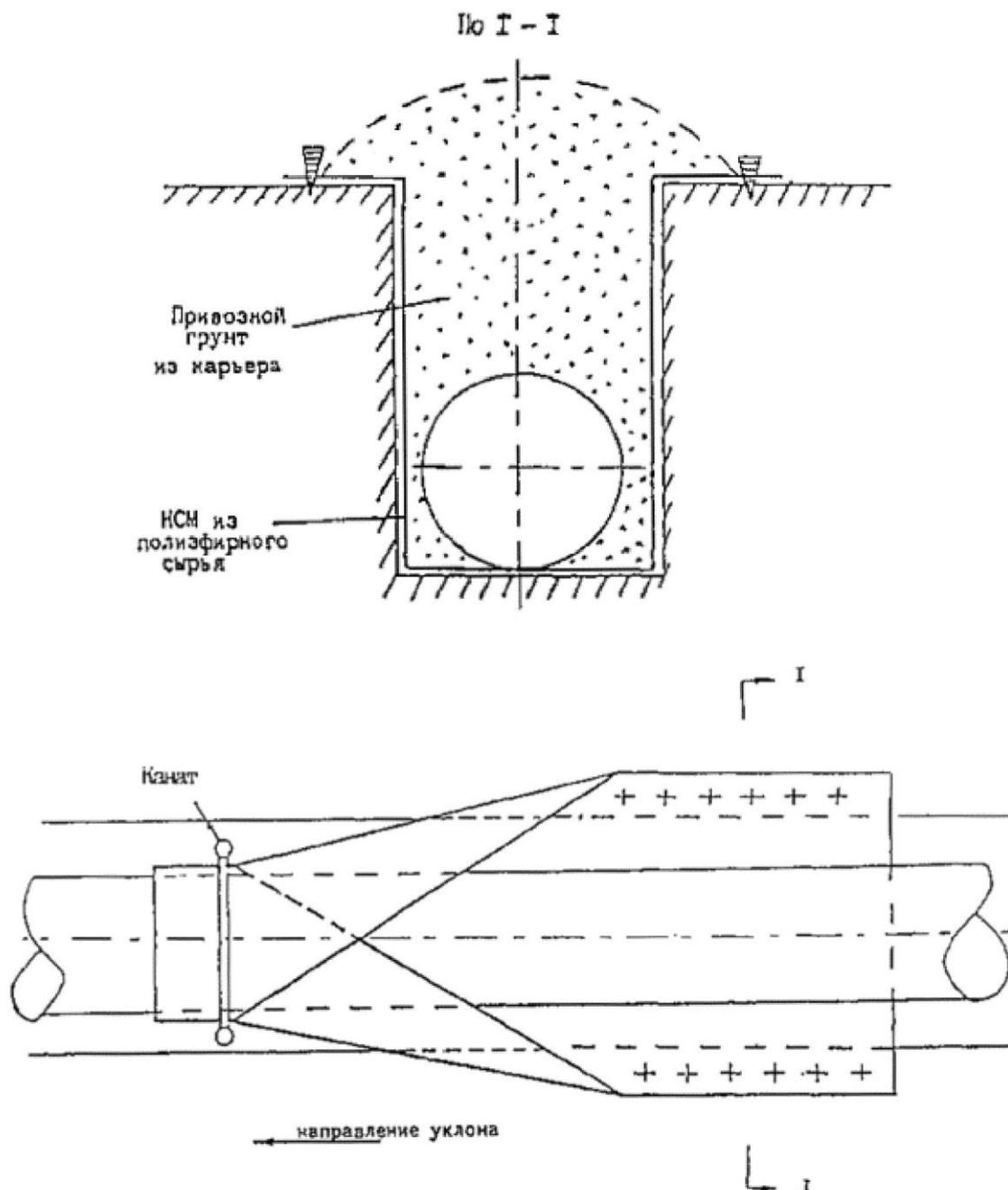


Рисунок 18. Противоэрозионная "ловушка" для грунта

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

При укладке газопроводов на заболоченных, размываемых поймах рек методами сплава или протаскивания необходимо использовать утяжелители типа УТК.

При укладке газопроводов с бермы траншеи на заболоченных (при мощности залежи более глубины траншеи) неразмываемых поймах рек допускается применение для их балластировки утяжелителей типа УБО-М.

На неразмываемых поймах рек, сложенных минеральными или торфяными грунтами, мощность которых не превышает глубину траншеи, устойчивость положения газопроводов обеспечивается с помощью заполненных грунтом полимерконтейнерных устройств типа ПКБУ, КГ, ПКР-Ф, ПКУ и СПУ, минеральными грунтами с использованием НСМ, железобетонных утяжелителей типа УБО, УБО-М, УБГ и УБТ, а также анкерных устройств типа ВАУ-1 и ВАУ-М или минеральными грунтами засыпки (при прокладке газопроводов диаметрами не более 529 мм).

Для обеспечения устойчивости положения газопроводов диаметрами до 529 мм (включительно), прокладываемых в различных условиях, целесообразно преимущественно использовать:

минеральные грунты засыпки,

комбинированные способы балластировки грунтом с использованием полотнищ из НСМ, заполненные грунтом полимерконтейнерные устройства ПКБУ, КГ, ПКР-Ф, ПКУ и СПУ, а также винтовых анкеров с диаметрами лопастей 100 и 150 мм.

Использование для балластировки газопроводов малых диаметров (не более 529 мм) железобетонных утяжелителей типа УБО-М и УБО допускается на размываемых участках трасс, включая поймы рек, а также на переходах через болота.

При значительных продольных перемещениях газопровода, возникающих в процессе его эксплуатации, проектной организацией должно быть предусмотрено выполнение комплекса мероприятий, обеспечивающих со-

					Объект и методы исследования	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

хранность изоляционного покрытия газопровода и балластирующих конструкций [13].

1.13 Организация и технология производства работ

Организация и технология производства работ по балластировке и закреплению газопроводов должны осуществляться в соответствии с требованиями

Число работающих звеньев для балластировки и закрепления газопроводов следует назначать в зависимости от темпа производства изоляционно-укладочных работ с целью обеспечения поточности строительства линейной части.

Заполнение полостей ПКБУ минеральным грунтом из отвала и емкостей утяжелителей типа КГ с применением бункерного устройства следует производить сыпучим минеральным грунтом с размерами фракций не более 50 мм, не допускается попадание снега и льда в полости утяжелителей.

ПКБУ собирают в группы по 2 шт. и по 4 шт. на предприятии-изготовителе (при доставке ПКБУ со склада-изготовителя на приобъектный склад стройорганизации автотранспортом) или на полевой базе стройорганизации (при доставке ПКБУ по ж/д отдельно металлическую часть и мягкие конструкции).

Группы из двух штук (для газопроводов диаметром от 720 до 1220 мм) и из четырех штук (для диаметра 1420 – после дополнительной сборки из двух групп по две штуки) монтажным краном (допускается применение экскаватора, оснащенного траверсой), навешивают на трубопровод, добиваясь совмещения осей симметрии в плане группы ПКБУ и трубопровода. Центровку ПКБУ на газопроводе и отстроповку траверсы осуществляет рабочий с помощью шеста с крюком с бровки траншеи.

Полости ПКБУ заполняют минеральным (песчаным или глинистым) грунтом из отвала траншеи или привозным грунтом (из карьера), разгружаемым самосвалами в пеноволокушу, перемещаемую экскаватором.

Заполнение ПКБУ грунтом производят до начала осыпания грунта за пределы емкостей ПКБУ.

					Объект и методы и	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Утяжелители КГ заполняют грунтом в следующем порядке:

- рукава емкостей одевают на насадки бункера и закрепляют бандажными элементами;
- грузовые элементы контейнера привязывают к металлоконструкциям бункера обрезками упаковочного шнура (тесьмы) с возможностью развязывания узлов поднагрузкой (на бантик).

Перед загрузкой грунтом дно емкостей КГ должно быть выше земли на от 0,3 до 0,5 м во избежание образования складок и неравномерной загрузки емкостей. Грунт заполняют экскаватором с промежуточным уплотнением ручными трамбовками. Загрузку производят в две стадии: вначале заполняют емкости грунтом, при этом емкость бункерного устройства на одну треть также должна быть заполнена грунтом;

- отсоединяют грузовые элементы (развязывают "бантик"), в результате емкости КГ висят на рукавах и оставшийся в емкости бункера грунт сыпается в емкости КГ;
- заполнение грунтом продолжают, сопровождая процесс трамбованием грунта, заканчивают после заполнения грунтом рукавов;
- размыкают бандажные элементы, снимают рукава емкостей с насадок емкости бункера;
- бункер переставляют на свободное место, освобождая утяжелитель;
- грунт в емкостях распределяют вручную равномерно по площади сечения, рукава емкостей заправляют каждый внутрь между одной из стенок емкости и грунтом.

Горловины рукавов перевязывают, связывая между собой пришитые к их основанию два отрезка тесьмы, смежные грузовые элементы емкостей связывают между собой отрезками упаковочного шнура, стягивая этим торцы емкостей.

Эту операцию производят при поднятом на 0,5 м от земли утяжелителе, при этом используют два мягких стропа, пропущенных через смежные

					Объект и методы исследования	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

грузовые элементы и закрепленных на крюке крана. Прочность перевязки из шнура за счет его многократного пропуска через грузовые элементы не должна быть ниже прочности последних (уточняется в инструкции по применению КГ, сопровождающей партию изделий);

– загруженные контейнеры складировать на ровной площадке на поддоне или настиле. С целью предохранения в зимнее время от смерзания грунта в емкостях и (или) их примерзания к земле заполнение КГ грунтом должно производиться непосредственно перед монтажом их на газопровод.

Утяжелители КГ и ПКБУ устанавливаются на газопровод, уложенный на проектные отметки. Допускается установка утяжелителей без водоотлива при уровне воды в траншее не более 0,5 от диаметра балластируемого газопровода.

В состав работ по балластировке газопроводов железобетонными утяжелителями различных типов входят: доставка, разгрузка утяжелителей и раскладка их в местах, предусмотренных проектом производства работ, подача утяжелителей к месту монтажа, сборка и установка комплектов утяжелителей на уложенный в проектное положение трубопровод.

Установка утяжелителей типа УБО-М и УБО может осуществляться как на уложенный в проектное положение газопровод, так и находящийся на плаву в заполненной водой траншее. При этом погружение газопровода на проектные отметки может производиться с помощью утяжелителей.

Установку утяжелителей типа 1-УБКм следует производить на газопровод, уложенный на проектные отметки. Допускается установка утяжелителей без водоотлива при уровне воды не более 0,5 от диаметра трубы.

Отличительной особенностью балластировки газопроводов утяжелителями типа УБГ является то, что их установка в траншею производится до укладки трубопровода, а замыкание над трубопроводом соединительных поясов - после укладки трубопровода на проектные отметки. При этом, замыкание соединительных поясов утяжелителя в траншее без водоотлива допускается при уровне воды не более 0,4 от диаметра трубы.

					Объект и методы исследования	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Установка блоков утяжелителя типа УБТ на газопровод выполняется последовательно с опиранием каждой продольной стенки блока утяжелителя на откосы траншеи. После установки обоих блоков утяжелителя на газопровод они соединяются между собой за строповочные петли поперечных диафрагм, после чего траншея и утяжелитель заполняются грунтом.

Утяжелители типа УБТ устанавливаются на газопровод, уложенный на проектные отметки. Работы по установке утяжелителей без водоотлива производятся при уровне воды в траншее не более 0,5 от диаметра трубы.

Монтаж (установка) утяжелителей на уложенный в траншею газопровод выполняется автомобильными кранами или кранами-трубоукладчиками.

Для монтажа утяжелителей типа УБО-М, УБО, УБГ и УБТ применяются специальные траверсы.

В целях обеспечения максимальной балластирующей способности железобетонных утяжелителей типа УБО-М, УБО, УБГ и УБТ, а также полимерно-контейнерных балластирующих устройств КГ и ПКБУ установку их на газопроводах следует производить преимущественно групповым методом, что обеспечивает возможность использования в качестве дополнительного балласта грунт засыпки траншеи (из отвала или привозной).

Железобетонные утяжелители типа УТК рекомендуется применять на переходах через болота и обводненные участки при сооружении их методом сплава или протаскивания, преимущественно, в летний период. Установка кольцевых утяжелителей типа УТК на газопровод осуществляется на специальной монтажной площадке у створа перехода непосредственно перед протаскиванием его через болота, водные преграды или заболоченные участки.

Технологический процесс по балластировке газопровода утяжелителями такого типа включает: транспортировку со склада (или полигона ЖБИ) и раскладку полуколец краном-трубоукладчиком на спусковой дорожке. При этом нижний ряд полуколец укладывается по оси спусковой дорожки, а верхний - вдоль нее; укладку плети трубопровода кранами-

					Объект и методы исследования	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

трубоукладчиками на нижний ряд полуколец; укладку краном – трубоукладчиком верхних полуколец на газопровод; закрепление полуколец между собой с помощью болтовых соединений.

До закрепления установленных утяжелителей на трубе проверяется величина зазора между футеровочными прокладками пояса крепления и полукольцами. В местах, где зазоры составляют более 5 мм, под внутреннюю поверхность полукольца устанавливаются дополнительные прокладки соответствующих размеров.

Монтажные операции по установке УТК на газопровод осуществляются с помощью кранов-трубоукладчиков, входящих в состав бригады, занятой подготовкой к протаскиванию и самим процессом протаскивания плети газопровода.

В случае применения железобетонных утяжелителей в сильно агрессивных грунтах при их изготовлении должны учитываться повышенные требования к бетону в зависимости от вида и степени засоленности грунтов, а также необходимость вторичной защиты - нанесения покрытий по бетону и металлическим элементам конструкции в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11-85 [36].

Винтовые анкерные устройства типа ВАУ-1 или ВАУ-М устанавливаются (замыкаются) на уложенном в проектное положение газопроводе.

Винтовые анкеры погружаются в грунт установками типа ВАГ в летнее время, как правило, после укладки газопровода в траншею. В зимний период установку анкеров, в основном, осуществляют сразу же после разработки траншеи. При этом выполняется комплекс мероприятий, обеспечивающий сохранность изоляционного покрытия газопровода при укладке последнего в траншею.

Установка винтовых анкеров в грунт (если допущено промерзание траншеи) выполняется после размораживания мерзлых грунтов в основании траншеи или после его механического рыхления.

Контроль за несущей способностью винтовых анкерных устройств

					Объект и методы исследования	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

осуществляется посредством проведения контрольных испытаний анкеров выдергивающей нагрузкой в соответствии с требованиями ГОСТ 5686-78 на величину, указываемую в проекте. Число испытываемых анкеров определяется требованиями рабочих чертежей в зависимости от конкретных грунтовых условий на участках анкерного закрепления газопровода.

Погружение вмораживаемых анкеров в вечномерзлые грунты следует производить буроопускным и опускным способами.

Буроопускной способ целесообразно применять в твердомерзлых грунтах при средней температуре по их глубине – 0,5 °С и ниже, а опускной – в песчаных и глинистых грунтах, содержащих не более 15% крупнообломочных включений, при средней температуре по их глубине – 1,5 °С и ниже.

Производство работ по бурению скважин осуществляется буровыми машинами, передвигающимися по спланированному (преимущественно за счет подсыпки грунта) дну траншеи, а также с помощью специального навесного оборудования к гидравлическим одноковшовым экскаваторам, выполняющим работы по бурению скважин с бермы траншеи.

Для разработки скважин парооттаиванием используются передвижные паровые котлы с рабочим давлением 1,0 МПа, производительность которых должна обеспечивать работу целесообразного числа одновременно работающих паровых игл, исходя из расчетного расхода пара до 25 кг/час на одну работающую иглу.

Установку вмораживаемых анкеров в грунт следует производить в календарные сроки, обеспечивающие смерзание анкеров с грунтом для обеспечения их расчетной несущей способности.

Анкерные устройства дискового типа ДАУ устанавливаются в заранее разработанные в вечномерзлом грунте скважины, диаметр которых должен превышать диаметр диска не менее, чем на 30 мм, при диаметре диска анкера до 200 мм и на 50 мм – при диаметре диска анкера свыше 200 мм.

При этом пространство между стенками скважин и анкерами должно быть заполнено грунтовым (песчаным) раствором, состав и консистенция

					Объект и методы исследования	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

которого подбирается в соответствии с указаниями действующих строительных норм и правил (СНиП 3.03.01-83) [37].

Винтовой вмораживаемый анкер устанавливается в заранее разработанную скважину следующим образом: сначала в скважину устанавливается тяга с наконечником, а затем скважина заполняется грунтовым (песчаным) раствором соответствующего состава и консистенции. Сразу же после заполнения скважины раствором, с помощью средств малой механизации или существующих установок для завинчивания анкеров в грунт, одетая на тягу винтовая лопасть завинчивается до упора (наконечника). Затем на тягу устанавливается втулка и вторая винтовая лопасть, которая также завинчивается до упора. Заключительной операцией является установка силового соединительного пояса.

Балластировка газопроводов минеральными грунтами засыпки или комбинированными методами, включая использование полотнищ из НСМ и полимерконтейнеров, производится после укладки газопровода на проектные отметки, при условии отсутствия воды в траншее в процессе производства работ (после удаления воды из траншеи техническими средствами), а также в случаях, когда газопровод удерживается в проектном положении с помощью инвентарных утяжелителей повышенной массы.

Балластировка газопроводов грунтом с использованием НСМ производится полотнищами длиной 10 м и более, заготовленными в стационарных условиях. Для создания сплошного ковра в продольном направлении допускается перекрытие одного полотнища другим внахлест (не менее 0,5 м) без сваривания.

При использовании для балластировки газопровода метода по схеме 3 работы производятся в следующей последовательности:

- Полотнище из НСМ укладывается в основание траншеи, над газопроводом на откосы.
- Производится засыпка траншеи минеральным грунтом (местным или привозным), при этом, концы балластируемого участка, длина которого,

					Объект и методы исследования	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

как правило, не превышает 25 м с каждого торца, не засыпаются на длине от 1,0 до 1,5 м.

– Полотнища из НСМ длиной 25 метров и 26 метров замыкаются над балластируемым газопроводом с перехлестом в сторону технологической дороги не менее 0,5 м; на торцевых участках полотнище укладывается непосредственно на не засыпанный газопровод и закрепляется утяжелителями типа УБО, после чего производится окончательная засыпка траншеи с устройством грунтового валика.

При балластировке газопроводов грунтом с использованием НСМ ширина полотнищ из НСМ должна обеспечивать либо замыкание его над засыпанным газопроводом, либо закрепление на берме траншеи. В зависимости от вида и состояния грунта газопровод балластируется сплошь по всей его длине или отдельными перемычками. Длина каждой перемычки составляет от 25 до 30 м, а расстояние между грунтовыми балластирующими перемычками колеблется в пределах до 1,0 единицы длины.

На участках балластировки, где ожидаемая скорость течения талых вод незначительна (не более 0,2 м/сек), закрепление газопровода допускается без устройства вертикальных перегородок-перемычек. На других участках необходимость сооружения вертикальных перегородок из НСМ определяется проектом с учетом конкретных инженерно-геологических характеристик трассы.

Полотнища из НСМ для балластирующих устройств сваривают из заготовленных по необходимому размеру рулонированных нетканых синтетических материалов. Сварку полотнищ выполняют с помощью теплового нагрева краев свариваемых полос и их стыковки (прижатием).

Процесс балластировки газопроводов грунтом с применением нетканых синтетических материалов включает: вывозку, разгрузку и раскладку полотнищ вдоль траншеи, размотку и укладку в траншеи, закрепление уложенных полотнищ по краям траншеи, отсыпку балластного грунта, перекрытие балластного грунта и замыкание полотнищ из НСМ; отсыпку и формирование земляного валика.

					Объект и методы исследования	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При этом засыпка траншеи производится одноковшовым экскаватором или траншеезасыпателем. Применение бульдозера допускается лишь для окончательной засыпки траншеи и формирования валика.

При использовании для балластировки газопроводов одиночных, заполняемых минеральным грунтом, полимерконтейнеров должен быть выполнен комплекс мероприятий, обеспечивающий сохранность их формы в зимнее время, а также исключающий возможность их примерзания при укладке на берму траншеи.

Заполнение полимерконтейнеров необходимо производить талым или размельченным мерзлым минеральным грунтом; не допускается наличия в грунте посторонних включений, в т.ч. льда и снега.

Полимерконтейнеры типа ПКУ и СПУ доставляют на трассу в виде пакетов и устанавливают на трубу группами по от 8 до 10 шт. Для обеспечения боковой устойчивости полимерконтейнеров последние засыпают грунтом сначала с внешней стороны, а затем емкости.

ПКУ с жесткими карманами следует использовать преимущественно при укладке газопровода в сухую или осушенную траншею, а с гибкими карманами - в обводненную траншею.

1.14 Контроль качества

При производстве и приемке работ по балластировке и закреплению газопроводов должны выполняться требования проекта, СНиП 2.05.06-85 "Магистральные трубопроводы", СП 86.13330.2014 "Правила производства и приемки работ. Магистральные трубопроводы" [7, 38]

При производстве и приемке работ по балластировке и закреплению газопроводов должен осуществляться входной, операционный и приемочный контроль.

Входному контролю подвергаются материалы, средства и устройства для балластировки и закрепления газопроводов, которые должны иметь технический паспорт (сертификаты).

Импортные материалы, средства и устройства проверяются по показателям, оговоренным в контракте.

					Объект и методы исследования	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Материалы, средства и устройства, не соответствующие требованиям проекта, должны быть отбракованы в установленном порядке.

Операционный контроль качества выполняемых работ по балластировке и закреплению газопроводов производится согласно требованиям проектов производства работ и технологических карт, утвержденных в установленном порядке.

Приемочный контроль качества балластировки и закрепления газопроводов производится с целью проверки соответствия выполненных работ требованиям рабочей документации, технологических карт и проектов производства работ. При этом проверяются:

- общее число установленных на каждом из участков средств балластировки;
- расстояния между утяжелителями (группами), анкерными устройствами и т.п.;
- протяженность участков, закрепленных грунтом с использованием НСМ;
- несущая способность анкерных устройств на отдельных участках по результатам контрольных испытаний выдерживающей нагрузкой (величина нагрузки и число испытаний определяется проектом, но не менее трех штук);
- качество установки футеровочных матов;
- наличие актов на скрытые работы по балластировке и закреплению участков газопровода.

Соответствие выполненных работ рабочим чертежам должно быть оформлено актом приемки работ, подписываемым ответственными представителями заказчика и подрядчика.

					Объект и методы исследования	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заключение

Строительство трубопроводов характеризуется выполнением технологических операций при непрерывном перемещении вдоль сооружаемого трубопровода. При этом происходит непрерывная смена строительной площадки с неизбежным чередованием грунтовых условий, сильно отличающихся на небольших расстояниях по прочности, влажности, гранулометрическому составу, липкости и т.д.

Обширные районы территории Западной Сибири характеризуются непрерывным чередованием грунтов на весьма коротких отрезках трассы: не замерзающие даже в сильные морозы болота чередуются с песчаными гривами, промерзающими на полную глубину траншеи, а местами встречаются участки с вечномерзлыми грунтами. Такие участки имеют огромную разницу в прочности грунтов, а, следовательно, и в возможности их разработки. Отсюда следует, что строительная организация должна иметь целый ряд самой разнообразной техники – от общестроительной до специальной, способной работать в различных условиях, будь то болотистая, горная или пустынная местности.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»		
Разраб.		Оль Е.Н.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Назаров А.Д.				108	112
Консульт.					ТПУ гр.3-2Б3А		
Рук-ль ООП		Брцсник О.В.					

Список использованных источников

1. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация;
2. ГОСТ 9.602-2005. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии;
3. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы;
4. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособие для ВУЗов. П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов, А.А. Коршак, А.М. Шаммазов. Уфа. ООО «Дизайн Полиграф Сервис». 2002 – 658 стр.;
5. Типовые расчеты при сооружении трубопроводов. Л.А. Бабин, П.Н. Григоренко, Е.Н. Ярыгин. М. Недра. 1995 – 245 стр.;
6. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов: учебник для вузов /А.А. Коршак, А.М. Нечваль – СПб.: Недра, 2008 – 486 с.: ил.;
7. СП 86.13330.2012. Магистральные трубопроводы;
8. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты;
9. СП 48.13330.2011. Организация строительного производства;
10. СП 103-34-96. Подготовка строительной полосы;
11. СП 104-34-96 Производство земляных работ;
12. С.А. Горелов Машины и оборудование для сооружения газонефтепроводов. Уч.пособие. - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000.- 122 с.;
13. Трубопроводный транспорт нефти. Под ред. С.М. Вайнштока. Учебник. - М.: Недра, 2004.- 621с.;
14. В.И. Минаев Машины для строительства магистральных трубопроводов. Учебник. - М.: Недра, 1985.- 440с.;
15. Строительство магистральных трубопроводов. Справочник;
16. IS CSR 26000: 2011 Социальная ответственность организации требования. Международным Комитетом по корпоративной социальной ответственности.

					«Особенности проектирования и эксплуатации подземных газопроводов в условиях болот»			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Оль Е.Н.</i>				Список использованных источников	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Назаров А.Д.</i>						109	112
<i>Консульт.</i>						ТПУ гр.3-2Б3А		
<i>Рук-ль ООП</i>	<i>Брцсник О.В.</i>							

- ности (IC CSR), протокол №2 от 03 марта 2011 г.;
- 17 ГОСТ Р ИСО 26000-2012 Руководство по социальной ответственности— М.: Стандартиформ, 2014. – 126 с.;
18. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов»;
19. ГОСТ С. 12.0. 003–2015 //Опасные и вредные производственные факторы, Классификация;
20. ГОСТ 12.0.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». – 1984;
21. ГОСТ 12.1.011-78* //Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Изд-во стандартов. – 1991;
22. СНиП 2.01.07-85 “Нагрузки и воздействия”;
23. ГОСТ С. 12.1. 004-91* //Пожарная безопасность. Общие требования;
24. ГОСТ 12.1. 005-88* //Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Изд-во стандартов. – 1991.;
25. ГОСТ 12.1.003-2014.ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»;
26. ГОСТ 12.1.004-91*. “Пожарная безопасность” ;
27. ППБ 01-03. “Правила пожарной безопасности в Российской Федерации”;
28. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. – М.: НПО ОБТ, 2001. 258 с.;
29. Бородавкин П.П. Подземные магистральные трубопроводы М: Недра, 1982-396с.;
30. Н.В. Крепша, Ю.Ф. Свиридов. Безопасность жизнедеятельности: Метод указания. Томск.- Изд. ТПУ, 2002.-35 с.;
31. ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ “Опасные и вредные производственные факторы. Классификация”;
- 32 12. ГОСТ 12.1.005-88.ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89)»;
- 33 33 ФЗ-116. "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" – Собрание законодательства Российской Федерации (от 21.07.1997 г.);

					Список использованных источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

- 34 Васюганские болота, Россия [Электронный ресурс] – <http://curious-world.ru/index.php/mir/puteshestviya/item/833-vasyuganskie-bolota-rossiya>;
- 35 Окружающая среда и устойчивое развитие регионов. Новые методы и технологии исследования. Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина. Факультет географии и экологии. – Казань, 2009 – 408 с.;
- 36 СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии – Москва, -1985, - 54 с.;
- 37 СНиП 3.03.01-83 Несущие и ограждающие конструкции Москва, -1983, - 122 с.;
- 38 СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы– М.: Стандартинформ, 2014. – 116 с.;
- 39 Андреев А.Ф. Стратегический менеджмент на предприятиях нефтегазового комплекса: учебное пособие для вузов / А. Ф. Андреев, А. А. Синельников; Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина (РГУ Нефти и Газа). — Москва: МАКС Пресс, 2010. — 206 с.;
- 40 Забродин Ю.Н., Коликов В.Л., Саруханов А.М. Управление нефтегазостроительными проектами: современные концепции, эффективные методы и международный опыт / Ю.Н. Забродин, В.Л. Коликов, А.М. Саруханов. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. -406 с.;
- 41 ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты– М.: Стандартинформ, 2010. – 32 с.;

					Список использованных источников	Лист
						111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		