

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Надежность и долговечность газонефтепроводов и хранилищ»  
 Отделение нефтегазового дела

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
«Разработка и исследование свойств бетонных покрытий морских трубопроводов для условий Балтийского моря»

УДК 621.644-033.3(204.1) (261.24)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ6А	Ромкин А.А		21.05.2018

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШПР	Крец В.Г.	к.т.н, доцент		21.05.2018

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Макашева Ю.С.	-		21.05.2018

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Немцова О.А.	-		21.05.2018

«Иностранный язык»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Коротченко Т.В.	к.ф.н, доцент		21.05.2018

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Бурков П.В.	д.т.н, профессор		21.05.2018

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП**  
**подготовки магистров**  
**по направлению 21.04.01 «Нефтегазовое дело»,**  
**профиль подготовки: «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
1	2	3
<b>Р1</b>	Применять естественнонаучные, математические, гуманитарные, экономические, инженерные, технические и глубокие профессиональные знания в области современных нефтегазовых технологий для решения <i>прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем</i> , соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики)	ОК-1; ОК-2; ОК-3, ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6; ПК-7; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-23
<b>Р2</b>	Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности</i>	ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-15; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-22; ПК-23
<b>Р3</b>	Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства.	ОК-1; ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-18; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23
<b>Р4</b>	<i>Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы</i> для реализации технологических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила <i>охраны здоровья и безопасности труда</i> , выполнять требования по <i>защите окружающей среды</i> .	ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-6; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-21; ПК-22;

№	Результаты обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
1	2	3
Р5	Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения в многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математического моделирования</i> технологических процессов и объектов	ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-17; ПК-20;
Р6	Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимального приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования, рассчитывать экономическую эффективность</i> .	ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23
Р7	Эффективно работать <i>индивидуально</i> , в качестве <i>члена и руководителя команды</i> , умение формировать задания и <i>оперативные планы</i> всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести <i>ответственность за результаты работы</i>	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-6; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-23
Р8	Самостоятельно учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности; активно <i>владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-8; ПК-23

**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) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»  
 Уровень образования магистратура  
 Отделение нефтегазового дела  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	21.05.2018г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.04.2018	Введение	5
13.04.2018	Обзор литературы	20
20.04.2018	Характеристика объекта исследования	10
20.04.2018	Методики исследования	15
03.05.2018	Расчет нефтепровода	15
10.05.2018	Обзор литературы	10
14.05.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
17.05.2018	Заключение	5
17.05.2018	Презентация	10
	<b>Итого</b>	<b>100</b>

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШПР	Крец В.Г.	к.т.н, доцент		21.02.2018

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Бурков П.В.	к.т.н, профессор		28.02.2018

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



Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»  
Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»  
Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП ОНД ИШПР  
Бурков П.В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ6А	Ромкину Алексею Андреевичу

Тема работы:

«Разработка и исследование свойств бетонных покрытий морских трубопроводов для условий Балтийского моря»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 12.03.2018г. №1625/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	21.05.2018г.
--	--------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Обоснование разработки утяжеляющего бетонного покрытия подводного трубопровода на основе гипсосодержащих отходов для применения прокладки трубопроводных систем на Балтийском море.
--	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><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>	<p>Обзор достижений мировой науки в области техники и технологий прокладки морских трубопроводов, анализ опасных факторов, влияющих на эксплуатацию проложенных трубопроводов на Балтийском море. Составление состава бетонного покрытия с использованием фторангидрита.</p>
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Макашева Юлия Сергеевна, ассистент ОСГН
«Социальная ответственность»	Немцова Ольга Александровна, ассистент ООД
«Иностранный язык»	Коротченко Татьяна Валериевна, доцент ОИЯ

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:** реферат (abstract), зарубежный опыт (foreign experience).

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	19.09.2016г
---	-------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШПР	Крец Виктор Георгиевич	к.т.н, доцент		19.09.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ6А	Ромкин Алексей Андреевич		19.09.2016

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

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
2БМ6А		Ромкину Алексею Андреевичу	
<b>Инженерная школа</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Отделение</b>	<b>Нефтегазового дела</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистр	<b>Направление/специальность</b>	21.04.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материально-технических, финансовых и человеческих ресурсов для обетонирования морского магистрального трубопровода</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>В соответствии с ВСН 452-84, СНиП 82-01-95, НД 2-020101-087</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налоговый кодекс Российской Федерации ФЗ-213 от 24.07.2009 в редакции от 09.03.2016г. № 55-ФЗ</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка перспективности изменения стандартной технологии обетонирования подводных трубопроводов</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Изучение потребностей в основном и вспомогательном флоте, материалах и человеческих ресурсах</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет эффективности замены стандартного метода обетонирования</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.03.2018г.
--	--------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Макашева Юлия Сергеевна	-		12.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ6А	Ромкин Алексей Андреевич		12.03.2018



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2БМ6А	Ромкину Алексею Андреевичу

<b>Инженерная школа</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Отделение</b>	<b>Нефтегазового дела</b>
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело», профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Строительство подводных магистральных трубопроводов на шельфе Балтийского моря
--	--

**речень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>Анализ вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <p>Отклонение показателей климата при работах на море</p> <p>2. Повышенный уровень шума и вибрации;</p> <p>3. Повышенный уровень вибрации;</p> <p>Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>5. Недостаточная (избыточная) освещенность рабочей зоны.</p> <p>Анализ опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <p>Движущиеся машины и механизмы;</p> <p>2. Электрическая дуга и искры при сварке;</p> <p>3. Поражение электрическим током;</p> <p>4. Пожаро- и взрывоопасность</p>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>В табл. 6.2 вынесены все вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при строительстве и испытании морского трубопровода.</p> <p>Рассмотрено воздействие на окружающую среду, негативные факторы и возможные пути решения.</p>

<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Чрезвычайные ситуации на море при строительстве трубопровода могут возникнуть по различным причинам, например, [69]:</p> <p>техногенные (аварии с затонувшими боеприпасами, обнаружение источников аварийных химически опасных веществ, столкновения судов, пожары(взрывы) на ТУС и вспомогательных судах);</p> <p>2. природные (землетрясения, подводные сели, бури, ливень, град, тайфуны, наводнение);</p> <p>биолого-социальные (инфекционные заболевания людей, международный терроризм);</p> <p>4.экологические (выбросы энергии, различные излучения, наличие тяжелых металлов и других вредных веществ, нарушение хозяйственной деятельности вследствие заражения зон внутренних морей при авариях на нефтепроводах).</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>При строительстве трубопроводов в экстремальных климатических условиях (с низкими или высокими атмосферными температурами) дополнительно указываются средства защиты людей от жары или холода, продолжительность перерывов на обогрев, способы организации рационального питания или утоления жажды, в зависимости от жесткости погоды.</p>

<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	<p>12.03.2018г.</p>
--	---------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Немцова Ольга Александровна	-		12.03.2018г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ6А	Ромкин А.А.		12.03.2018г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 124 с., 26 рис., 27 табл., 53 источника, 1 прил.

Ключевые слова: морской трубопровод, заглубление трубопровода, фторангидрит, проектирование, прочностной расчет, моделирование, ANSYS.

Объектом исследования является морской обетонированный трубопровод. Обетонировка трубопровода происходит с использованием фторангидрита, промышленного отхода.

Цель работы – Разработка гипсобетона и моделирование воздействий негативных факторов, характерных для акватории Балтийского моря на подводные трубопроводы с гипсобетонным утяжеляющим покрытием в программном комплексе ANSYS.

В процессе исследования проводились анализ существующих причин разрушения и деформаций незаглубленных трубопроводов на Балтийском море; анализ существующих способов обетонирования подводных трубопроводов; методы строительства трубопроводов в условиях мелководного шельфа; проведены расчеты толщины стенки трубопровода, расчет на прочность и устойчивость; проведены исследования на прочность, сжатие, изгиб обетонированных образцов. Построена модель, имитирующая, падающий груз на подводный трубопровод в Балтийском море в программном продукте ANSYS. Рассмотрены технологии заглубления трубопроводов, прокладки, монтажа трубопровода, проведение гидравлического испытания. Произведен расчет толщины балластного покрытия для трубы многослойной конструкции. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности строительства, охране окружающей среды, технико-экономическая часть.

В результате исследования обосновано совершенствование технологии обетонирования трубопровода с использованием фторангидрита и предложен эффективный способ защиты подводного трубопровода.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: технология и организация выполнения работ, подготовительные работы, монтаж трубопровода, сварочно-монтажные работы подводного трубопровода, трубозаглубление и т.д.

Степень внедрения: Рекомендуется использовать при обетонировке подводного трубопровода на глубине до 100 метров в Балтийском море.

Область применения: Балтийское море, моделирование применяется при падении грузов с судов, барж, кораблей.

Экономическая эффективность/значимость работы затраты на обетонирование подводного трубопровода длиной 200 км, предложенным способом обетонирования на рассматриваемом участке трубопровода «Nord Stream 2» эффективнее на 4609167660 руб., чем при обычном обетонировании.

В будущем планируется применение обетонирования трубопровода с использованием фторангидрита новых подводных трубопроводов.

## Определения

Величина заглубления – разность между уровнями расположения верхней образующей трубопровода и уровнем грунта морского дна.

Глубина моря – расстояние по вертикали, измеренное от дна моря до среднего уровня воды, плюс суммарная высота астрономического и штормового приливов.

Длина провисающего участка трубопровода – длина участка трубопровода, не соприкасающегося с морским дном или опорными устройствами.

Допустимые напряжения – максимальные суммарные напряжения в трубопроводе (продольные, кольцевые и тангенциальные), допустимые нормами.

Заглубление трубопровода – размещение подводного трубопровода ниже естественного уровня грунта морского дна.

Отрицательная плавучесть трубопровода – сила, направленная вниз и равная весу конструкции трубопровода на воздухе за вычетом веса воды, вытесненной погруженным объемом трубопровода.

Рабочее давление - наибольшее избыточное внутреннее давление транспортируемой среды, при котором обеспечивается заданный режим эксплуатации трубопровода.

Стингер – устройство, устанавливаемое на трубоукладочном судне или барже и предназначенное для обеспечения безопасной кривизны трубопровода и уменьшения его изгибных напряжений в процессе укладки.

Трубозаглубители – машины, предназначенные для заглубления уложенных поверх морского дна трубопроводов в грунт или для предварительной разработки траншей.

Трубоукладчик (трубоукладочное судно) – специализированное судно, предназначенное для укладки подводного трубопровода.

Укладка трубопровода с применением барабана – укладка трубопровода с трубоукладочного судна с предварительной намоткой его на специальный барабан.

Укладка трубопровода S-методом – укладка трубопровода свободным погружением на дно моря, при этом участок трубопровода, находящийся между точкой касания дна и стингером, принимает форму S-образной кривой.

Утяжеляющее покрытие – покрытие, наносимое на трубопровод для придания ему отрицательной плавучести и защиты от повреждений.

## Оглавление

Введение	6
1 Литературный обзор	8
2 Объект и методы исследования	20
2.1 Статус Балтийского моря	20
2.2 Климатические условия Балтийского моря	20
2.3 Состояние трубопроводов «Nord Stream 1» и «Nord Stream 2»	22
2.4 Негативные факторы, действующие на обетонированные подводные трубопроводы	23
2.5 Перспективы использования промышленных отходов в бетонных покрытиях трубопроводов	26
2.6 Методы исследования	33
3 Расчёты и аналитика	35
3.1 Особенности проектирования морских трубопроводных систем	35
3.1.1 Расчет толщины балластного покрытия для трубы многослойной конструкции	36
3.2 Технология работ при строительстве подводных трубопроводов	43
3.3 Доставка труб на трубоукладочное судно	43
3.4 Сварочные работы	44
3.5 Монтаж изоляции	45
3.6 Заглубление	46
3.7 Испытания трубопровода	47
4. Экспериментальная часть	49
4.1 Моделирование негативных факторов на обетонированные трубопроводы	59
4.2 Результаты проведенного исследования	65
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	67

					«Разработка и исследование свойств бетонных покрытий морских трубопроводов для условий Балтийского моря»		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Ромкин А.А.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.			4	123	
Консульт.					<b>НИ ТПУ гр. 2БМ6А</b>		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.					
					Оглавление		

5.1 Обетонирование трубопровода традиционным методом	67
5.1.1 Подбор оборудования для обетонирования трубопровода	67
5.2 Подбор основного оборудования для обетонирования трубопровода с использованием разработанного гипсобетона.	71
5.3 Затраты на оплату труда	75
5.4 Затраты на страховые взносы	78
5.5 Сравнение традиционного и нового метода обетонирования	79
6 Социальная ответственность при строительстве подводных нефтепроводов	82
6.1 Профессиональная социальная безопасность	83
6.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	84
6.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	89
6.2 Экологическая безопасность	95
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	98
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	101
Заключение	104
Список публикаций	105
Список используемых источников	106
Приложение А	110

## Введение

**Актуальность.** Ежегодно в мире образуется огромное количество гипсосодержащих отходов, которые сбрасывают в реки, складывают на свалках, тем самым, загрязняя и отравляя флору и фауну. Решение проблемы утилизации отходов фтороводородных производств позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. Использование химического отхода, гипса – альтернатива дорогостоящему бетону для подводных трубопроводов на основе цемента, экономия средств составляет приблизительно в 8-9 раз.

Данное исследование впервые проводится для обетонировки подводного трубопровода для условий Балтийского моря. Был выбран, строящийся трубопровод Nord Stream 2, на его основе сделаны необходимые испытания для проверки на прочность, водопоглощение и на плотность получившуюся бетонную смесь. Фторангидрит начинают использовать при строительстве домов, но для обетонирования подводных трубопроводов промышленный отход ранее не использовали. Данное бетонное покрытие служит для создания защиты трубопровода на морском дне, а также для создания утяжеления трубопровода. Длина 12 метров после обетонирования может достигать массой 24 тонны.

Наиболее серьезные проблемы, с которыми сталкиваются при строительстве трубопроводов, включают нейтрализацию плавучести подводных трубопроводов и защиту наземных трубопроводов. Разные условия эксплуатации требуют различных методов защиты. Хотя для нейтрализации плавучести применяется несколько способов, для защиты трубопровода и придания ему необходимого веса предпочтительнее использовать бетон плотностью 2200–2400 кг/м<sup>3</sup> высокой прочности и долговечности.

					«Разработка и исследование свойств бетонных покрытий морских трубопроводов для условий Балтийского моря»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ромкин А.А.				Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.					6	124
Консульт.					Введение	<b>НИ ТПУ гр. 2БМ6А</b>		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						



Однако производство компонентов бетона наносит вред окружающей среде. Подходящей альтернативой с экологической и экономической точек зрения является использование в цементе в качестве заменителей минеральных добавок. Минеральные добавки широко и успешно применяются в жилищном строительстве по всему миру и всегда, так или иначе, улучшают свойства бетона.

Однако их использование в трубопроводном транспорте носит ограниченный характер. Рассматривается возможность использования таких минеральных заменителей, как фторангидрит (безводный гипс), утяжелителей – баритовый, гранатовый пески, лимонит, гетит в качестве заменителей в бетонных покрытиях трубопроводов. В работе приводятся результаты лабораторных экспериментов для таких образцов трехкомпонентных бетонных смесей, когда менялись относительные доли для различных смесей с целью определения оптимального состава смеси. В исследовании испытывали смеси для определения механических свойств (предел прочности при сжатии, при изгибе и при растяжении) по истечении 28 суток твердения.

**Цель работы.** Разработка гипсобетонного покрытия и моделирование негативных факторов на подводные трубопроводы с гипсобетонным покрытием в программном комплексе Ansys для условий Балтийского моря.

**Задачи работы:**

- Разработка оптимального состава гипсобетона, отвечающего трем основным требованиям: плотность, водопоглощение, прочность.
- Исследование на лабораторных стендах бетонных образцов на прочность; проведение исследований по водопотребности.
- На основе полученных модельных данных по основным свойствам полученного бетона, исследовать в программе Ansys трубопровод с гипсобетонным покрытием на воздействие падающих грузов с судов.

					Введение	Лист 7
Из м.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1 Литературный обзор

Бетонные покрытия трубопроводов, прокладываемых через реки и в морских условиях, не являются защитой от коррозии. Поэтому все стальные трубопроводы перед обетонированием покрываются антикоррозийной изоляцией.

Антикоррозийная изоляция, используемая для труб с бетонным покрытием, помимо общих требований, предъявляемых к изоляционным покрытиям стальных трубопроводов, должна удовлетворять следующим условиям: не должна повреждаться в процессе изготовления бетонного покрытия; должно быть обеспечено достаточное сцепление бетонного покрытия с антикоррозийной изоляцией с учетом принятой технологии монтажа и укладки подводного трубопровода.

В применяемых в настоящее время конструкциях трубопроводов с бетонным покрытием используются различные типы антикоррозийной изоляции. Для трубопроводов с монолитным бетонным покрытием, разработанным ВНИИСТом и ЭКБ по железобетону, может применяться усиленная битумная изоляция с защитной оберткой. Институт Гипроморнефть рекомендовал для обетонированных подводных трубопроводов следующую конструкцию изоляционного покрытия, которое наносится механизированным способом на поточной линии: грунтовка цинковой протекторной краской на основе полистирола блочной полимеризации слоем толщиной 120-150 мкм, битумное покрытие из двух слоев битумно-резиновой мастики МБР-90 и двух слоев бризола.

					«Разработка и исследование свойств бетонных покрытий морских трубопроводов для условий Балтийского моря»		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Ромкин А.А.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.				8	124
Консульт.					Обзор литературы		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.					
					НИ ТПУ гр. 2БМ6А		

Для изоляции труб могут быть использованы полимерные липкие ленты как отечественного производства типа ПВХ-251, ПВХ-СЛ, ПМЛ ПВХ-СЛ, так и зарубежные типа "Поликен». Ленты отечественного производства наносят по битумно-клеевой или клеевой грунтовке. Для лент "Поликен-980-20" применяют соответствующую грунтовку "Поликен-919". При этом следует применять не менее двух слоев ленты общей толщиной 1 мм и двухслойную защитную обертку. В качестве защитных оберток можно использовать ленты ПДБ и различные полимерные пленки, а также бризол.

При проектировании подводных трубопроводов и выборе конструкции сплошного утяжеляющего покрытия необходимо учитывать следующие факторы: увеличение жесткости конструкции трубопровода с покрытием; способ укладки подводного трубопровода; тип применяемой изоляции; объемы работ по обетонированию; экономическую эффективность.

В большинстве случаев наиболее эффективным будет применение труб с бетонным покрытием, изготовленным в заводских условиях. При строительстве подводных переходов газопроводов через широкие водные преграды (например, Волгоградское водохранилище) будет целесообразна организация обетонирования труб непосредственно на месте.

Особо повышенные требования предъявляются к утяжеляющим покрытиям морских нефтегазопроводов.

В 1971-75 гг. в Северном море от морских месторождений Викинг, Фортис, Экофиск к побережью Англии и ФРГ были проложены подводные нефтегазопроводы диаметром 710-914 мм на глубинах до 120 м.

Для этих нефтегазопроводов были запроектированы специальные утяжеляющие покрытия, учитывающие особые условия строительства и эксплуатации трубопроводов. Конструкция армированных бетонных покрытий должна была соответствовать следующим требованиям: высокая прочность покрытия с учетом невозможности заглубления трубопроводов в морское дно на отдельных участках, сложенных твердыми грунтами;

					Обзор литературы	Лист 9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

масса трубопровода под водой (его отрицательная плавучесть) должна обеспечить опускание трубопровода в траншею, отрываемую трубозаглубительной установкой, перемещающейся вдоль трубопровода; масса покрытия должна обеспечивать устойчивое положение трубопровода.

Летом при укладке пустой трубопровод должен оставаться устойчивым на дне моря; в зимний период после укладки трубопровода (до заглубления в дно) он может наполняться водой. Во время эксплуатации трубопровод, заполненный перекачиваемым продуктом, должен сохранять устойчивость при воздействии волн и течений; покрытие должно защищать антикоррозийную изоляцию и трубопровод от механических повреждений тралами рыболовных судов и судовыми якорями; при изгибе трубопровода не должно происходить откалывания бетонного покрытия; минимальные срезающие напряжения между бетонным покрытием и антикоррозийной изоляцией, определенные из условия приложения к трубопроводу растягивающих усилий должны быть  $0,60 \text{ kтс/см}^2$ ; бетонное покрытие должно оставаться на трубопроводе даже при повреждении покрытия до арматуры в течение расчетного срока эксплуатации трубопровода; бетонное покрытие не должно значительно увеличивать суммарную жесткость трубопровода для предупреждения перенапряжения металла трубы в стыковых швах; толщина бетонного покрытия должна строго соответствовать расчетным данным. Отклонение " отрицательной плавучести"  $I \text{ м}$  трубопровода с учетом водопоглощения бетона должно составлять  $+ 12,7 \text{ кг}$  при расчетном ее значении  $127 \text{ кг/м}$ . Это требование объясняется тем, что даже незначительное изменение массы  $I \text{ м}$  трубы могло привести к напряжениям в укладываемом трубопроводе, превышающим допустимые. ВНИИСТ и ЭКБ по железобетону разработали конструкцию монолитного бетонного покрытия, которое наносится на трубопровод методом торкретирования [5].

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

Такое покрытие было применено при строительстве подводного перехода трубопровода диаметром 720 х II мм через Москву-реку. Труба была покрыта усиленной битумнорезиновой изоляцией толщиной 8,5 мм. Первый слой арматурной плетеной сетки с ячейками 25 х 25 мм фиксировался на трубопроводе с помощью специальных подкладок.

Слой бетона толщиной 6 см был нанесен за три прохода. После получения покрытия необходимой толщины, бетон выдерживали двое суток в естественном состоянии; затем плеть с помощью трубоукладчиков переворачивали и обетонировали нижнюю поверхность. Поверх слоя бетона толщиной 6 см устанавливали второй слой металлической сетки и обетонировали до проектной толщины.

Для трубопроводов диаметром 720 мм и больше покрытия армируют двумя слоями арматурной сетки, для трубопроводов меньшего диаметра применяют один слой сетки. Армирование возможно рулонными сварными сетками (ГОСТ 8478-66) или металлическими плетеными сетками. Применяют сварные сетки из холоднотянутой проволоки диаметром 3-4 мм с размерами ячейки 50 х 50 или 100 х 100 мм. Для предохранения арматуры от коррозии толщина защитного слоя бетона должна быть не менее 25 мм.

Состав раствора для торкретбетона проектируют исходя из водопотребности раствора и абсолютного объема его составляющих. Водопотребность и подвижность растворной смеси определяют приготовлением отдельных замесов растворной смеси для каждого значения В/Ц и по осадке конуса. Смесь раствора для обетонирования готовят из песка и цемента в соотношении I: 2 (по массе). Раствор, наносимый с помощью раствора-насоса, должен иметь В/Д = 0,40 - 0,42 и осадку конуса, равную 5 - 6 см.

На строительстве подводного перехода газопровода через р. Волгу в районе г. Рыбинска для балластировки применяли бетонное покрытие, разработанное ЭКБ по железобетону.

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

Бетонное монолитное покрытие получают в навесных опалубках. Для уменьшения жесткости обетонированных трубопроводов в бетонном монолитном покрытии через каждые 3 м предусмотрены кольцевые разрезы. Разработано несколько типоразмеров бетонного покрытия в зависимости от диаметра и толщины стенки труб.

Для покрытия применяют вибрированный бетон марки 200 с объемной массой не менее 2300 кг/м<sup>3</sup>. В/Ц должно быть не более 0,5 осадка конуса 2 - 4 см. Бетонное покрытие армируют сварными сетками (ГОСТ 8478-66) с размерами ячеек 150 x 150 мм. Сетку фиксируют на трубопроводе с помощью подкладок по 2 шт. на I Г сетки. При установке сеток на трубопровод под подкладки, расположенные в верхней части, устанавливают кусочки свернутого в три слоя брезента или деревянные пластины толщиной 5 мм. Согласно рекомендациям ЭКБ по железобетону монолитное бетонное покрытие должно удовлетворять следующим требованиям:

а) раковины на внешней стороне покрытия допускаются размером не более 30 мм и глубиной не более 10 мм (количество раковин должно быть не более двух на каждый квадратный метр поверхности);

б) сколы поперечных граней допускаются на глубину не более 15 мм в количестве не более трех в одном поперечном сечении;

в) на наружной поверхности покрытия допускаются усадочные трещины шириной не более 0,2 мм.

Прочность бетона к моменту укладки трубопровода на дно водоема должна достигать 100% проектной.

Например, по техническим условиям компании "Бритиш петролеум" прочность бетона на сжатие после 28 дней для покрытия трубопровода, прокладываемого от месторождения Фортис, должна быть не менее 327 кгс/см.

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

Для предупреждения растрескивания бетона при изгибе трубопровода в покрытии через каждые 915 мм были сделаны кольцевые прорезы шириной от 3,2 до 4 мм и глубиной 38 и 44 мм. при толщине бетонного покрытия соответственно 53 и 71 мм [7].

Бетонное покрытие нефтепровода, проложенного от месторождения Фортис, имеет основную кольцевую арматуру из стержней диаметром 7,9 мм, которые размещаются в середине покрытия на расстоянии 100 мм один от другого. Продольные стержни арматуры диаметром 5,1 мм установлены через 405 мм один от другого и не доходят до кольцевой прорези в бетонном покрытии.

Испытание на сопротивление бетонного покрытия ударной нагрузке, моделирующей удары борта рыболовного трала, проводилось по схеме. При испытаниях покрытие должно было выдержать 60 ударов стального цилиндра с шириной фаски 75 мм массой 900 кг под углом 90° и в 20 ударов под углом 60°. Скорость цилиндра в момент удара 7,5 км/ч, что соответствует скорости прохождения рыболовного трала. При испытаниях не должна быть повреждена антикоррозийная изоляция и не должен быть затронут соседний участок покрытия, отделенный кольцевым разрезом. При испытаниях покрытие получило весьма незначительные повреждения, и арматура не обнажалась.

Различные типы бетонных покрытий испытывали в условиях, соответствующих работе морского трубопровода при его укладке при гидравлическом испытании и при последующей эксплуатации. С этой целью испытываемые образцы труб с бетонным покрытием подвергали переменному (обратному) изгибу при внешнем давлении 24,6 кгс/см<sup>2</sup>, испытанию при внутреннем давлении, при котором напряжения достигали величины минимального предела текучести; испытанию на ударную нагрузку при внутреннем давлении 70,3 кгс/см<sup>2</sup>.

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

Как правило, бетонирование труб в опалубке производят на месте строительства подводного перехода. Это целесообразно при длине перехода I - 2 км и больше и невозможности доставки обетонированных труб с заводов.

В отечественной практике бетонирование подводных трубопроводов в трассовых условиях носило опытный характер и выполнялось с применением инвентарной опалубки конструкции треста «Союзподводгазстрой» и ЭКБ по железобетону при строительстве перехода через Волгу из труб диаметром 1020 мм.

Опалубка состоит из двух разъемных форм, сваренных из листовой стали толщиной 3 мм с ребрами жесткости. Установку форм производят последовательно краном на предварительно выложенные под трубой шпалы и швеллеры. Разъемные формы соединяют снизу стяжными болтами, сверху рычажными натяжными устройствами. Торцы закрывают специальные стенками. При необходимости можно устанавливать несколько опалубок с нахлестом друг на друга. На опалубку устанавливают по два вибратора. В верхней части опалубки имеется прорезь для подачи бетона из бункера, который перемещают над опалубками с помощью трубоукладчика. Опалубку длиной 2,5 м заполняли бетоном (1,3 м<sup>3</sup>) за 20-30 мин. До снятия опалубок бетон выдерживался 12 ч.

Принципиальное отличие опалубки, разработанной ЭКБ по железобетону, от других конструкций заключается в том, что она в рабочем положении опирается на трубу, а не на грунт. Такое положение опалубки исключает ее просадку при бетонировании и позволяет получить бетонное покрытие одинаковой толщины по всему периметру трубы.

Обетонирование трубопровода в навесных опалубках проводится в два этапа:

I этап. Подготовленную для работы плеть трубопровода устанавливают на опоры так, чтобы расстояние между ними было кратное четному количеству установочных размеров опалубки.

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



Затем на свободные от опор участки последовательно устанавливают опалубки с интервалом, равным установочному размеру, которые опираются через опорные обрезиненные башмаки непосредственно на изоляцию трубопровода.

II этап. Опоры переставляют под обетонированные участки и опалубки устанавливают в промежутках между обетонированными участками. Опорные башмаки откидываются, каждая опалубка опирается через специальные опоры непосредственно на бетон соседних участков.

Расстояние между опорами, равное четному количеству установочных размеров опалубки, определяется в зависимости от грузоподъемности трубоукладчика. К работам по обетонированию трубопровода приступают только после испытания трубопровода и контроля антикоррозийной изоляции. Все работы по обетонированию труб может выполнять одна комплексная бригада из 10 чел. (два звена). Первое звено устанавливает арматурные сетки, выполняет чистку, смазку, монтаж и демонтаж опалубки и перестановку опор. Второе звено укладывает в установленную опалубку бетон и осуществляет уход за ним. Сменная производительность бригады при обетонировании трубопровода диаметром 1020 мм с использованием комплекта восьми опалубок - 24 м, месячная - 560 м.

Бетон для обетонирования можно доставлять с бетонного завода, расположенного в районе строительства, или готовить непосредственно на строительной площадке.

При строительстве подводного газопровода в Каспийском море для балластирования трубопровода применяли сплошное бетонное покрытие, выполненное в металлических опалубках конструкции СУПТР Jfc 8 треста Союзподводгазстрой. Была обетонирована плеть трубопровода диаметром 273 с толщиной стенки II мм, длиной 800 м.

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

Изолированную плеть трубопровода выкладывали на лежки и обертывали рулонной сеткой с ячейками 100 x 75 мм. Арматурная сетка опиралась на деревянные бобышки толщиной 2 см. Обетонирование производили в металлической опалубке из двух полукружал с вертикальным разъемом, длина секции опалубки 2,5 м. Применяли 10 секций опалубки. Диаметр обетонированного трубопровода в этой опалубке 410 - 413 мм.

Бетон приготавливали на месте в бетономешалке вместимостью 0,15 м<sup>3</sup>, установленной на передвижном помосте, где также размещался электрогенератор, щит управления и емкость для воды. Загрузку цемента и инертных в бетономешалку производили вручную. Бетон подавали в опалубку через прорезь шириной 200 мм по стальному желобу, прикрепленному к помосту. По мере обетонирования помост с бетономешалкой перемещали с помощью трубоукладчика вдоль плети трубопровода. В среднем обетонировали 15 м трубы в смену. На обетонировании была занята бригада из 6 человек, включая машиниста трубоукладчика.

При перекладке обетонированной плети и при спуске ее на воду в бетонном покрытии образовывались трещины, но откалывания бетона не происходило.

Производительность обетонирования трубопровода при принятой технологии можно повысить путем увеличения количества опалубок, объема бетономешалки, повышением квалификации рабочих.

Французская фирма «Сигбо» при строительстве подводных трубопроводов применяет трубы с бетонным покрытием, которое изготовлено в специальных металлических опалубках длиной 1,2,4 и 6 м. Обычно обетонируют трубы длиной 12 м. Для этой цели используют две 6-м или три 4-м опалубки. Металлические опалубки длиной 1 м используют для обетонирования стыков трубопроводов на спусковой дорожке.

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

Бетон в опалубку подавали бадьями с бетонного узла, размещенного вблизи стройплощадки. Через сутки обетонированную трубу освобождали от опалубки. Полный процесс твердения бетона происходил в течение 7 сут.

После снятия опалубок обетонированные трубы с помощью автокранов устанавливали на стапельную площадку, где производили стыковку труб в плети и обетонирование стыков.

Теплый климат в районе строительства дал возможность приготавливать бетон и обетонировать трубопровод на открытом воздухе.

Обетонирование труб в инвентарных опалубках имеет следующие основные недостатки: для получения бетонного покрытия различной толщины требуются различные типоразмеры опалубок; низкая производительность обетонирования; бетонное покрытие, изготовленное в опалубке, обладает высоким водопоглощением, что значительно ухудшает условия укладки трубопровода.

Заводское обетонирование труб в настоящее время является наиболее эффективным способом обетонирования подводных трубопроводов. За рубежом самым прогрессивным и технологичным считают метод набрызга бетона на трубу.

Большая потребность в обетонированных трубах, необходимость получения бетонного покрытия требуемой толщины, особые требования к качеству бетона обусловили разработку этого метода и создание нового оборудования для нанесения бетонного покрытия.

Использование метателей, набрасывающих с большой скоростью бетонный раствор на вращающуюся трубу, позволяет получить покрытие очень высокой плотности. Поэтому сразу после нанесения покрытия можно выполнять различные такелажные операции с трубами без риска повредить покрытие. Объединение Касморнефть (г. Баку) приобрело импортную установку по обетонированию труб методом набрызга

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

Часовая производительность завода по обетонированию труб длиной 12 м диаметром 200-820 мм в соответствии с паспортной характеристикой составляет 12-6 труб/ч. Сменная производительность завода для труб среднего диаметра 500 мм может быть принята 60 труб. Годовая производительность завода при этом составит 180 км труб/год.

Здесь необходимо отметить, что обетонирование труб целесообразно планировать в три или в две смены, так как после каждого перерыва в работе всю установку следует тщательно очищать от бетона, продувать сжатым воздухом и промывать водой.

Технология обетонирования труб заключается в следующем: Заполнители, хранящиеся на открытых складах, загружают в расходные бункера установки, дозируют по объему и подают ленточным конвейером в лопастной смеситель. В указанный смеситель из двух силосов с помощью шнеков и конвейера вместе с заполнителями подают цемент.

Из смесителя бетон выгружают на качающийся транспортер, который питает валки для набрызга смеси на трубу. Резиновые валки, вращаясь со скоростью 1800 об/мин, производят набрызг бетона на вращающуюся трубу. Труба на специальных тележках по рельсам перемещается перед валками. За один проход наносится слой бетона толщиной до 70 мм. На обетонированный слой обматывается крученой оцинкованной сеткой с нахлестом 25 мм.

При втором проходе на сетку наносится защитный слой требуемой толщины. Наружная поверхность бетона покрывается консервирующим составом, предохраняющим его от высыхания. Общая толщина бетонного покрытия может изменяться в пределах от 25 до 125 мм. Бетонную смесь наносят на смоченное изоляционное покрытие трубы. Отскакивающий при набрызге бетон скребковым конвейером возвращается обратно в смеситель (отскок составляет до 10%).

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

Подачу изолированной трубы на стенд для набрызга и съем с него обетонированной трубы производят с помощью специальных гидравлических подъемников. С гидравлического подъемника обетонированную трубу снимают автопогрузчиком, который транспортирует ее на склад для естественного выдерживания в течение 7 сут. Затем трубу можно использовать по назначению.

Цемент должен иметь высокую тонкость помола. Фирма считает, что при обетонирования труб может применяться цемент марки А ТМ-С-150. Институт Гипронефть считает возможным применить для обетонирования труб цемент марки 500 Карагандинского цементного завода.

Песок должен быть кварцевый, фракционированный, мытый (без каких-либо примесей). Волгоградский песок выбран институтом Гипроморнефть как наиболее близкий к рекомендованному фирмой по гранулометрическому составу.

Гематит - (утяжелитель) должен иметь максимальную крупность кусков 10 мм и фракционированный состав Дашкесанский гематит выбран институтом как наиболее близкий к рекомендованному фирмой по гранулометрии.

Вода должна быть свежей, чистой, свободной от каких-либо примесей, ухудшающих свойства бетона, или вызывающих коррозию изоляции обетонированных труб.

Компоненты, входящие в состав бетона, должны быть тщательно перемешаны в лопастном смесителе. Особые требования предъявляются к дозированию воды, поскольку даже при незначительном отклонении от оптимального соотношения резко ухудшается адгезия бетона к изоляционной поверхности трубы и нанесенный слой начинает отслаиваться.

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

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Статус Балтийское море

Балтийское море омывает берега Российской Федерации, Польши, Германии, Дании, Швеции, Финляндии и стран Балтии. Российской Федерации принадлежат небольшие акватории в восточной части Балтийского моря — Калининградский залив и часть Куршского и восточная окраина Финского. Балтийское море глубоко врезано в Северо–Западную часть Евразии. Это — внутриматериковое море, соединяющееся с Северным морем Атлантического океана системой проливов Эресунн (Зунд), Большой Бельт, Малый Бельт, известных под общим названием Датских проливов. Они переходят в глубокие и широкие проливы Скагеррак, Каттегат, принадлежащие уже к Северному морю, которое непосредственно сообщается с Атлантическим океаном. Площадь Балтийского моря равна 419 тыс. км<sup>2</sup>, объем — 21,5 тыс. км<sup>3</sup>, средняя глубина — 51 м, наибольшая глубина — 470 м.

### 2.2 Климатические условия Балтийского моря

Расположенное в умеренном поясе вблизи Атлантического океана и глубоко вклиненное в сушу, Балтийское море характеризуется в основном морским климатом умеренных широт, вместе с тем морю свойственны черты континентального климата. Своеобразная конфигурация моря обуславливает его значительную протяжённость с севера на юг и с запада на восток, что создаёт различия климатических условий в разных районах моря.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	«Разработка и исследование свойств бетонных покрытий морских трубопроводов для условий Балтийского моря»			
Разраб.		Ромкин А.А.			Объект и методы исследования	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.					20	124
Консульт.						<b>НИ ТПУ эр. 2БМ6А</b>		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						

Эти различия проявляются в неодинаковых от места к месту величинах основных метеорологических элементов, характерных для каждого сезона. Наиболее существенно влияют на погоду на Балтике Исландский минимум, Сибирский и Азорский максимумы. Характером их взаимодействия определяются сезонные особенности погоды. В осеннее и особенно зимнее время интенсивно взаимодействуют Исландский минимум и Сибирский максимум, что усиливает циклоническую деятельность над морем. В связи с этим здесь часто проходят глубокие циклоны осенью с запада на восток, а зимой на северо-восток. Они несут с собой пасмурную погоду с сильными юго-западными и западными ветрами.

В самые холодные месяцы (январь и февраль) средняя температура воздуха в центральной части моря равна  $-3^{\circ}\text{C}$ , а на севере и на востоке  $-5-8^{\circ}\text{C}$ . При редких и кратковременных вторжениях холодного арктического воздуха, связанных с усилением Полярного максимума, температура воздуха над морем резко понижается до  $-30-35^{\circ}\text{C}$ . В весенне-летний сезон Сибирский максимум размывается и на Балтийское море воздействует Азорский и отчасти Полярный максимум. Само море находится в полосе пониженного давления, по которой проходят менее глубокие, чем зимой, циклоны из Атлантического океана. В связи с этим весной ветры очень неустойчивы по направлению, невелики по скорости и нередко определяются орографией берегов. В это время года заметное влияние оказывает ветер северных направлений, обуславливая обычно холодную весну.

Летом ощущается преимущество западных, северо-западных и юго-западных ветров. С ними связана характерная для моря прохладная и влажная летняя погода. Среднемесячная температура воздуха самого тёплого месяца (июля) равна  $14-15^{\circ}\text{C}$  в Ботническом заливе и  $16-18^{\circ}\text{C}$  в остальных районах моря. Жаркая погода бывает редко. Её вызывают кратковременные затишья прогретого средиземноморского воздуха.

### 2.3 Состояние трубопроводных систем «Nord Stream 1» и «Nord Stream 2».

Текущее состояние разработки месторождений нефти и газа в иранском, азербайджанском, казахстанском, туркменском и российском секторах кардинально отличается. Геолого-геофизические исследования акватории Северного Каспия с целью поиска залежей нефти и газа начались с 30-х гг. XX в. и проводились бессистемно различными организациями. Основной сдерживающий фактор – это отсутствие в то время экологически безопасных методов исследований в регионах с повышенной чувствительностью экосистем. В азербайджанском южном секторе идет интенсивная добыча нефти и газа, начавшаяся в 1871 году. В российском секторе, из-за присвоения статуса заповедной зоны северной части моря в 1971 – 1998 гг., только сейчас ведется подготовка к промышленной разработке и освоению открытых перспективных месторождений. В казахстанском и туркменском секторах сейчас проводятся в основном геолого-геофизические исследования при привлечении иностранных компаний. Подходы к привлечению компаний, разрабатывающих морские проекты, в этих странах различаются. Россия делает упор на участии в проектах отечественных нефтегазовых компаний («ЛУКОЙЛ», «Газпром», «Роснефть»). Согласно инвестиционной программе компании «ЛУКОЙЛ» на 2016 – 2020, по линии промышленности, транспорта и природных ресурсов на освоение шельфа Каспийского региона будет вложено около 900 млрд рублей [40]. В ближайшее время можно ожидать интенсификации освоения месторождений, в связи с введением налоговых каникул. Азербайджан, Казахстан и Туркмения активно сотрудничают с иностранными компаниями («BP», «ExxonMobil», «Chevron», «Total»), это объясняется желанием привлечь иностранные инвестиции, также желанием получить доступ к передовым разработкам и технологиям.

					Объект и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22



## 2.4 Негативные факторы, действующие на обетонированные подводные трубопроводы

Основными причинами аварий морских трубопроводов являются: коррозия, механические повреждения, удары судами/сетями и столкновения с ними, штормы, оползни, дефекты металла труб/соединительных деталей (металлургические, заводские дефекты), прочие и не известные. Согласно базе PARLOC - 2001, одной из главных причин аварийности является повреждение труб якорями судов, тралами [13]. Последствиями аварийных событий являются потеря газа при его истечении, возгорание газа, ранение или гибель людей, загрязнение окружающей среды и т.д. На рисунке 1 представлено процентное соотношение причин аварий на морских трубопроводах в Мексиканском заливе и Северном море на основе данных источников [13,15,16]. Удельные частоты аварий для морских частей МГ по данным PARLOC-2001 составляет  $9,1 \times 10^{-5}$  /км/год в средней зоне,  $2,3 \times 10^{-3}$  /год ( $4,6 \times 10^{-3}$  /км/год) в прибрежной безопасной зоне. Иные значения интенсивностей аварий на морских трубопроводах приводятся в работе [17]: 0,2 аварий / год / 1000 км трубопроводов в Мексиканском заливе и 0,3 аварий / год / 1000 км для морских трубопроводов в Северном море.

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

Причины аварий морских трубопроводов в Северном море и Мексиканском заливе

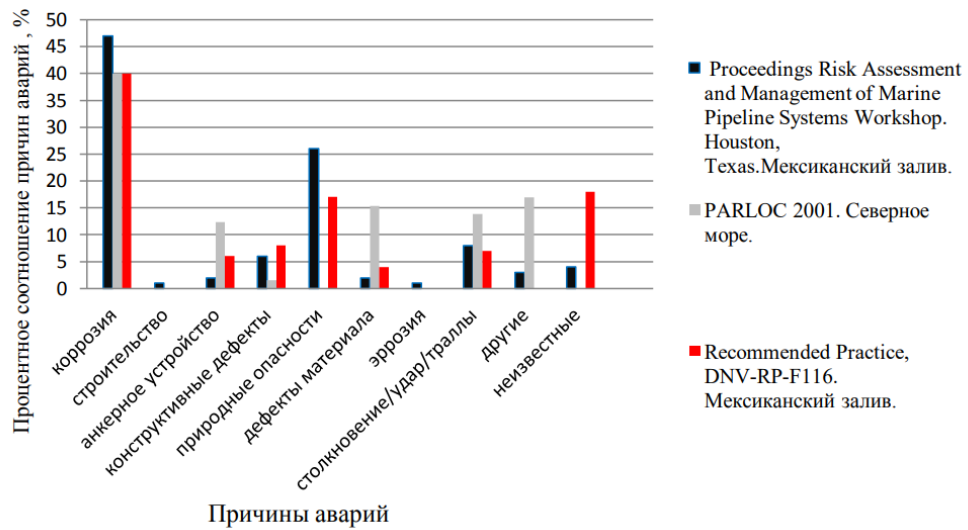


Рисунок 1 - Причины аварий морских трубопроводов в Северном море и Мексиканском заливе. [14]

В источнике [8] представлены численные значения рисков повреждения морских сооружений на стадии их строительства, относящиеся к ведению строительных работ на шельфе как в мире вообще, так и в Северном море в частности. Величина значений частоты отказов при строительстве морских сооружений представлены в таблице 1 на основе данных [8]. Анализ существующих информационных баз показал, что данные по авариям на морских трубопроводах характеризуются нерепрезентативной статистикой, поскольку распределение причин аварий в общей структуре неоднозначно и в разных источниках имеет свой уровень, имеются расхождения в оценках частоты возникновения отказов. В основном аварийные ситуации связаны со стадией эксплуатации морских трубопроводов. Однако, факты аварийных ситуаций имеют место и на этапе строительства морских трубопроводов. Поскольку километра трубопровода в море в 3-5 раза больше чем на суше, то возникновение опасной или чрезвычайной ситуации, приводящей к остановке производства, ремонтным работам и как следствие к увеличению стоимости проекта, может оказаться губительным для проекта в целом и продолжение строительства будет нерентабельным.

Подробный и всесторонний учет рисков, которые возникают в процессах строительства, эксплуатации и ремонта магистральных морских трубопроводов с учетом характеристик водной акватории, по дну которой предполагается прокладка магистрального трубопровода, а также технологий строительства и эксплуатации, включая капитальный ремонт и рекультивацию ландшафтов после прекращения функционирования трубопровода, может дать объективную информацию для учета рисков при инвестиционном проектировании морских трубопроводов.

Таблица 1 – Риски возникновения морских сооружений на стадии строительства. [14]

<i>Риски повреждения морских сооружений на стадии строительства</i>		
<b>Риски отказов при строительстве в море</b>	<b>Частота отказов при строительстве в мире (за единицу строительных работ)</b>	<b>Частота отказов при строительстве в Северном море (за единицу строительных работ)</b>
Риск всех видов повреждений	$6,5 \times 10^{-3}$	$6,9 \times 10^{-2}$
Риск со значительным ущербом	$3,1 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-2}$
Риск общей потери	$3,6 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-3}$



Рисунок 2 – поврежденная секция, демонстрирующая вмятины на трубопроводе. [14]



Рисунок 3 – Изломанная вмятина на трубе от действия якоря в акватории Балтийского моря. [14]

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

### 3 Расчёты и аналитика

#### 3.1 Особенности проектирования морских трубопроводных систем

При сооружении подводных переходов магистральных трубопроводов и строительстве морских трубопроводов применяются сплошные бетонные утяжеляющие покрытия различных конструкций: монолитные армированные бетонные- покрытия (обетонирование трубопровода в съемных опалубках); армированные бетонные покрытия, полученные методом набрызга; покрытия из сборных железобетонных утяжелителей; сплошные покрытия из кольцевых железобетонных грузов, установленных вдоль трубопровода непрерывно.

Широкому распространению сплошных монолитных покрытий способствуют их преимущества по сравнению с одиночными балластными грузами. Сплошные покрытия защищают антикоррозийную изоляцию от повреждений и исключают необходимость применения защитной деревянной футеровки. При укладке способом протаскивания трубопроводов, имеющих сплошное бетонное покрытие, значительно уменьшаются тяговые усилия на береговых участках за счет использования инвентарных спусковых устройства на подводных участках - за счет особенностей конструкции покрытия, в результате чего исключается сопротивление, возникающее при врезке кромок отдельных грузов в грунт. При наличии сплошных покрытий можно использовать высокопроизводительные трубозаглубительные установки, перемещающиеся на роликах по предварительно уложенному трубопроводу и отрывающие под ним траншею. Особенно эффективно использование монолитных железобетонных покрытий заводского изготовления.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	«Разработка и исследование свойств бетонных покрытий морских трубопроводов для условий Балтийского моря»			
Разраб.		Ромкин А.А.			Расчёты и аналитика	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.					35	124
Консульт.								
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						
						<b>НИ ТПУ гр. 2БМ6А</b>		

### 3.2 Технология работ при строительстве подводных трубопроводов

Одним из важнейших вопросов при строительстве подводных трубопроводов является соединение отдельных труб, секций труб, а также длинных плетей в так называемую нитку, а также заглобление. Сварка и контроль сварных соединений производятся в соответствии с указаниями СНиП III-42-80 [14]. Сварочные материалы должны отвечать требованиям СНиП II-45-75 [3]» Операции по доставке труб, подготовке к сварке регламентируют ГОСТ Р 54382-2011[30], СТО Газпром 2-3.7-380-2009[31].

Перед самой прокладкой проводят выравнивание дна либо разрабатывают подводную траншею. Затем после касания трубопровода дна траншеи, проводят засыпку привозным грунтом и каменную наброску. Основные операции при строительстве трубопроводной нитки, производимые на судне-трубоукладчике это: подача труб и их перемещение по технологическому маршруту на судне, механическая обработка торцов труб, входной контроль труб, соединительных деталей, запорной и регулирующей арматуры, предварительный подогрев кромок свариваемых труб, сварочно-монтажные работы, ремонт, изоляция стыков, неразрушающий контроль, спуск трубопровода, подтягивание вперед на якорях.

### 3.3 Доставка труб на трубоукладочное судно

Технологический процесс укладки начинается с доставки труб на борт трубоукладочного судна. При проектировании проводится оценка всех портов на побережье района строительства, выбираются самые подходящие площадки для размещения складских терминалов и сокращающие расстояние транспортировки труб. Самый оптимальный вариант – расположение складских терминалов на удалении не более 185 км от маршрута трубопровода. Тогда доставка труб из порта на судно будет занимать менее одного дня.

					Расчёты и аналитика	Лист 43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Максимальная высота складирования труб рассчитывается с учетом устранения чрезмерных нагрузок на трубы, покрытия и протекторы. Транспортирование и хранение материалов на судах снабжения и трубоукладочных судах должны гарантировать, что будут исключены повреждения труб, покрытий, сборочных узлов и приспособлений. Доставка труб осуществляется по графику, позволяющему обеспечить постоянное наличие достаточного количества труб на судне. Технологические возможности современных ТУС позволяют обеспечить 2,3-дневный запас труб на палубе без остановки строительных работ. Для подачи трубы на конвейер технологической линии применяются краны грузоподъемностью от 100 до 250 тонн.

### 3.4 Сварочные работы

При прокладке морских трубопроводов сварка является ведущей операцией, определяющей сроки строительства, герметичность и прочность сооружения, поэтому материалы, применяемые при сварке морских трубопроводов, должны обеспечивать:

- высокую производительность сварочных работ;
- хорошее формирование сварных соединений, обладающих достаточной технологической прочностью;
- отсутствие даже незначительного непровара в корне стыкового шва.

С учетом этих требований морские трубопроводы могут свариваться механизированными и ручными методами сварки. Основные технологии сварки, применимые на линии монтажа трубоукладочной баржи: ручная дуговая сварка плавящимся покрытым электродом, плазменная сварка; автоматическая дуговая сварка под флюсом, дуговая в среде защитного газа.

После нагрева стыков, с помощью подъемных кранов и по системе рольгангов производится подача труб на сварочную линию, где осуществляется центрирование, сварка корневого, заполняющих и облицовочного слоев шва.

					Расчёты и аналитика	Лист 44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На сварочной линии судна, выполняющего укладку трубопровода S-методом, оборудовано несколько сварочных постов (в зависимости от толщины стенки труб и длины баржи, на современных судах в основном от 3 до 7 сварных постов), чтобы обеспечить работу поточно-расчлененным методом и добиться оптимальной производительности сварки. От качества выполнения корневого слоя шва на первой сварочной станции во многом зависит эксплуатационная надежность сварного соединения трубопровода в целом.

### 3.5 Монтаж изоляции

Требования к строительству морских трубопроводов изложены в норвежском стандарте DNV-OS-F101, который был утвержден ОАО «Газпром» в 2006 г. как СТО Газпром 2-3-7-050-2006. При строительстве морских трубопроводов широко используются трубы с нанесенным антикоррозионным покрытием, а также с бетонным покрытием, предназначенным для защиты трубопровода от механического повреждения падающими грузами и балластировки, для придания трубопроводу отрицательной плавучести. В разделе «Защита от коррозии» этого стандарта даны общие рекомендации выбора наружных антикоррозионных покрытий трубопроводов, в том числе, в общем виде, и для сварных стыков.

Типы покрытий в данном разделе стандартом не регламентируются. Одна из наиболее сложных и ответственных операций при монтаже трубопроводов это изоляция сварного стыка. Оптимальный выбор материала для изоляционного покрытия, а также конструкции сварных стыков плетей труб на судне-трубоукладчике определяет эксплуатационную надежность морского подводного трубопровода и зависит от следующих причин: температура эксплуатации, время выполнения процедур по нанесению покрытия, способ укладки (J, S, G способы и т.д.), сочетаемость с заводским покрытием трубопровода, условия нанесения покрытия и требования к подготовке необетонированной поверхности стыков, требуемый срок

					Расчёты и аналитика	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



эксплуатации, диаметр трубопровода, требования к свойствам покрытия сварных стыков.

Наиболее трудноисполнимым является сопоставление качества выполнения изоляции и времени, отведенного на операцию. Исходя из условий прокладки, время операции по изоляции одного сварного стыка не должно быть больше 15–20 минут, зависит от материала покрытия, автоматизации операций по нанесению покрытий, диаметра труб, синхронизации этапов сварки и изоляции стыков, конструкции покрытий и ряда других причин. Конструкция изолированного стыка состоит из гидроизолирующего покрытия (два и более слоев антикоррозионного покрытия), нанесенного на область металла стыка, с нахлестом на основное покрытие, установки защитного кожуха для заполнения объема между бетонными покрытиями труб, образующих стык, мастикой или пенополиуретановой пеной.

### **3.6 Заглубление**

Заглубление морских трубопроводов в грунт производится с целью защиты их от механических повреждений со стороны судовых якорей и траловых досок рыболовецких судов, а также от размыва грунта под трубопроводом при воздействии волн и течений, в результате которого возникают провисание участков труб, их вибрация и усталостное разрушение. Глубина укладки трубопровода в грунт зависит от конкретных условий района строительства и норм проектирования – российские, американские и норвежские по-разному подходят к определению глубины заглубления. На больших глубинах при отсутствии донных течений и судоходства, трубопровод не заглубляется.

Выбор технических средств для конкретных условий строительства зависит от большого числа факторов, важнейшими из которых являются физико-механические свойства грунтов, слагающих дно, размеры траншей, объемы и сроки выполнения работ, условия доставки оборудования, время проведения работ и т. д.

					Расчёты и аналитика	Лист 46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В настоящее время используется технология заглубления в грунт с помощью различных средств механизации (землесосные снаряды, землечерпательные машины, плужные устройства) производится разработка подводных траншей с последующей укладкой в них морского трубопровода. Однако такая схема неприменима при сильных донных течениях, когда разработанная траншея, с извлеченным на откосы грунтом, заполняется наносами и в ней не обеспечивается достаточная глубина и необходимо использовать землесосные снаряды и шаланды, этот способ имеет ряд существенных недостатков. Использование данного метода негативно сказывается на гибкости графика монтажных работ, поскольку все три этапа должны выполняться в вышеизложенном порядке. Рытье траншеи под уже проложенной трубой - это достаточно сложное мероприятие, которое может привести к срыву критических сроков. В каждом процессе рытья траншеи потеря грунта составляет в среднем 20 %. Иными словами, после удаления грунта, перемещения его в другое место, забора грунта и обратной засыпки траншеи теряется примерно 40 % первоначального объема грунта, что приводит к неполной обратной засыпке.

### 3.7 Испытания трубопровода

Испытания морских трубопроводов мало чем отличаются от испытаний наземных трубопроводов как в методическом, так и в техническом отношении. Однако в этом случае испытываются участки трубопровода значительной протяженности (сотни километров). Обычно морские трубопроводы до сдачи их в эксплуатацию подвергаются испытаниям трижды: предварительное испытание на прочность до укладки трубопровода на дно; испытание на прочность после укладки; испытание уложенного подводного трубопровода с установленной на нем арматурой и прилегающими участками труб на герметичность. Испытания на прочность трубопроводов, прокладываемых длинномерными плетями, а также путем наращивания с плавсредств, осуществляются гидравлическим (водой, незамерзающими жидкостями) или пневматическим

					Расчёты и аналитика	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(природным газом, воздухом) способами, а проверка на герметичность – пневматическим способом. Предварительное испытание на берегу плетей трубопровода (для трубопроводов, прокладываемых длинномерными плетями) или отдельных труб (для трубопроводов, укладываемых путем наращивания с плавсредств) производится под давлением равным полутора рабочим. Плетя испытывают в течение 3 ч, отдельные трубы – не менее 20 с. При этом кольцевые напряжения в металле труб не должны превышать 90 % от предела текучести материала. Поднимать давление следует плавно. Испытание на прочность после укладки трубопровода на дно осуществляется под давлением  $P_{исп}=1,25P_{раб}$  в течение 6ч при гидравлическом и 12 ч при пневматическом способах испытания. Продолжительность проверки на герметичность определяется временем, необходимым для осмотра трубопровода и стояка с целью выявления утечек.

					Расчёты и аналитика	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе произведен сравнительный расчет традиционного использования обетонированного трубопровода обычным бетоном и разработанного гипсобетона, полученного из отходов химической промышленности - гипсосодержащего сырья Сибирского химического комбината. В качестве примера рассматривается трубопровод «Нордстрим 2», расположенный в Балтийском море. Длина подводной части прокладываемого газопровода составляет 1150 км. [23]. Максимальная глубина моря в районе перехода достигает 85 – 94 м [23].

### 5.1 Обетонирование трубопровода традиционным методом

#### 5.1 Подбор основного оборудования для обетонирования трубопровода

Таблица 5.1 – Соотношение цемент/песок/щебень

Бетон, марка	Соотношение цемент/песок/щебень в литрах	
	Цемент М 400	Цемент М 500
100	1,0 : 4,1 : 6,1	1,0 : 5,3 : 7,1
150	1,0 : 3,2 : 5,0	1,0 : 4,0 : 5,8
200	1,0 : 2,5 : 4,2	1,0 : 3,2 : 4,9
250	1,0 : 1,9 : 3,4	1,0 : 2,4 : 3,9
300	1,0 : 1,7 : 3,2	1,0 : 2,2 : 3,7
400	1,0 : 1,1 : 2,4	1,0 : 1,4 : 2,8
450	1,0 : 1,0 : 2,2	1,0 : 1,2 : 2,5

Согласно таблице 5.1, необходимо получать бетон марки М100, поэтому принимаем соотношение расходных материалов по цементу М500. Расход воды – 50% от общего веса смеси.

					«Разработка и исследование свойств бетонных покрытий морских трубопроводов для условий Балтийского моря»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Ромкин А.А.						67	124
Руковод.	Крец В.Г.							
Консульт.								
Рук-ль ООП	Бурков П.В.					<b>НИ ТПУ зр. 2БМ6А</b>		

Для процесса обетонирования трубопровода необходимо следующее оборудование: силос для цемента, бункера для песка, резервуар РГС, бетоносмесители, поршневые насосы.

$L_1$  – расстояние прокладки трубопровода в день, 3000 м;

$L_2$  – длина трубы, 12 м.

Определяем количество труб, требуемых для обетонирования в день.

$$N = \frac{L_1}{L_2} = \frac{3000}{12} = 250 \text{ труб.}$$

Рассчитаем количество труб, обетонируемых в час:

$$t = 24 \text{ час,}$$

$$N_1 = \frac{N}{t} = \frac{250}{24} = 10,5 \text{ труб / час,}$$

вычислим общую массу защитного слоя на используемую трубу:

$$m = q_3 \cdot L_1 = 382 \cdot 12 = 4584 \text{ кг,}$$

где,  $q_3$  – расчётный погонный вес защитного слоя, покрывающего балласт, кг/м, 382 кг/м.

Определим общий вес защитного слоя, требуемый для обетонирования трубопровода в час:

$$P = m \cdot N_1 = 4584 \cdot 10,5 = 57600 \text{ кг.}$$

Состав бетона: 17% цемента (от общей массы смеси), 50% песка, 33% воды, исходя из этого рассчитаем итоговую вместимость бункеров в час.

Рассчитаем массу, которая расходуется бункером для песка:

$$m_n = P \cdot 0,5 = 57600 \cdot 0,5 = 28800 \text{ кг,}$$

для цемента:

$$m_c = P \cdot 0,17 = 57600 \cdot 0,17 = 9792 \text{ кг,}$$

для воды:

$$m_w = P \cdot 0,33 = 57600 \cdot 0,33 = 19008 \text{ кг.}$$

Зная плотность веществ, рассчитываем объем бункеров, требуемый для бесперебойной работы обетонировки трубопроводов с запасом работы на 2 часа.

$$p_n = 1500 \text{ кг} / \text{м}^3 - \text{плотность песка,}$$

$$p_u = 3200 \text{ кг} / \text{м}^3 - \text{плотность цемента,}$$

$$p_e = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3 - \text{плотность воды.}$$

Получаем объем, требуемый для 2-х часовой бесперебойной работы установки обетонирования трубопровода:

для песка:

$$V_n = 2 \cdot \frac{m_n}{p_n} = 2 \cdot \frac{28800}{1500} = 38,4 \text{ м}^3,$$

для цемента:

$$V_u = 2 \cdot \frac{m_u}{p_u} = 2 \cdot \frac{9792}{3200} = 12,4 \text{ м}^3,$$

для воды:

$$V_e = 2 \cdot \frac{m_e}{p_e} = 2 \cdot \frac{19008}{1000} = 38 \text{ м}^3.$$

Вычислим общий объем смеси:

$$V = V_e + V_u + V_n = (38 + 12,4 + 38,4) \text{ м}^3 = 88,8 \text{ м}^3.$$

Рассчитаем расход материалов в день для песка:

$$t = 24 \text{ часа};$$

$$P_n = t \cdot m_n = 28800 \cdot 24 = 691200 \text{ кг} \cdot \text{ч};$$

Для воды:

$$P_e = t \cdot m_e = 19008 \cdot 24 = 456192 \text{ кг} \cdot \text{ч};$$

Для цемента:

$$P_{ц} = t \cdot m_{ц} = 9792 \cdot 24 = 235008 \text{ кг} \cdot \text{ч};$$

Вычислим количество материала, требующего для обетонирования всего трубопровода. Считая, что трубопровод будут прокладывать со скоростью 3 км в день, а также, что общее расстояние 1150 км, можно вычислить количество дней, требуемое для прокладки трубопровода.

$$N_{дней} = \frac{1150}{3} = 384 \text{ дня.}$$

Вычислим расход цемента за период строительства трубопровода:

$$R_{ц} = N_{дней} \cdot P_{ц} = 235008 \cdot 384 = 90243072 \text{ кг};$$

для песка:

$$R_{п} = N_{дней} \cdot P_{п} = 691200 \cdot 384 = 265420800 \text{ кг};$$

для воды:

$$R_{в} = N_{дней} \cdot P_{в} = 456192 \cdot 384 = 175177728 \text{ кг.}$$

Исходя из полученных данных, можно подобрать оборудование, необходимое для полноценной работы. Для нанесения защитного слоя на трубопровод потребуется следующее оборудование:

1. 75-тонный силос для цемента «EPCS-75», 55 м<sup>3</sup>, диаметр 3600мм, общая высота 12 метров, стоимостью 631000 рублей;
2. 2 бункера для песка по 24 м<sup>3</sup>, ДШВ, стоимостью по 1256000 рублей;
3. Резервуар РГС 50 куб.м для воды стоимостью 139000 рублей;
4. 15 бетоносмесителей-растворосмесителей, M-TEC CALYPSO D100-II, общей стоимостью 4017000 рублей;
5. 23 поршневых насоса РНП-4000А 4,0 м<sup>3</sup>/ч, 7,5 кВт, 380 В, 3,92 МПа, подача: гор/вер 200/60 м. Цена 195400, всего нужно 23\*195400=4494200

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Таблица 5.2 - Затраты на оборудование для обетонирования трубопровода традиционным методом

Оборудование	Количество	Цена за 1 единицу, руб.	Всего, руб.
Силос для цемента «EPCS-75»	1	631000	631000
Бункер для песка	2	628000	1256000
Резервуар PГС	2	69500	139000
Бетоносмеситель «M-TEC CALYPSO D100-II»	15	267800	4017000
Поршневой насос «РНП-4000А»	23	195400	4494200
Итого			10537200

Таблица 5.3 - Затраты на материалы для обетонирования трубопровода традиционным методом

Материал	Масса, т	Цена за 1 т, руб.	Всего, руб.
Цемент	902431	4500	4060939500
Песок	265421	400	106168400
Вода	175178	25	4379450
Итого:			4 171 487 350

## 5.2 Подбор основного оборудования для обетонирования трубопровода с использованием разработанного гипсобетона.

Пропорции для производства гипсобетона, с использованием гипса следующие:

Таблица 5.4 - Пропорции для производства гипсобетона

Фторангидрит, %	Барит, %	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %	H <sub>2</sub> O, %
68,26	3,41	1,02	27,3

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Из ранее полученных результатов было установлено:

1. N (количество труб) – 250;
2. N1 (количество труб, обетонируемых в час) – 10,5;
3. qз` (расчётный погонный вес защитного слоя, покрывающего балласт, кг/м) - 382 кг/м;
4. m (общая масса защитного слоя на используемую трубу) – 4584 кг;
5. P (общий вес защитного слоя, требуемый в час) – 57600 кг;
6. N<sub>дней</sub> (количество дней, требуемое для прокладки трубопровода) – 384 дня.

Рассчитаем массу, которая расходуется бункером для фторангидрита:

$$m_{\phi} = P \cdot 0.6826 = 57600 \cdot 0.6826 = 39317,76 \text{ кг},$$

для барита:

$$m_{\sigma} = P \cdot 0.0341 = 57600 \cdot 0.0341 = 1964,16 \text{ кг},$$

для K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

$$m_{K_2SO_4} = P \cdot 0,0102 = 57600 \cdot 0,0102 = 587,52 \text{ кг},$$

для воды:

$$m_{H_2O} = P \cdot 0,273 = 57600 \cdot 0,273 = 15724,8 \text{ кг}.$$

Зная плотность веществ, рассчитываем объем бункеров, требуемый для бесперебойной работы обетонирования трубопровода с запасом работы на 2 часа.

$$\rho_v = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3 - \text{плотность воды},$$

$$\rho_{K_2SO_4} = 2660 \text{ кг} / \text{м}^3 - \text{плотность K}_2\text{SO}_4,$$

$$\rho_{K_2SO_4} = 2660 \text{ кг} / \text{м}^3 - \text{плотность K}_2\text{SO}_4,$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\rho_{\phi} = 2320 \text{ кг} / \text{м}^3$  – плотность фторангидрита,

$\rho_{\sigma} = 4500 \text{ кг} / \text{м}^3$  – плотность барита.

Получаем объем, требуемый для 2-х часов бесперебойной работы установки обетонирования трубопровода:

для фторангидрита:

$$V_{\phi} = 2 \cdot \frac{m_{\phi}}{\rho_{\phi}} = 2 \cdot \frac{39317,76}{2320} = 33,85 \text{ м}^3,$$

для барита:

$$V_{\sigma} = 2 \cdot \frac{m_{\sigma}}{\rho_{\sigma}} = 2 \cdot \frac{1964,16}{4500} = 0,873 \text{ м}^3,$$

для воды:

$$V_{H_2O} = 2 \cdot \frac{m_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = 2 \cdot \frac{15724,8}{1000} = 32,45 \text{ м}^3,$$

для K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

$$V_{K_2SO_4} = 2 \cdot \frac{m_{K_2SO_4}}{\rho_{K_2SO_4}} = 2 \cdot \frac{587,52}{2660} = 0,442 \text{ м}^3,$$

Рассчитаем расход материалов в день для фторангидрита:

$$t = 24 \text{ часа};$$

$$P_{\phi} = t \cdot m_{\phi} = 39317,76 \cdot 24 = 943626,24 \text{ кг};$$

для воды:

$$P_{H_2O} = t \cdot m_{H_2O} = 15724,8 \cdot 24 = 377395,2 \text{ кг};$$

для барита:

$$P_{\sigma} = t \cdot m_{\sigma} = 0,873 \cdot 24 = 20,952 \text{ кг};$$

для K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

$$P_{K_2SO_4} = t \cdot m_{K_2SO_4} = 587,52 \cdot 24 = 14100,48 \text{ кг}.$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вычислим расход материалов за период строительства трубопровода.

Для фторангидрита:

$$R_{\text{ф}} = N_{\text{дней}} \cdot P_{\text{ф}} = 943626,24 \cdot 384 = 362352476,16 \text{ кг};$$

Для K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

$$R_{\text{K}_2\text{SO}_4} = N_{\text{дней}} \cdot P_{\text{K}_2\text{SO}_4} = 14100,48 \cdot 384 = 5414584,32 \text{ кг};$$

Для воды:

$$R_{\text{H}_2\text{O}} = N_{\text{дней}} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}} = 377395,2 \cdot 384 = 144919757 \text{ кг};$$

Для барита:

$$R_{\text{б}} = N_{\text{дней}} \cdot P_{\text{б}} = 20,952 \cdot 384 = 8045568 \text{ кг}.$$

Для нанесения защитного слоя с использованием разработанного гипсобетона потребуется следующее оборудование:

1. 75-тонный силос для фторангидрита «EPCS-75», 55 м<sup>3</sup>, диаметр 3600 мм, общая высота 12 метров, стоимостью 631000 рублей;
2. Бункер для фторангидрита, 20 м<sup>3</sup>, стоимостью 78000 рублей;
3. Резервуар для K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10 м<sup>3</sup>, стоимостью 20000 рублей;
4. Резервуар для BaSO<sub>4</sub>, 10 м<sup>3</sup>, стоимостью 20000 рублей;
5. Резервуар РГС 50 куб.м для воды стоимостью 139000 рублей.
6. 15 бетоносмесителей-растворосмесителей М-ТЕС CALYPSO D100-II, общей стоимостью 4017000 рублей;
7. 23 поршневых насоса РНП-4000А 4,0 м<sup>3</sup>/ч, 7,5 кВт, 380 В, 3,92 МПа, подача: гор/вер 200/60 м. Цена 195400, общей стоимостью 23·195400 = 4494200 рублей.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**Таблица 5.5 - Затраты на оборудование для обетонирования  
трубопровода новым методом**

Оборудование	Количество	Цена за 1 единицу, руб.	Всего, руб.
Силос для фторангидрита «EPCS-75»	1	631000	631000
Бункер для фторангидрита	1	78000	78000
Резервуар для K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1	20000	20000
Резервуар для BaSO <sub>4</sub>	1	20000	20000
Резервуар PГС	1	139000	139000
Бетоносмеситель «М-ТЕС CALYPSO D100-II»	15	267800	4017000
Поршневой насос «РНП- 4000А»	23	195400	4494200
Итого			9399200

**Таблица 5.6 - Затраты на материалы для обетонирования трубопровода  
новым методом**

Материал	Масса, т	Цена за 1 т, руб.	Всего, руб.
Фторангидрит	362352,5	600	217411500
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5414,6	13000	70389800
Барит	8045,6	5000	40228000
Вода	144920	25	3623000
Итого:			331 652 300

### 5.3 Затраты на оплату труда

Расчет суммы, начисленной по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда.

Таблица 5.7 Надбавки и доплаты к заработной плате работника

Районный коэффициент	1,3
Доплата за вредность	1,12
Компенсационная выплата за время нахождения в пути на вахту/с вахты	1,25
Компенсационная выплата за вахтовый метод работы	1,1

Таким образом, с учетом показателей в таблице 5.7, рассчитаем затраты на заработную плату работников, занесем результаты в таблицу 5.8.

Таблица 5.8 Расчет затрат на ЗП работников

	Начальн ик произво дства	Слесарь- ремонтни к	Бухгал тер	Диспет чер	Технолог	Водитель погрузчик а
Часовая тарифная ставка	38	15	13	13	12	18
Районный коэффициен т, руб.	76	30	26	26	24	36
Доплата за вредность, руб.	42,56	16,8	14,56	14,56	13,44	20,16
Время нахождения в пути, руб.	47,5	18,75	16,25	18,2	15	22,5
Вахтовый метод работы, руб.	41,8	16,5	14,3	14,3	13,2	19,8
Итого, руб./час	245,86	97,05	84,11	86,06	77,64	116,46
Время работы	9250	9250	9250	9250	9250	9250
Итого, руб. за работу 1- го работника	2274205	897712,5	778017 ,5	796055	718170	1077255

Продолжение таблицы 5.8 Расчет затрат на ЗП работников

	Начальник производства	Слесарь- ремонтник	Бухгалтер	Диспетчер	Технолог	Водитель погрузчика
Количество работников	2	14	2	4	2	8
Общая сумма ЗП	4548410					

#### 5.4 Затраты на страховые взносы

Затраты на страховые взносы в пенсионный фонд, фонд социального страхования, фонд обязательного медицинского страхования и обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве представлены в таблице 5.9. Рассчитывая затраты на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, выбираем класс VIII с тарифом 0,9 для Производства общестроительных работ по прокладке местных трубопроводов, линий связи и линий электропередачи, включая взаимосвязанные вспомогательные работы (код по ОКВЭД - 45.21.4).

Таблица 5.9 Расчет страховых взносов

Показатель	Начальник производства	Слесарь-ремонтник	Бухгалтер	Диспетчер	Технолог	Водитель погрузчика
Кол - во работников	2	14	2	4	2	8
ЗП, руб.	4548410	12567975	1556035	3184220	1436340	8618040
ФСС (2,9%)	131903,9	364471,3	45125,02	92342,38	41653,86	249923,2
ФОМС (5,1%)	231968,9	640966,7	79357,79	162395,2	73253,34	439520
ПФР (22%)	1000650	2764955	342327,7	700528,4	315994,8	1895969
Страхование от несчастных случаев (тариф 0,9%)	40935,69	113111,8	14004,32	28657,98	12927,06	77562,36
Всего, руб.	1405458	3883505	480814,8	983924	443829,1	2662975
Общая сумма, руб.	9860506					

### 5.5 Сравнение традиционного и нового метода обетонирования трубопровода.

Все рассчитанные показатели можно свести в общую таблицу расходов, согласно которой общая сумма затрат при обетонировании трубопровода обычным методом.



Таблица 5.10 Общая сумма затрат при традиционном методе обетонирования трубопровода

№	Расходы	Стоимость (руб.)	Источник
1	Затраты на оборудование	10537200	Таблица 5.2
2	Материальные затраты	4171487350	Таблица 5.3
3	Фонд оплаты труда	31911020	Таблица 5.8
4	Страховые взносы	9860506	Таблица 5.9
5	Всего затрат	4223796076	
6	Накладные расходы (20%)	844759215	
7	Итого	5068555291	
8	Плановые накопления (5% от суммы затрат и накладных расходов)	253427764,6	

Таблица 5.11 Общая сумма затрат при новом обетонировании трубопровода

№	Расходы	Стоимость (руб.)	Источник
1	Затраты на оборудование	9399200	Таблица 5.5
2	Материальные затраты	331652300	Таблица 5.6
3	Фонд оплаты труда	31911020	Таблица 5.8
4	Страховые взносы	9860506	Таблица 5.9
5	Всего затрат	382823026	
6	Накладные расходы (20%)	76564605,2	
7	Итого	459387631,2	
8	Плановые накопления (5% от суммы затрат и накладных расходов)	22969381,56	

По проведенным расчетам можно сделать вывод, что экономически выгоднее производить обетонирование трубопровода с использованием предлагаемого материала, стоимость проекта, при обычном обетонировании 5 068 555 291 руб., а при новом способе – 459 387 631,2 руб. Экономический эффект составляет 4 609 167 660 руб.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 6 Социальная ответственность при строительстве подводных нефтепроводов

Для обеспечения безопасности проведения работ по строительству подводных магистральных трубопроводов на шельфе Балтийского моря необходимо выполнение на практике норм и принципов социальной ответственности.

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров ICCSR 26000:2011 [31].

Работы, связанные со строительством подводных трубопроводов на шельфе моря, выполняются в летнее время года, в соответствии с руководящей документацией, принятой в эксплуатирующей организации и строительными нормами, и правилами на территории Российской Федерации.

В данном разделе рассматривается возможное влияние используемого оборудования, сырья, энергии, продукции и условий работы на человека и окружающую среду; техника безопасности при работе с оборудованием и действия при чрезвычайных ситуациях.

					«Разработка и исследование свойств бетонных покрытий морских трубопроводов для условий Балтийского моря»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ромкин А.А.			Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.					82	124
Консульт.						<b>НИ ТПУ гр. 2БМ6А</b>		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						

## 6.1 Профессиональная социальная безопасность

Таблица 6.1 Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при строительстве подводного трубопровода на море.

Наименование запроектированных видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<b>Подготовительные работы:</b> 1. Доставка материалов на трубоукладочное судно(ТУС); 2. Подготовка трассы перед укладкой; 3. Подготовка труб под сборку и сварку; <b>Основные работы:</b> 1. Буксировка трубопровода с береговой базы; 2. Сварка нефтепровода; 3. Неразрушающий контроль; 4. Изоляция сварных стыков; 5. Спуск трубопровода в воду краном; 6. Гидроиспытание нефтепровода	1. Отклонение показателей климата при работах на море 2. Повышенный уровень шума и вибрации; 3. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны; 4. Недостаточная (избыточная) освещенность рабочей зоны.	1. Движущиеся машины и механизмы; 2. Электрическая дуга и искры при сварке; 3. Поражение электрическим током; 4. Пожаро- и взрывоопасность	ГОСТ 12.0.003-2015 [34] ГОСТ 12.1.003-83 [35] ГОСТ 12.1.004-91 [36] ГОСТ 12.1.019-79 [37] ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ [38] ГОСТ 12.1.038-82 [39] ГОСТ 12.4.011-89 [40] СНИП 23-03-2003 [41] СанПиН 2.2.4.548-96[42] Р.035-2010[63] ГОСТ 12.1.005—88 ССБТ [44]

Продолжение таблицы 6.1

<b>Завершающие работы:</b> 1. Засыпка подводной траншеи; 2. Водолазные работы.		
--	--	--

**6.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.**

Вредными производственными факторами называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия [32].

1. Отклонение показателей климата на море.

Климат представляет комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность радиационного излучения солнца, величину атмосферного давления. Максимальная температура на Балтийском море +20°C. Скорость ветра в среднем 5-10 м/с, максимум – 15 м/с. Относительная средняя влажность – 80%. Станции сварки и изоляции находятся под палубой, соответственно скорость ветра на рабочем месте не превышает 0.1 м/с. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 при температуре воздуха на рабочих местах 25°C и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы: 70% – при температуре воздуха 15°C, 65% – при температуре воздуха 16°C, 60% – при температуре воздуха 17°C, 55% – при температуре воздуха 18°C [31].

Средняя температура +15 °C, работать при таком сочетании 70% влажности и температуры не запрещено. Так как рассмотренное выше строительство нефтепровода запланировано в летний период, то возможны перегревания организма. Повышенная температура воздуха рабочей среды характерна также для выполнения сварочных работ.

Профилактика перегревания осуществляется организацией

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

рационального режима труда и отдыха путем плавного сокращения рабочего времени при превышении температуры воздуха на рабочем месте 22 °С, для введения перерывов для отдыха в зонах с нормальным микроклиматом: на ТУС нового поколения оборудованы комфортабельные жилые помещения с кондиционерами, надежной теплоизоляцией обшивки кают, либо персонал отправляют на плавучую гостиницу. От перегрева головного мозга на палубе судна предусматривают головные уборы, средства индивидуальной защиты (теплозащитная спецодежда, каски) [38].

## 2. Повышенный уровень шума.

Источниками шума в морских условиях являются звуки, вызванные в результате производственной деятельности объектов (при ведении сварочных работ источниками шума являются пневмоприводы, вентиляторы, плазмотроны, источники питания и др.), используемых кранов. Действие шума на человека определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе и нервную систему.

Длительное действие шума > 80 дБ в соответствии с нормативными документами и СанПин 2.2.4.3359-16 [33] приводит к постоянному повышению порога слуха, к повышению кровяного давления.

Средства коллективной защиты разрабатываются согласно СНиП 23-03- 2003 [41]: снижение шума в источнике (применение звукоизолирующих средств), глушители шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха. Средства индивидуальной защиты: ушные вкладыши, противозумный шлем, наушники.

## 3. Повышенный уровень вибрации.

Кроме шума другим сильно выраженным физическим фактором, действующим в условиях корабля, является вибрация. Вибрация – это механические колебательные движения, передающиеся телу человека или отдельным его частям от источников колебаний [30]. Источниками вибрации являются гребные винты, двигатель, механизмы проворачивания,

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

удары волн, вибрация после взлетов вертолётов.

По частоте вибрации могут быть низкочастотные (до 35 Гц), при этом поражаются нервы, мышцы, костный аппарат и высокочастотные (100 - 250 Гц), поражаются в основном сосуды [31].

Для санитарного нормирования и контроля должны использоваться средние квадратические значения виброускорения  $a$  или виброскорости, а также их логарифмические уровни в децибелах. Нормируемый диапазон частот устанавливается согласно ГОСТ 12.1.012-90: для общей вибрации - октавных и 1/3 октавных полос сосредине геометрическими частотами 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80 Гц.

Профилактика вибрационных воздействий: технологические методы, (уравновешивание двигателей, частей двигателей и т. д.), виброизоляция (амортизаторы, прокладки и т. д.), эксплуатационные методы (изменение резонансной частоты за счет, например, изменения частоты колебаний корабля), индивидуальная защита включает в себя обувь на виброгасящей подошве (толстая резина), виброкресла, вибропояса и т. д.

Укачивание – процесс воздействия низкочастотных колебаний, способный привести к болезни движения [33]. Качка может быть бортовой (поперечной), килевой (продольной), вертикальной.

Последствиями качки может быть смещение органов, раздражение оболочек органов, боль в органах (печень, селезенка), тошнота, рвота, нарушение сна, головокружение из-за нарушения вестибулярного аппарата - синдром морской болезни.

Профилактика качки (морской болезни): технические мероприятия (приспособления - успокоители качки), усиленная вентиляция, тренировка, питание только холодными блюдами в небольшом количестве и обязательно с включением соленых и кислых продуктов.

					Социальная ответственность	Лист 86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны.

При сварочных работах в воздух рабочей зоны выделяются сварочные аэрозоли. Они представляют собой сложные газо-аэрозольные смеси химических веществ, выделяющихся при дуговых, плазменных и других высокотемпературных газопламенных способах сварки, наплавки, резки и напыления металлов [32]. Аэрозоли содержат в своём составе твёрдую фазу оксидов различных металлов (марганца, хрома, никеля, железа и др.) и токсичные газы (СО, ОЗ, HF, NO<sub>2</sub> и др.). Чрезмерная запыленность и загазованность воздуха вследствие попадания пыли флюсов, подгорания масла.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделены на четыре класса опасности: 1-й класс – вещества чрезвычайно опасные, 2-й класс – вещества высокой опасности, 3-й класс – вещества умеренной опасности, 4-й класс – малоопасные вещества [41]. В таблице приведены ПДК некоторых опасных веществ на станциях сварки и изоляции судна-трубоукладчика

Таблица 6.1.1 Предельно допустимые вещества, концентрация некоторых веществ в воздухе рабочей зоны.

Вещество	ПДК, мг/ м <sup>3</sup>	Класс	Агр. состояние
Ацетон	200	4	Пар
Бензин	100	4	Пар
СО	20	4	Пар
Мин. Масла	5	3	Аэрозоль
Кислота H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1	2	Аэрозоль



Средства индивидуальной защиты согласно ГОСТ 12.4.011-89 [40]: противогазы, респираторы, самоспасатели, пневмошлемы, пневмомаски, пневмокуртки. При сварочных работах применяют такие коллективные средства защиты, как непрерывная вентиляция воздуха, устройства автоматического контроля и сигнализации, срабатывающие при превышении ПДК веществ в воздухе.

#### 5. Недостаточная (избыточная) освещенность рабочей зоны.

Интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне и его спектральный состав зависят от мощности дуги, применяемых сварочных материалов, защитных и плазмообразующих газов и т.п. При отсутствии защиты возможно поражение органов зрения (электроофтальмия, катаракта и т.п.) и кожных покровов (эритемы, ожоги и т.п.).

В качестве защиты от повышенной яркости необходимо глаза и лицо закрывать специальной маской или щитком со светофильтром [40]. Пучок излучения при сварке должен быть направлен на неотражающие и невоспламеняющиеся поверхности, траектория пучка излучения должна быть недоступна для сварщика. Для сварщика обязателен офтальмологический контроль до и после смены [33].

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Без естественного освещения допускается проектировать помещения, которые определены соответствующими сводами правил на проектирование зданий и сооружений, нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности, утвержденными в установленном порядке [45]. Все станции монтажа трубопровода находятся под палубой корабля, поэтому необходимо компенсировать отсутствие естественного света искусственным. Строительство трубопроводной нитки ведётся круглосуточно, для обеспечения проведения разгрузочных работ на палубе,

					Социальная ответственность	Лист 88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

операций подготовки труб, необходимо также обеспечить хорошую освещённость палубы корабля.

Окраска сварочных цехов, внутренних сторон ограждений мест сварки в темные цвета не рекомендуется, т. к. при этом ухудшается общая освещенность мест сварки [33].

Таблица 6.1.2 Нормативные значения освещенности рабочих мест [33]

Помещение завода	Люминесцентные лампы		Лампы накаливания	
	Общее и местное	Общее	Общее и местное	Общее
Палуба корабля	-	75	-	75
Линия монтажа трубопровода	200	100	150	75
Подготовительн ые площадки	150	100	150	75

### 6.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасными производственными факторами называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибель человека [32].

#### 1. Движущиеся машины и механизмы

В полевых и морских условиях при строительстве трубопровода возможность получения механических травм при работе машин и механизмов (буксиров, автоматической линии перемещения трубопровода к стингеру, кранов, труборезных машин) очень высока. Повреждения могут быть разной тяжести вплоть до летального исхода.

Для предотвращения повреждений необходимо строго соблюдать технику безопасности.

Мероприятия по обеспечению охраны труда, техники безопасности при проведении подготовительных, основных и завершающих работ [40]. До начала работ, оформить наряды–допуска на проведение газоопасных, огневых работ и работ повышенной опасности. Провести внеочередной инструктаж всем членам бригады по безопасным методам и приёмам ведения газоопасных, огневых работ и работ повышенной опасности, а также по правилам поведения во взрыво- и пожароопасной обстановке и других опасных условиях, и обстоятельствах с росписью в журнале инструктажей на рабочем месте и наряде-допуске. Ознакомить всех руководителей, специалистов, бригадиров с данным планом производства работ до начала работ, выборочно опросить персонал по усвоению требований безопасности, отраженных в разделах.

До начала работ установить наличие и обозначить знаками расположение всех коммуникаций в радиусе проведения работ. После доставки и расстановки всё электрооборудование, жилые вагоны, электрические аппараты следует заземлить. Проверить взрывозащиту и изоляцию применяемого оборудования. На весь период работ в зоне производства работ необходимо организовать места для приема пищи, отдыха и санитарно-гигиенические зоны. Жилой городок расположить на расстоянии не менее 50 м от места производства работ [40].

Проверить наличие спецодежды, спец. обуви и СИЗ у исполнителей по видам работ (костюм х/б, костюм сварщика, противогаз шланговый, страховочный пояс, страховочная веревка, защитная каска и т.д.).

## 2. Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов.

На судне опасность ожогов возрастает при сварке ржавой, загрязненной, замасленной или окрашенной поверхности при использовании загрязненного флюса. Ожоги могут быть при прогреве деталей перед сваркой, при случайных касаниях к разогретому электроду или проволоке,

					Социальная ответственность	Лист 90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

при удалении электродного огарка и др. [31]. Сварку труб производят ручной электродуговой сваркой. Для ручной электродуговой сварки существует несколько опасных факторов воздействий на сварщика: ожоги от капель брызг металла и шлака при сварке, взрыва в результате проведения сварки вблизи легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ.

Для защиты от данного опасного фактора необходимо проверить наличие спецодежды, спец. обуви и СИЗ у исполнителей по видам работ (костюм х/б, костюм сварщика, противогаз шланговый, страховочный пояс, страховочная веревка, защитная каска и т.д.). Необходимо сплошное экранирование источников энергии (электродов, конденсаторов, фидерных линий) с хорошими электрическими контактами в местах соединения для обеспечения безопасного ведения процесса сварки, обеспечения температурного режима в производственном помещении.

### 3. Электрическая дуга и искры при сварке

Опасность поражения электрическим током существует при работе с прорезными устройствами типа МРТ и при сварке. Безопасное напряжение соответствует 12 В. Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти при прикосновении человеком, неизолированного от земли, к нетоковедущим металлическим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением из-за замыкания на корпусе и при однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением [35].

Проходя через организм, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие.

Проходя через организм, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие.

Защита от электрического тока делится на два типа [37]:

- Коллективная (применение плакатов и знаков безопасности для предупреждения рабочих об опасности поражения

					Социальная ответственность	Лист 91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

электрическим током, изоляция, заземление устанавливается по ГОСТ 12.1.030-81[35], ограждения).

- Индивидуальная (применение диэлектрической обуви, резиновых диэлектрических перчаток, использование диэлектрических резиновых ковров)
- Мероприятия по созданию безопасных условий [31]: инструктаж персонала, аттестация оборудования, соблюдение правил безопасности и требований при работе с электротехникой.

#### 4. Пожаро– и взрывоопасность.

Источниками возникновения пожара могут быть устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов, короткие замыкания, перегрузки. Источники взрыва – газовые баллоны, трубопровод под давлением. Результатом негативного воздействия пожара и взрыва на организм человека являются ожоги различной степени тяжести, повреждения и возможен летальный исход.

При производстве работ по сооружению подводного перехода необходимо руководствоваться следующими нормативно-техническими документами: ГОСТ 12.1.004-91 [34], ФЗ №123 от 2008 г. [42], а также другими утвержденными в установленном порядке региональными нормами и правилами, нормативными документами, регламентирующими требования пожарной безопасности.

Подрядчик отвечает за пожарную безопасность при работе и на участках работ в течение всего времени выполнения контракта. Ответственных за пожарную безопасность определяет руководитель объекта. Персональная ответственность за обеспечение пожарной безопасности объекта в соответствии с действующим законодательством возлагается на его руководителей. Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа, а при

					Социальная ответственность	Лист 92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

изменении специфики работы проходить дополнительное обучение, по предупреждению и тушению возможных пожаров в порядке, установленном руководителем.

Станции сварки, изоляции, неразрушающего контроля, служебно-бытовые и производственно-складские помещения, а также территория расположения указанных помещений должны обеспечиваться первичными средствами пожаротушения. Рабочие площадки на судне, береговая база монтажа должны быть укомплектованы следующими первичными средствами пожаротушения:

Таблица 6.1.3 Первичные средства пожаротушения согласно ФЗ №123 от 2008 г. [30]

Наименование	Трубоукладочное судно	Береговая территория, занятая сооружениями для монтажа (каждые 5000 м <sup>2</sup> )
Огнетушители ручные воздушно-пенные	3	2
Огнетушители углекислотные (порошковые)	4	1
Ящики с песком (1 м <sup>3</sup> )	2	1
Ведро	2	2
Асбестовые полотна, кошма, войлок	1	1
Штыковые лопаты	4	2

Продолжение таблицы 6.1.3

Топоры	2	2
Ломы	2	2
Багры	2	2

Для размещения огнетушителей, ломов, багров, топоров и лопат на территории монтажных площадок и на палубах кораблей должны изготавливаться пожарные щиты, которые располагаются на видных и легкодоступных местах. Конструкция ящика для песка должна быть удобной для извлечения песка и исключать попадание в него осадков. Ящик должен укомплектовываться совковой лопатой. Для предупреждения комкования песок перед засыпкой в ящик должен просушиваться и просеиваться. Асбестовую ткань, кошму, войлок, следует хранить в металлических футлярах с крышками. Огнетушители, ящики для песка, бочки для воды, ведра, ручки для лопат и топоров, футляры для асбестового волокна окрашиваются в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-2015 [48].

Подрядчик обязан обеспечить наличие в достаточном количестве противопожарного оборудования, а его работники должны быть обучены работе с таким оборудованием. Автомашины, тракторы и спецтехника укомплектовывается разными ручными углекислотными или порошковыми огнетушителями из расчета не менее двух на единицу техники. На территории береговых баз должны отводиться специальные места для курения, оборудованные урнами для окурков.

Промасленный, либо пропитанный дизельным топливом, бензином или иными горючими жидкостями обтирочный материал должен собираться в специальную металлическую тару (ящики, бачки) с плотно закрывающимися крышками. По окончании рабочей смены тара с использованным обтирочным материалом должна транспортироваться в места утилизации согласно требованиям охраны окружающей среды.

					Социальная ответственность	Лист 94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 6.2 Экологическая безопасность

Одна из актуальных проблем, возникающая при строительстве морских трубопроводов, это охрана окружающей среды. Даже самые незначительные загрязнения моря могут привести к гибели флоры и фауны, не только на территории моря, но и на береговых участках [51].

В табл. 6.2 вынесены все вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при строительстве и испытании морского трубопровода.

Таблица 6.2 Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при строительстве и испытании морского трубопровода

Природные ресурсы и компоненты ОС	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Вода и водные ресурсы	Помутнение воды, выброс загрязняющих веществ при подготовке морского дна	Подъем грунта сквозь толщу воды и погрузка на баржу, прокладка траншей пропахиванием
	Нарушение чистоты воды при сбросе воды после гидравлических испытаний трубопровода	Использование замкнутых систем откачки и повторного использования отработанной воды
	Загрязнение моря при разливе топлива, нефти при заправке судов в открытом море[37]	Тщательный контроль погодных условий при заправке, целостности используемого оборудования



Продолжение таблицы 6.2

Морское дно	Высвобождение загрязняющих веществ при бросании и перевозке якорей.	Использование трубоукладочных судов с динамической системой позиционирования
Земля и земельные ресурсы	Загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами и др.[52]	Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов и мусора.
	Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и других земель при организации береговых баз для протаскивания трубопровода.	Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдение нормативов отвода земель. Рекультивация земель.
Животный и растительный мир	Негативное влияние шума и вибраций на рыбу и птиц при заборе воды для затопления трубопровода или проведения гидравлических испытаний	Оснащение водоотборных сооружений рыбозащитными устройствами
	Утрата места обитания морского бентоса на дне, вследствие удаления затонувших судов, врезки отводов под давлением в трубопровод[37]	Применение отпугивающих акустических устройств(эхолотов)
Атмосфера	Выбросы загрязняющих газов при подготовке морского дна, прокладке труб	Изменение маршрута трубопровода, для обхода зон, где требуются значительные работы на дне

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 6.2

Животный и растительный мир	Отрицательное воздействие шума и вибрации при движении строительных судов, спуске трубопровода, заглублении трассы на рыбный нерест, вдоль маршрута трубоукладки	Принятие предупредительных мер для исключения таких зон в сезоны нереста
Рыболовство	Повреждения рыболовецкого оборудования из-за наличия свободных, незаглубленных пролетов трубопровода	Использование каменной наброски. Создание запретной зоны, оповещения по морским радиостанциям. Визуальное и радиолокационное наблюдение
	Нарушение действующей схемы ведения рыболовства из-за запретной зоны вокруг строительного участка[52]	Приостановление промысловой деятельности несет временный характер. Обязательное присутствие представителя от рыболовной организации на строительном судне для согласований
	Ограничение навигации рыболовных судов при обнаружении мин	Тщательное планирование маршрута для избегания контакта с затопленным химическим оружием и боеприпасами

Продолжение таблицы 6.2

Судоходство и навигация	Ограничение морских перевозок при обезвреживании морских боеприпасов	Корректировка маршрутов транспортных судов в соответствии с режимом работы трубоукладочного флота
-------------------------	--	---

Самое эффективное средство защиты окружающей среды при строительстве морских подводных трубопроводов – дальнейшее совершенствование конструкции и технологии прокладки с целью увеличения их качества и надёжности в эксплуатации.

### 6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации на море при строительстве трубопровода могут возникнуть по различным причинам, например, [49]:

- техногенные (аварии с затонувшими боеприпасами, обнаружение источников аварийных химически опасных веществ, столкновения судов, пожары(взрывы) на ТУС и вспомогательных судах);
- природные (землетрясения, подводные сели, бури, ливень, град, тайфуны, наводнение);
- биолого-социальные (инфекционные заболевания людей, международный терроризм);
- экологические (выбросы энергии, различные излучения, наличие тяжелых металлов и других вредных веществ, нарушение хозяйственной деятельности вследствие заражения зон внутренних морей при авариях на нефтепроводах).

Аварии могут привести к чрезвычайным ситуациям.

Возможными причинами аварий могут быть [37]:

- ошибки персонала, экипажей наливных судов;
- сбой системы динамического позиционирования, сбой навигационной системы;
- отказ приборов контроля и сигнализации;
- посадка судна на мель;
- сейсмическая активность района прокладки морских трубопроводов;
- отступление от проекта, замена одного материала другим, отсутствие авторского и технического надзора;
- ледовый режим в море;
- старение оборудования (моральный или физический износ);
- режим осадков, скорость течения, высота волн моря;
- коррозия оборудования;
- мореплавательная активность, влияние тралов, якорей, возможность столкновения судоходных судов с ТУС;
- факторы внешнего воздействия (ураганы, удары молнией и др.);
- обнаружение морских боеприпасов, неучтенных проектом.

Одними из примеров чрезвычайных ситуаций могут быть пожары или взрывы при проведении работ в газоопасных местах при строительстве магистрального нефтепровода. Данные пожары и взрывы относятся к чрезвычайным ситуациям техногенного характера.

При разрыве нефтепровода, нефть распространяется и образуется взрывоопасная смесь, которая при различной концентрации может повлиять на величину взрыва (ударной волны). При взрыве паро- и газовой смеси выделяют зону детонационной волны с радиусом ( $R_1$ ), где происходит полное разрушение и, на границе которой давление ( $\Delta P_{\phi 1}$ ) составляет 900 кПа, и зону ударной волны, в которой происходят те или иные разрушения.

Определяются также:

					Социальная ответственность	Лист 99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

радиус зоны смертельного поражения людей ( $R_{\text{спл}}$ ); радиус безопасного радиус безопасного удаления ( $R_{\text{бу}}$ ), где избыточное давление падает до  $\Delta P_{\text{ф}}=5\text{кПа}$  и радиус предельно допустимой взрывобезопасной концентрации пара, газа ( $R_{\text{пдвк}}$ ) [49].

Избыточное давление в зоне детонационной волны  $\Delta P_{\text{ф1}}=900\text{кПа}$ . Радиус зоны детонационной волны определяется по уравнению:

$$R_1 = 18.5\sqrt[3]{Q} \quad , \text{ где } Q - \text{ количество газа, пара (т)}$$

$$R_1 = 18.5\sqrt[3]{100} = 85,87 \text{ м}$$

Давление во фронте ударной волны  $\Delta P_{\text{ф2}}$  на расстоянии 500м до объекта, находящегося в зоне ударной волны равно 3кПа.

Радиус зоны смертельного поражения людей ( $R_{\text{спл}}$ ) определяется по формуле:

$$R_{\text{спл}} = 30\sqrt[3]{Q}$$

$$R_{\text{спл}} = 30\sqrt[3]{100} = 139,25 \text{ м}$$

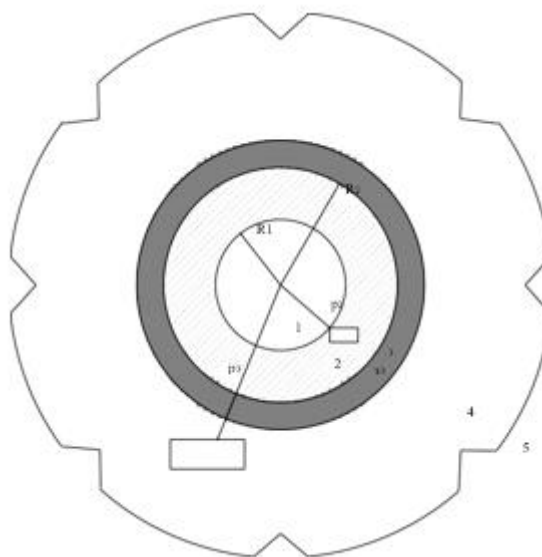


Рис 27- Взрыв газо-воздушной смеси.

1 – зона детонационной волны, радиусом  $R_1(\text{м})$ ; 2 – зона ударной волны, в которой  $r_2$  и  $r_3$ -расстояние от центра взрыва до элемента предприятия; 3 – зона смертельного поражения людей, радиусом  $R_{\text{спл}}$ ; 4 – радиус безопасного удаления ( $R_{\text{бу}}$ ), где  $\Delta P_{\text{ф}}=5\text{кПа}$ ;

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

5 – R<sub>пдвк</sub> – радиус предельно допустимой взрывобезопасной концентрации.

Работа разрешается только после устранения опасных условий, в процессе работы следует периодически контролировать загазованность, а в случае необходимости обеспечить принудительную вентиляцию. Для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности работник должен быть оснащен спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты (очки, перчатки, каски и т.д.), которые предусмотрены типовыми и отраслевыми нормами.

#### **6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.**

В соответствии с законодательством на работах с вредными и или опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением, работодатель обязан бесплатно обеспечить выдачу сертифицированных средств индивидуальной защиты согласно действующим типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи работникам спецодежды, спец. обуви и других средств индивидуальной защиты в порядке, предусмотренном СНиП 12-03- 2001 [46], или выше этих норм в соответствии с заключенным коллективным договором или тарифным соглашением.

Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски. Работники без защитных касок и других необходимых средств индивидуальной защиты к выполнению работ не допускаются. Работодатель должен обеспечить работников, занятых в строительстве, промышленности строительных материалов и стройиндустрии санитарно-бытовыми помещениями (гардеробными, сушилками для одежды и обуви, душевыми, помещениями для приема пищи, отдыха и обогрева и проч.) согласно соответствующим строительным нормам и правилам, и коллективному договору или тарифному соглашению. В решениях по организации труда излагаются: форма организации труда

					Социальная ответственность	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(вахтовый, экспедиционно-вахтовый, бригадный и т.д.); графики работы; режимы труда и отдыха: составы бригад.

При строительстве трубопроводов в экстремальных климатических условиях (с низкими или высокими атмосферными температурами) дополнительно указываются средства защиты людей от жары или холода, продолжительность перерывов на обогрев, способы организации рационального питания или утоления жажды, в зависимости от жесткости погоды.

Подготовка к эксплуатации санитарно-бытовых помещений и устройств должна быть закончена до начала производства работ. При реконструкции действующих предприятий санитарно-бытовые помещения следует устраивать с учетом санитарных требований, соблюдение которых обязательно при осуществлении производственных процессов реконструируемого объекта. Производственные территории, участки работ и рабочие места должны быть обеспечены необходимыми средствами коллективной или индивидуальной защиты работающих, первичными средствами пожаротушения, а также средствами связи, сигнализации и другими техническими средствами обеспечения безопасных условий труда в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и условиями соглашений. При размещении на производственной территории санитарно-бытовых и производственных помещений, мест отдыха, проходов для людей, рабочих мест должны располагаться за пределами опасных зон. На границах зон, постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть установлены защитные ограждения, а зон потенциально опасных производственных факторов – сигнальные ограждения и знаки безопасности. Проезды, проходы на производственных территориях, а также проходы к рабочим местам и на рабочих местах должны содержаться в чистоте и порядке, очищаться от мусора, не загромождаться складываемыми

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

материалами и конструкциями. Находясь на территории строительной или производственной площадки, в производственных и бытовых помещениях, на участках работ и рабочих местах, работники, а также представители других организаций обязаны выполнять правила внутреннего трудового распорядка, принятые в данной организации. Территориально обособленные помещения, площадки, участки работ, рабочие места должны быть обеспечены телефонной связью или радиосвязью.

В санитарно-бытовых помещениях должна быть аптечка с медикаментами, носилки, фиксирующие шины и другие средства оказания пострадавшим первой медицинской помощи. В соответствии с законодательством работодатель обязан организовать проведение расследования несчастных случаев на производстве в порядке, установленном Положением, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 1999 г. № 279 [49]. По результатам расследования должны быть разработаны и выполнены профилактические мероприятия по предупреждению производственного травматизма и профзаболеваний.

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



## Заключение

1. Разработан оптимальный состав гипсобетона, отвечающего трем основным требованиям: плотность, водопоглощение, прочность.

2. Сравнительно небольшая прочность может быть увеличена в ходе дальнейших исследований, а нынешний бетон можно использовать на безопасных участках, не требующих большого запаса прочности.

3. Были произведены исследования на лабораторных стендах бетонных образцов на прочность, сжатие; были проведены исследования по водопотребности.

4. Проведено исследование трубопровода с гипсобетонным покрытием на воздействие от падающих грузов с судов в программном комплексе Ansys.

5. Проведенный объем изыскательной работы дает основание утверждать о ценности данного исследования: потраченные средства на обетонирование трубопровода разработанным методом дешевле более чем в 11 раз традиционного способа.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

В настоящее время у автора имеются следующие публикации:

1. Ромкин А.А. Модернизация автоматизированной системы блока стабилизации давления магистрального насосного агрегата нефтеперекачивающей станции // Современное состояние науки и техники. Международная мультидисциплинарная научно-практическая конференция. Международный мультидисциплинарный молодежный форум "молодежь: наука и техника, четвертая сессия, Сочи, 3-12 ноября 2016 года.

2. Ромкин А.А. IT– компании в энергетике. тенденции развития и интеграции с технологиями «интернета вещей» // Современное состояние науки и техники. Международная мультидисциплинарная научно-практическая конференция. Международный мультидисциплинарный молодежный форум "молодежь: наука и техника, четвертая сессия, Сочи, 3-12 ноября 2016 года.

3. Ромкин А.А. Перспективы использования сероводородосодержащего природного газа в России // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 Апреля 2016. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016 – Т. 3 – С. 984-987.

					«Разработка и исследование свойств бетонных покрытий морских трубопроводов для условий Балтийского моря»			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Ромкин А.А.</i>			Список публикаций	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					105	124
<i>Консульт.</i>								
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Бурков П.В.</i>			НИ ТПУ гр. 2БМ6А			

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проектирование и строительство подводных трубопроводов / С.И. Левин.- М.: Гостоптехиздат, 1960.-334 с.
2. ОТТ-16.01-60.30.00-КТН-002-1-05. Переходы магистральных нефтепроводов через водные преграды. Общие технические требования к проектированию.
3. СНиП 2.05.06-85\* Магистральные трубопроводы;
4. Капитальный ремонт магистральных трубопроводов / В.А. Березин, К.Е. Ращепкин и др.- М.: Недра, 1978.-364 с.
5. Изоляционные материалы и покрытия для нефтепроводов и резервуаров. Каталог / Журнал ЛКМ. – 1988.-192 с.
6. К.А. Забела, В.А. Красков, В.М. Москвич, А.Е. Сощенко. Безопасность пересечений трубопроводами водных преград / Под общей ред. К.А. Забелы.- М.: «Недра – Бизнесцентр», 2001.-195 с.
7. П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов и др. Транспорт и хранение нефти и газа. - М.: Недра, 1975г.
8. В. Д. Белоусов В. А., Э.М. Блейхер и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1978.
9. Л.А. Бабин, П.Н. Григоренко, Е.Н. Ярыгин. Типовые расчеты при сооружении трубопроводов.- М.: Недра, 1995. – 246 с.
- 10.Н.В. Крепша, Ю.Ф. Свиридов. Безопасность жизнедеятельности: Метод указания. Томск.- Изд. ТПУ, 2002.-35 с.
- 11.СНиП 2.05.06-85\*. Магистральные трубопроводы; 12.СНиП III-42-80\*. Магистральные трубопроводы;
- 13.СНиП 12-01-2004. Организация строительного производства;

					Список используемых источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

14.СНи 3.01.04-87. Приёмка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения;

15.СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования». Часть I;

16.СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство». Часть II;

17.ВСН 004-88/Миннефтегазстрой «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Технология и организация»;

18.ВСН 006-89/Миннефтегазстрой «Строительство магистральных трубопроводов. Сварка»;

19.ВСН 008-88/Миннефтегазстрой «Строительство магистральных трубопроводов. Противокоррозионная и тепловая изоляция»;

20.ВСН 010-88/Миннефтегазстрой «Строительство магистральных трубопроводов. Подводные переходы»;

21.ВСН 011-88/Миннефтегазстрой «Строительство магистральных трубопроводов. Очистка полости и испытание»;

22.ВСН 014-89/Миннефтегазстрой «Строительство магистральных трубопроводов. Охрана окружающей среды»;

23.Правила охраны магистральных трубопроводов, утверждёнными постановлением Госгортехнадзора России от 24 апреля 1992г., №9; 24.ВСН 179-85 «Инструкция по рекультивации земель при строительстве трубопроводов»;

25.СП 108-34-97. Свод правил по сооружению магистральных газопроводов. «Сооружение подводных переходов»;

					Список используемых источников	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

26.ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии;

27.ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения;

28.ГОСТ 17.1.3.3-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения;

29.ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования подземных вод;

30.ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования;

31.ИСО С SR 26000:2011 «Социальная ответственность организации»;

32.ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация»;

33.ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»;

34.ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»;

35.ГОСТ 12.1019-79 «Электробезопасность. Общие требования»; 36.ГОСТ

12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление.

Зануление»;

37.ГОСТ 12.1.038-82 «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»;

38.ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»;

39.СНиП 23-03-2003 «Защита от шума»;

40.СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ»;

					Список используемых источников	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

41.ГН 2.2.5.686-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы»;

42.ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации»;

43.ГОСТ 17.4.3.02-85 «Правила производства земляных работ»;

44.ГОСТ 17.5.3.04-83\* «Общие требования к рекультивации земель»;

45.СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве»;

46.ПМТ №51 от 18.12.98г «Правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты»;

47. ГОСТ 12.4.026-76 «Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности»;

48. Постановление Правительства РФ от 11.03.1999 №279 «Об утверждении Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве»

49.Строительство подводных переходов трубопроводов методом горизонтально-направленного бурения: Учеб. пособие / Ю.И. Спектор, Ф.М. Мустафин, А.Е. Лаврентьев – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001. – 208 с.

50. ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения»

51.ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИИ: Учеб. пособие / С.Г.Кашина. – Казань:Изд- во Казанского гос. Архитект. – строит.ун-та, 2012. – 133 с.

52.Кулиев И.П. "Основные вопросы строительство нефтяных скважин в море". Азнефтеиздат, Баку, 1958. 374 с.

53.Кулиев И.П., Сафаров Ю.А. "Строительство нефтяных скважин в море". Азнефтеиздат, Баку, 1956. 332 с.

					Список используемых источников	Лист
						109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		