

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов» УДК 621.644.07

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Иванникова Е.С.		15.06.2016

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Богданов А.Л.	к.т.н, доцент		15.06.2016

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Глызина Т.С.	к.х.н, ст. преподаватель		15.06.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Алексеев Н.А.	Ст. преподаватель		15.06.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		15.06.2016

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП
21.03.01 Нефтегазовое дело

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
P1	Приобретение профессиональной эрудиции и широкого кругозора в области гуманитарных и естественных наук и использование их в профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7, ОК-8) (ЕАС-4.2a) (АВЕТ-3А)
P2	Уметь анализировать экологические последствия профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение безопасных условий труда	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-9) ПК-4, ПК-5, ПК-13, ПК-15.
P3	Уметь самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-8, ОК-9) (АВЕТ-3i), ПК1, ПК-23, ОПК-6, ПК-23
P4	Грамотно решать профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3e)
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P5	Управлять технологическими процессами, эксплуатировать и обслуживать оборудование нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15)
P6	Внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ПК-12)
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P7	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО (ОК-5, ОК-6, ПК-16, ПК-18) (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d)
P8	Осуществлять маркетинговые исследования и участвовать в создании проектов, повышающих эффективность использования ресурсов	Требования ФГОС ВО (ПК-5, ПК-14, ПК17, ПК-19, ПК-22)

<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P9	Определять, систематизировать и получать необходимые данные для экспериментально-исследовательской деятельности в нефтегазовой отрасли	Требования ФГОС ВО (ПК-21, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26)
<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, Критериев и/или заинтересованных сторон</i>
P10	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий	Требования ФГОС ВО (ПК-22, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26,) (АВЕТ-3b)
<i>в области проектной деятельности</i>		
P11	Способность применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО (ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30) (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б2Б	Иванниковой Евгении Сергеевне

Тема работы:

«Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	04.04.2016 г. №7586/е

Срок сдачи студентом выполненной работы:

15.06.2015 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объектом исследования является техническое состояние _____ промышленных трубопроводов _____ месторождения, город Томск, Россия. Поиск оптимального метода диагностики, которое наиболее точно будет определять техническое состояние объекта.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Промысловые трубопроводы месторождения; 2. Техническое состояние промысловых трубопроводов; 3. Параметры технического состояния; 4. Методы диагностики технического состояния; 5. Расчет остаточного ресурса трубопровода.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Глызина Т.С., к.х.н, старший преподаватель
«Социальная ответственность»	Алексеев Н.А., старший преподаватель
«Конструктивно-технологический раздел»	Брусник О.В., к.п.н
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2016 г.
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Богданов А.Л.	к.т.н, доцент		10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Иванникова Евгения Сергеевна		10.02.2016

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б2Б	Иванниковой Евгении Сергеевне

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: тройники, краны, диски, дизельное топливо, кислород, пропан, электроды, изоляция, фреза; человеческие ресурсы: машинист экскаватора VI р-д, электромонтер по обслуживанию ДЭС V р-д, машинист АKN V р-д, машинист ИФ 300, машинист агрегата ПНУ-2 V р-д, линейный трубопроводчик VI и IV р-д, слесарь ремонтник V р-д, сварной VI р-д; затраты на оплату труда
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Федеральным законом от 06.06.2005 № 58-ФЗ в статью 259 НК РФ введен пункт 1.1. Согласно этому пункту налогоплательщики с 2006 года имеют право единовременно включать в состав расходов отчетного (налогового) периода затраты на капитальные вложения в размере не более 10% первоначальной стоимости амортизируемых основных средств

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет затрат на материально-технические ресурсы	Произведен расчет по затратам на необходимые материалы для монтажа одной установки ингибиторной защиты
2. Расчет и сравнение затрат на строительство трубопровода и установке ингибиторной защиты	Расчет и экономическая оценка выполнения работ по монтажу ингибиторной установки с целью увеличения остаточного ресурса трубопровода

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.02.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Глызина Т.С.	к.х.н, ст. преподаватель		10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Иванникова Евгения Сергеевна		10.02.2016

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б2Б	Иванниковой Евгении Сергеевне

Институт	Кафедра	Уровень образования	Направление/специальность
Уровень образования	бакалавр	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»	

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	<i>1. Выявление факторов рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования), характеризующих процесс взаимодействия трудящихся с окружающей производственной средой со стороны их:</i> – вредных проявлений (движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, материалы; производственный шум и вибрация, высокое давление газа или воздуха в системе, высокое напряжение электрического тока; загазованность воздушной среды природным газом, газовым конденсатом, парами метанола, одоранта, сварочными аэрозолями и др; неблагоприятные метеорологические условия - температура (низкая или высокая), влажность воздуха, скорость движения воздуха (сквозняки); поражение электрическим током; утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу); – опасных проявлений (воздействие теплового излучения пожара; зона полных разрушений; токсическое действие химических реагентов; поражающее действие осколков; выброс в воздух паров метанола.).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	<i>1. Характеристика факторов изучаемой производственной среды, описывающих процесс взаимодействия человека с окружающей производственной средой в следующей последовательности:</i> – физико – химическая природа фактора, его связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека ; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – рекомендуемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <i>2. Анализ опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:</i> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). <i>3. Охрана окружающей среды:</i> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы). <i>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i> - перечень возможных ЧС на объекте; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

Перечень расчетного и графического материала	<i>Расчет предполагаемого ущерба окружающей среде.</i>
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.02.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Алексеев Н.А.	Ст. преподаватель		10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Иванникова Евгения Сергеевна		10.02.2016

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»

Уровень образования бакалавр

Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2016 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2016	Обзор литературы	10
25.03.2016	Изучение технического состояния промысловых трубопроводов	20
10.04.2016	Изучение методов диагностики технического состояния	20
27.04.2016	Расчетная часть	20
05.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
12.05.2016	Социальная ответственность	10
19.05.2016	Заключение	5
25.05.2016	Презентация	5
	Итого:	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Богданов А.Л.	к.т.н, доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 118 с., 16 рис., 27 табл.

Ключевые слова: диагностика, техническое состояние, промышленный трубопровод, оценка технического состояния, методы контроля.

Объект исследования: техническое состояние промышленных трубопроводов

Цель работы: анализ основных методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов и определение остаточного ресурса

Метод проведения работ: сравнение, изучение, анализ.

В процессе исследования проводились: анализ методов диагностики промышленных трубопроводов, изучены классификация дефектов и понятие о промышленных трубопроводах.

В результате исследования: был произведен расчет остаточного ресурса трубопровода.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: методы диагностики промышленных трубопроводов и выявление и преимуществ и недостатков.

Степень внедрения: данные методы контроля технического состояния уже используются на производстве.

Область применения: промышленные трубопроводы [REDACTED] месторождения.

Экономическая эффективность/значимость работы: строительство только 1 км. трубы в 2,5 раза дороже покупки и монтажа ингибиторной защиты.

В будущем планируется: более глубокое изучение представленных методов диагностики и разработка методов по увеличению ресурса трубопроводов.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Реферат	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					10
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Abstract

Graduate qualification work 118 p., 16 fig., 27 tab.

Keywords: diagnostic operation, technical condition, field pipeline, assessment of technical condition, inspection method.

The object of study: technical condition of field pipelines.

Objective: analysis of the main methods of diagnostics technical condition of field pipelines and definition of a residual resource.

Work method: comparing, studying, analysis.

In the course of research were carried out: the analysis of methods of diagnostics field pipelines, classifications of defects and concept about field pipelines are studied.

Result of research: calculation of a residual resource of the pipeline was made.

The basic constructive, technological and technical and operational characteristics: methods of diagnostics of field pipelines and detection of their advantages and shortcomings.

Degree of implementation: these control methods of technical condition are already used on production.

Field of application: field pipelines of the [REDACTED] field

The economic significance of the work: construction only 1 km. pipes are 2,5 times more expensive than purchase and installation of inhibitory protection.

It is in the future planned: deeper studying of the presented methods of diagnostics and development of methods on increase in a resource of pipelines.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Abstract	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					11	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В работе были использованы следующие определения:

Промысловый трубопровод – это трубопровод, по которому добытая нефть транспортируется от скважины к центру сбора нефти. Данные трубопроводы предназначены для перемещения нефти от скважины к другим объектам в рамках промысла.

Диагностирование (техническое диагностирование) – определение технического состояния объекта. Задачами технического диагностирования являются: 1) контроль технического состояния; 2) поиск места и определение причин отказа (неисправности); 3) прогнозирование технического состояния.

Объект диагностики – изделие и (или) его составные части, подлежащие (подвергаемые) диагностированию (контролю).

Техническое состояние объекта – состояние, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, значениями параметров, установленных технической документацией на объект.

Акустико-эмиссионный контроль – вид неразрушающего контроля, основанный на анализе параметров упругих волн, излучаемых объектом контроля.

Визуально-измерительный контроль – вид неразрушающего контроля, при котором первичная информация воспринимается органами зрения непосредственно или с использованием оптических приборов, не являющихся контрольно-измерительными (например, с помощью лупы), а измерения осуществляются средствами измерений геометрических величин.

Внутритрубное диагностирование – вид технического диагностирования, состоящий из комплекса работ, обеспечивающих

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					12
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

получение информацию о дефектах, сварных швах, особенностях трубопровода и их местоположении, с использованием внутритрубных инспекционных приборов, в которых реализованы различные виды неразрушающего контроля, для выявления на основе этой информации наличия и характера дефектов.

Внутритрубный инспекционный прибор – устройство, перемещаемое внутри трубопровода потоком перекачиваемого продукта, снабженное средствами контроля и регистрации данных о дефектах и особенностях стенки трубопровода, сварных швов и их местоположении.

Исполнитель технического диагностирования – организация, принявшая на себя обязательства по проведению работ по техническому диагностированию на объекте.

Камеры пуска и приема средств очистки и диагностирования – оборудование линейной части магистрального трубопровода, предназначенное для заправки средств очистки и диагностирования в трубопровод и их извлечения из трубопровода.

Капиллярный контроль – метод неразрушающего контроля, использующий возможности проникновения специальных жидкостей в несплошности на поверхности объекта контроля в целях их обнаружения.

Магнитопорошковый контроль – метод неразрушающего контроля, использующий для выявления дефектов металлических изделий притяжение частиц магнитного порошка силами неоднородных магнитных полей, возникающих на поверхности изделия при наличии в нем поверхностных и подповерхностных дефектов.

Маркерный пункт – заранее выбранная точка на поверхности земли над осью трубопровода в месте установления маркерного передатчика,

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					13
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

предназначенного для точной привязки к местности данных внутритрубного диагностирования.

Наружное диагностирование трубопровода – техническое диагностирование, проводимое с наружной поверхности трубопровода, без введения оборудования в полость трубопровода.

Неразрушающий контроль – контроль соответствия параметров технических устройств, материалов, изделий, деталей, узлов, сварных соединений требованиям нормативных документов, при котором не разрушается пригодность объекта контроля к применению и эксплуатации.

Средства очистки и диагностирования – устройства, перемещаемые внутри трубопровода потоком перекачиваемого продукта, предназначенные для выполнения очистки или технического диагностирования трубопровода (в зависимости от типа средств очистки и диагностирования).

Техническое задание на проведение работ по техническому диагностированию – документ, содержащий цель, порядок, объем технического диагностирования, а также исходные данные, необходимые для проведения диагностирования определенных в техническом задании объектов и выпуска технического отчета.

Ультразвуковой контроль – акустический метод неразрушающего контроля качества, использующий для обнаружения дефектов упругие волны ультразвукового диапазона, вводимые в изделие и отражающиеся от дефектов или рассеивающиеся в них.

Электрометрическое диагностирование – вид технического диагностирования, обеспечивающий получение информации о техническом состоянии трубопровода путем измерения и регистрации электрических параметров, напрямую или косвенно характеризующих состояние системы

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					14
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

защиты от коррозии металла трубопровода и уровень его защищенности, а также характеризующий степень коррозионной опасности среды, окружающей трубопровод.

В данной работе были использованы следующие сокращения и обозначения:

АГЗУ – автоматическая групповая замерная установка;

АЭК – акустико-эмиссионный контроль;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

ВИП – внутритрубный инспекционный прибор;

ВТД – внутритрубное диагностирование;

КИП – контрольно-измерительные приборы;

КПП СОД – камеры пуска и приема средств очистки и диагностирования;

ЛЧ – линейная часть;

МК – магнитопорошковый контроль;

НК – неразрушающий контроль;

ПТС – параметры технического состояния;

СОД – средство очистки и диагностирования;

ТЗ – техническое задание;

УЗК – ультразвуковой контроль;

УПН – установка подготовки нефти;

УТ – ультразвуковая толщинометрия;

УТОиРТ – участок технического обслуживания и ремонта трубопровода;

ЭД – электрометрическое диагностирование;

ЭХЗ – электрохимическая защита.

В работе осуществляется ссылка на следующие стандарты:

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					15
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

ГОСТ Р 54907-2012 Техническое диагностирование. Основные положения.

ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения.

ГОСТ Р 52720- 2007 Арматура трубопроводная. Термины и определения.

ГОСТ Р 53480-2009 Надежность в технике. Термины и определения.

ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.

ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.4.002-97 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).

ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в ЧС. Основные положения.

ГОСТ 12.1.038-82 Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

ГОСТ 12.1.004- 91 Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.010- 76 Взрывобезопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.3-003-86* Работы электросварочные. Требования безопасности.

ГОСТ 12.3.033-84 Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации.

ГОСТ 12.3.016-87 Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности.

СП 34-116-97 Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промышленных нефтегазопроводов.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					16
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

РД 39-132-94 Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов.

РД 153-39.4-056-00 Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					17
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Оглавление

Введение	20
1. Промысловые трубопроводы. Общие сведения.....	22
1.1. Классификация промысловых трубопроводов.....	22
1.2. Состав промысловых трубопроводов	28
2. Сведения о предприятии	30
2.1. Общие сведения о предприятии и его задачах.....	30
2.2. Физико-географическая характеристика	35
2.3. Климатическая характеристика	36
2.4. Гидрологическая характеристика.....	37
2.5. Геологическая характеристика	38
2.6. Возрастной состав.....	39
2.7. Характеристика транспортируемого продукта	39
3. Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	42
3.1. Понятие о техническом состоянии объекта	42
3.2. Классификация дефектов	43
3.2.1. Технологические дефекты.....	44
3.3. Комплексное техническое диагностирование.....	46
3.3.1. Внутритрубная диагностика	46
3.3.2 Методы неразрушающего контроля.....	49
3.3.2.1 Визуально-измерительный контроль	49
3.3.2.3. Ультразвуковой контроль	56
3.3.2.4 Магнитные методы	60
3.3.2.5 Капиллярный метод контроля	64
3.3.3. Дополнительный дефектоскопический контроль	85

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов				
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата					
Разраб.		Иванникова Е.С.			Оглавление		Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.						18	118
Консульт		Брусник О.В.					ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.							

4. Расчет остаточного ресурса трубопровода.....	86
4.1. Определение расчетной и отбраковочной толщины стенок труб	86
4.2 Расчет остаточного ресурса трубопровода по минимальной толщине стенок труб.....	87
4.2. Расчет остаточного ресурса трубопровода с учетом общего коррозионно-эрозионного износа стенок.....	89
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	92
5.1. SWOT-анализ.....	92
5.2. Оценка готовности проекта к коммерциализации	92
5.3. План проекта	94
5.4. Экономическое обоснование ингибиторной защиты промышленных трубопроводов	96
5.4.1. Эксплуатация и применение ингибиторной защиты.....	96
5.4.2. Расчет затрат, труда, заработной платы,.....	98
материалов и оборудования	98
5.4.3. Расчет амортизации на период гидравлических испытаний	100
6. Социальная ответственность	103
6.1. Производственная безопасность	103
6.1.1. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению.....	103
6.1.2. Анализ опасных производственных факторов.....	110
и мероприятия по их устранению.....	110
6.2. Экологическая безопасность.....	113
6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	114
6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	115
Заключение	117
Список используемых источников.....	118

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Оглавление	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					19	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Введение

На сегодняшний день в нефтегазовой отрасли проблема обеспечения промышленной и экологической безопасности является очень актуальной. Для достижения безопасной эксплуатации промысловых трубопроводов, на большинстве предприятий разрабатывается система контроля технического состояния. Одной из основных составляющих данной системы является техническая диагностика. Область, охватываемая технической диагностикой, достаточно обширна и включает в себя три типа задач по определению состояния технических объектов. Задачи первого типа – это задачи диагноза, которые определяют состояние, в котором находится объект в настоящий момент времени. Задачи второго типа – это задачи прогноза, с помощью которых предсказывают состояние, в котором окажется объект в некоторый будущий момент времени. Задачи третьего типа – задачи генеза, они являются задачами по определению состояния, в котором находился объект в некоторый момент времени в прошлом. Таким образом, с помощью технической диагностики можно:

- определить срок дальнейшей безопасной эксплуатации трубопроводов;
- выявить дефекты трубопровода;
- определить остаточный ресурс безопасной работы объекта в целом;
- дать объективную оценку их технического состояния.

Цель работы: выбор оптимального метода диагностики технического состояния промысловых трубопроводов [REDACTED] месторождения, город Томск, Россия.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					20	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

- изучение технической документации, государственных стандартов, руководящих документов, определяющих безотказную и безопасную работу нефтепроводов;
- анализ существующих методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов;
- расчет надежности трубопровода и прогнозирование срока безопасной эксплуатации;
- выбор оптимального и наиболее точного метода диагностики технического состояния промысловых трубопроводов.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					21	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

1. Промысловые трубопроводы. Общие сведения

1.1. Классификация промысловых трубопроводов

Промысловые трубопроводы – это капитальные инженерные сооружения, рассчитанные на длительный срок эксплуатации и предназначенные для бесперебойной транспортировки нефти, нефтепродуктов, природного газа, воды и их смесей от мест их добычи до установок комплексной подготовки и далее к местам врезки в магистральный трубопровод или для подачи на другой вид транспорта – морской, железнодорожный, речной.

Основной составляющей частью промыслового трубопровода является линейная часть – это непрерывная нить, сваренная из отдельных труб или секций и уложенная в траншею тем или иным способом. Линейная часть прокладывается в разнообразных условиях. Вдоль трассы трубопровода можно встретить болотистые участки, участки с многолетнемерзлыми и скальными грунтами и т.д. Помимо этого, трубопроводы пересекаются с большим количеством как естественных, так и искусственных препятствий. Это обстоятельство нуждается в соответствующих конструктивных решениях, которые могли бы обеспечить надежную и безопасную работу трубопровода, а так же работу пересекаемых сооружений по их прямому назначению.

В настоящее время существуют несколько принципиально разных способов прокладки промысловых трубопроводов (рисунок 1.1). Выбор той или иной схемы определяется условиями строительства и принимается исходя из технико-экономического обоснования.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Промысловые трубопроводы. Общие сведения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					22	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

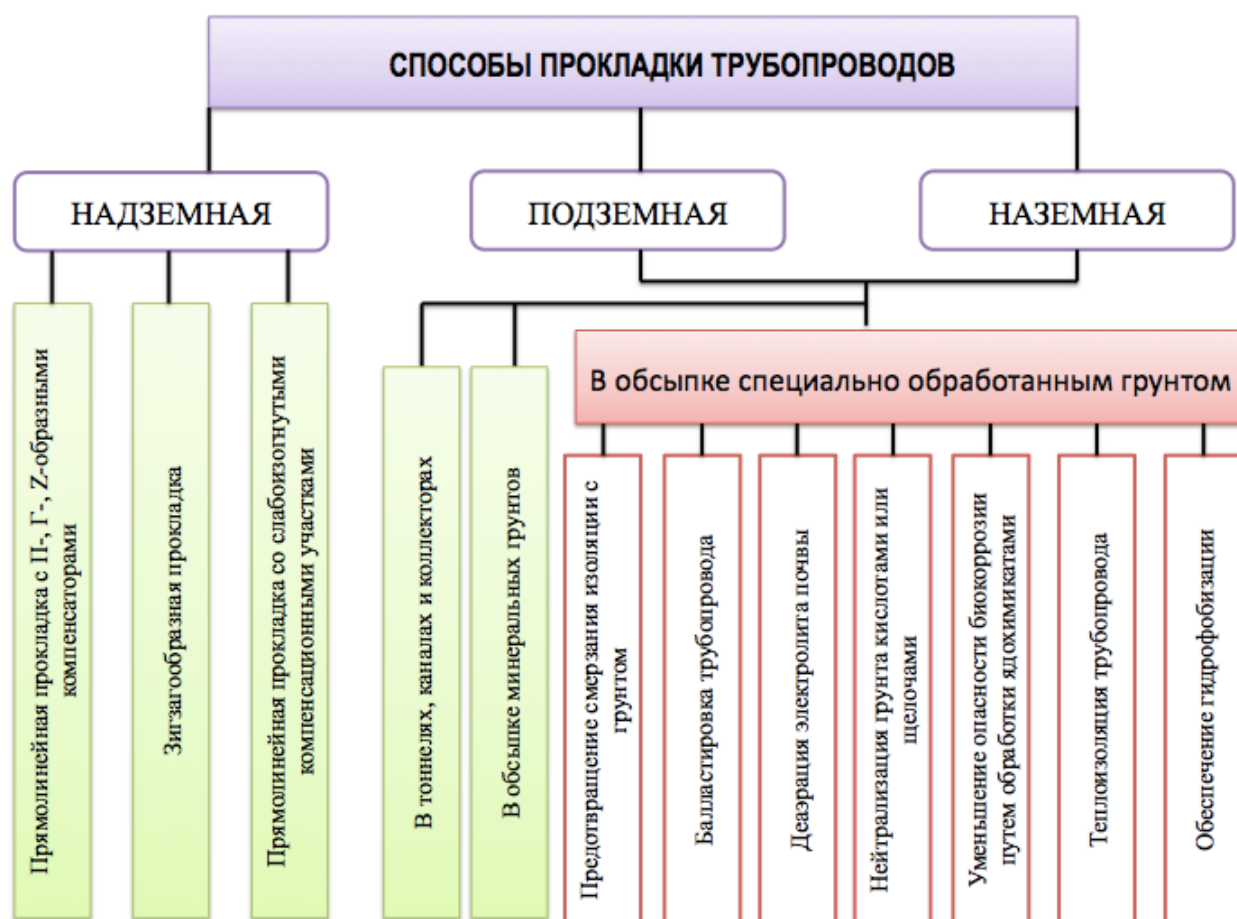


Рисунок 1.1 – Способы прокладки промышленных трубопроводов

Обеспечение устойчивости трубопровода специальными грунтами не является универсальным способом, но благодаря своим достоинствам – низкой стоимости, возможности их использования для приготовления грунтово-вяжущей смеси обычных минеральных грунтов – он ускоряет темп строительства и снижает его стоимость.

Закрепление трубопровода грунтом производят сплошным слоем. Его размер определяется исходя из расчетов, в которых учитываются диаметр трубопровода, размеры траншеи и физико-химические свойства грунта.

Деаэрация электролита почвы проводится с целью снижения концентрации растворенного кислорода воздуха, который является

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Промысловые трубопроводы. Общие сведения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					23	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

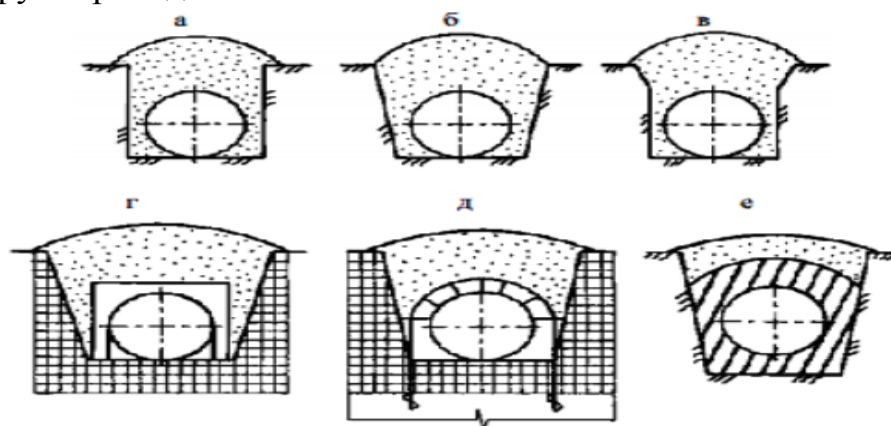
агрессивным реагентом и увеличивает скорость коррозии металла из-за участия в катодной и анодной реакциях.

Путем засыпания в грунт различных ядохимикатов, например извести, уменьшают опасность биокоррозии.

Для защиты изоляции трубопроводов от механических повреждений, вредного воздействия окружающей среды и замедлению процесса старения применяют гидрофобизацию грунтов. Гидрофобизированные грунты – это грунты, которые обработаны вяжущими продуктами и имеют высокую водостойкость, водонепроницаемость, газопроницаемость и низкую коррозионную активность.

Нейтрализацию грунта кислотами или щелочами осуществляют заменой грунта на менее агрессивный. Таким способом уменьшают коррозионную активность грунта, т.е. улучшают его физико-химические свойства.

Подземные схемы прокладки (рисунок 1.2) являются наиболее распространенными. По сведениям таким способом проложено около 98% трубопроводов от общей протяженности. Эти схемы предусматривают прокладку трубопровода на глубину, которая будет значительно превышать диаметр трубопровода.



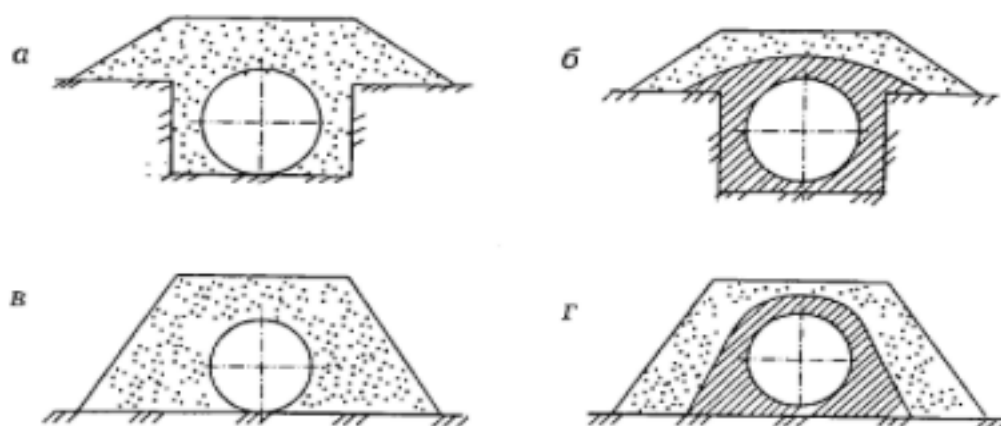
а – прямоугольная форма траншеи; б – трапециевидная форма траншеи; в – смешанная форма траншеи; г – прокладка с балластировкой седловидными пригрузками; д – прокладка с использованием винтовых анкеров для закрепления против вскрытия; е – прокладка в обсыпке из специально обработанных грунтов

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Промысловые трубопроводы. Общие сведения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					24	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Рисунок 1.2 – Подземные схемы прокладки трубопровода

При подземной прокладке достигается отсутствие воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков на трубопровод, стабильные температурные условия нахождения трубопровода, максимальная механизация всех видов работ, не загромождается территория. Строительство в вечномерзлых, скальных и болотистых грунтах весьма неэкономично, в связи с высокой стоимостью земляных работ.

Наземные схемы прокладки (рисунок 1.3) используются, как правило, в сильно обводненных и заболоченных районах, при очень малой несущей способности верхнего слоя грунта и высоком уровне грунтовых вод.



а – повышенной устойчивости с обсыпкой минеральным грунтом; б – повышенной устойчивости с обсыпкой гидрофобизированным грунтом; в – в насыпи с обсыпкой минеральным грунтом; г – в насыпи с обсыпкой гидрофобизированным грунтом

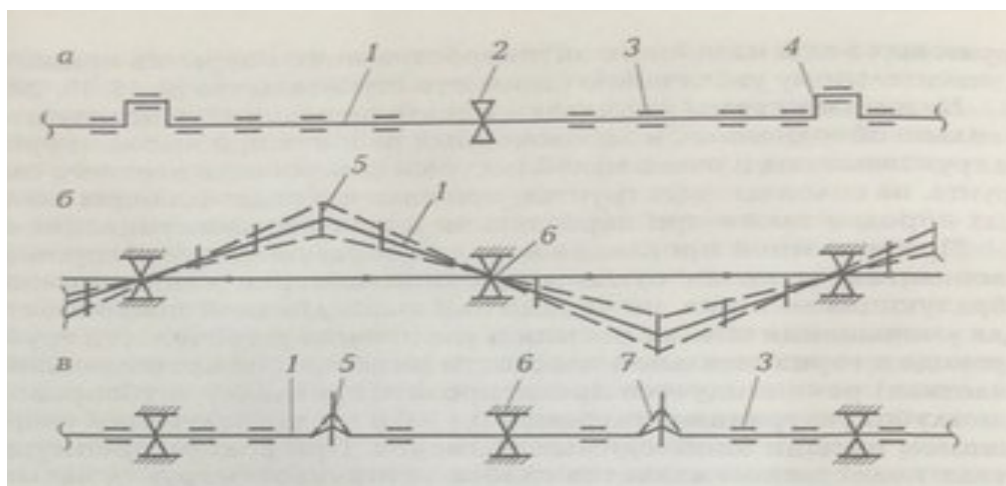
Рисунок 1.3 – Наземные схемы прокладки трубопровода

При наземной прокладке верхняя образующая трубопровода должна располагаться выше отметок дневной поверхности, а нижняя образующая – ниже, на уровне или выше дневной поверхности. Рекомендуется проектировать прокладку трубопровода в неглубокую траншею глубиной 0,4 – 0,8 м с дальнейшим сооружением насыпи необходимых размеров. Это осуществляется для уменьшения объема насыпи и увеличения устойчивости трубопровода в горизонтальной плоскости.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Промысловые трубопроводы. Общие сведения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					25	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Самым главным недостатком является слабая устойчивость грунта насыпи и необходимость устройства большого числа водопропускных сооружений.

Надземную прокладку трубопровода (рисунок 1.4) рекомендуют применять в горных районах, болотистых и пустынных местностях, а так же в районах распространения многолетней мерзлоты и при переходе через естественные и искусственные препятствия.



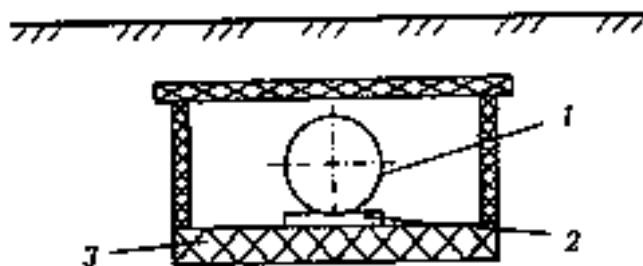
а – прямолинейная прокладка с П-образными компенсаторами; б – зигзагообразная прокладка; в – прямолинейная прокладка со слабоизогнутыми компенсационными участками; 1 – трубопровод; 2 – неподвижная (анкерная) опора; 3 – промежуточная продольно-подвижная опора; 4 – П-образный компенсатор; 5 – промежуточная свободноподвижная опора; 6 – шарнирная опора; 7 – слабоизогнутый компенсационный участок

Рисунок 1.4 – Надземные схемы прокладки трубопровода (план)

При осуществлении данной прокладки, земляные работы сводятся к минимуму, пропадает необходимость в дорогостоящей пригрузке и устройстве защиты от почвенной коррозии и блуждающих токов. Надземная прокладка обладает рядом недостатков: загроможденность территории, необходимость устройства опор, специальных проездов для техники и значительную подверженность трубопровода к суточным и сезонным колебаниям температуры.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Промысловые трубопроводы. Общие сведения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					26	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

В каналах и коллекторах (рисунок 1.5) прокладывают водоводы, теплопроводы, трубопроводы для перекачки высоковязких и застывающих нефтей, в том числе с путевым подогревом. Стенки каналов изготавливают из теплоизоляционных материалов для сокращения тепловых потерь.



1 – трубопровод; 2 – лежка-опора; 3 – теплоизоляционные плиты

Рисунок 1.5 – Прокладка трубопровода в каналах и коллекторах

Классификация промышленных трубопроводов представлена на рисунке 1.6.



					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Промысловые трубопроводы. Общие сведения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					27	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

1.2. Состав промысловых трубопроводов

На нефтяных месторождениях применяют такие виды трубопроводов, как:

- 1) выкидные – прокладывают от нефтяных скважин, за исключением участков, расположенных на кустовых площадках скважин (на кустах скважин), для транспортировки продуктов скважин до замерных установок;
- 2) нефтегазосборные – для транспортировки продукции нефтяных скважин от замерных установок до пунктов первой ступени сепарации нефти;
- 3) газопроводы для транспортировки нефтяного газа от установок сепарации нефти до установки комплексной подготовки газа, установки предварительной подготовки газа или до потребителей;
- 4) нефтепроводы для транспортировки газонасыщенной или разгазированной обводненной или безводной нефти от пункта сбора нефти и дожимной компрессорной станции до центрального пункта сбора;
- 5) газопроводы для транспортировки газа к эксплуатационным скважинам при газлифтном способе добычи;
- 6) газопроводы для подачи газа в продуктивные пласты с целью увеличения нефтеотдачи;
- 7) нефтепроводы для транспортировки товарной нефти от центрального пункта сбора до сооружения магистрального транспорта;
- 8) ингибиторопроводы для подачи ингибиторов к скважинам или другим объектам обустройства нефтяных месторождений.

На газовых и газоконденсатных месторождениях используют:

- 1) газопроводы-шлейфы, предназначенные для транспортировки газа или газового конденсата от скважин месторождений и подземного хранилища газа до установки комплексной подготовки газа, установки предварительной

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Промысловые трубопроводы. Общие сведения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					28	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

подготовки газа и от компрессорной станции подземного хранения газа до скважин для закачки газа в пласт;

2) газопроводы, газовые коллекторы неочищенного газа, межпромысловые коллекторы, трубопроводы для транспортировки газа и газового конденсата от установки комплексной подготовки газа, установки предварительной установки газа до головных сооружений, дожимной компрессорной станции, компрессорной станции, подземного хранения газа, газоперерабатывающего завода, независимо от их протяженности;

3) трубопроводы для подачи очищенного газа и ингибитора в скважины и на другие объекты обустройства месторождений;

4) трубопроводы сточных вод под давлением более 10 МПа для подачи их в скважины и закачки в поглощающие пласты;

5) метанолопроводы.

Трубопроводы для транспорта газа и газового конденсата газовых и газоконденсатных месторождений, а так же нефтяного газа подразделяют на 4 класса в зависимости от рабочего давления:

I класс – свыше 20 до 32 МПа включительно;

II класс – свыше 10 до 20 МПа включительно;

III класс – свыше 2,5 до 10 МПа включительно;

IV класс – менее 2,5 МПа.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Промысловые трубопроводы. Общие сведения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					29	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

2. Сведения о предприятии

2.1. Общие сведения о предприятии и его задачах

Промысловые нефтесборные трубопроводы эксплуатируются для транспортировки нефти, газа и пластовой воды на участке:

- [REDACTED] месторождения от АГЗУ кустовых площадок №1, ЗУ кустовых площадок № 2, 3, 4, 5, 6, гребенки куста №5 до узла подключения УПН [REDACTED] месторождения;
- [REDACTED] месторождения от ЗУ кустовых площадок № 1, 2, 3, 4 до узла подключения УПН [REDACTED] месторождения.

Трубопровод проложен подземным способом. Глубина залегания нефтепромысловых трубопроводов более 0,8 метров над трубой.

В местах пересечения с автодорогами защита трубопроводов выполнена в защитных футлярах из труб, причем диаметр футляров превышает диаметр трубопроводов на 200 мм, а их концы выведены на расстояние 5 метров от бровки земляного полотна автодороги.

Проверку трубопровода на герметичность и испытание его на прочность производят гидравлическим способом.

Технологический режим обеспечивает пропуск запланированного объема нефтегазоводяной эмульсии [REDACTED] месторождения с АГЗУ куста №1, ЗУ № 2,3,4,5,6 до УПН [REDACTED] нефтяного месторождения и [REDACTED] нефтяного месторождения с ЗУ № 1, 2, 3, 4 до УПН [REDACTED] нефтяного месторождения.

В процессе эксплуатации промысловых трубопроводов возможны следующие режимы работы:

- первый режим подразумевает ведение нормального процесса при транспортировке. В этом случае рабочее (нормативное) давление определяется

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					30	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

гидравлическим расчетом трубопровода по проектным объемам транспортировки жидкости;

- второй режим работы трубопроводов осуществляется при выполнении технологических операций: глушение скважины, промывка, разрядка скважин в коллекторы, отработка скважин компрессором и др. Для данного случая максимальное давление в трубопроводах определяется по давлению срабатывания предохранительных устройств, и это давление принимается за расчетное давление в трубопроводах.

В качестве внутритрубной очистка нефтепровода от механических примесей, парафиновых и солевых отложений, с целью восстановления пропускной способности труб, предусмотрена очистка горячей нефтью. Она осуществляется исходя из изменения гидравлического сопротивления трубопроводов и их гидравлической эффективности.

Нормальные условия эксплуатации и устранение возможности повреждения трубопроводов обеспечивается путем установления охранной зоны вдоль трассы трубопроводов, в виде участков земли на расстоянии 25 метров от оси трубопровода с каждой стороны, которые ограничиваются условными линиями. Если в одном техническом коридоре проходит более одного трубопровода, то охранный зона распространяется на 25 метров от оси крайнего трубопровода.

Объем ремонтных работ на трубопроводах и сроки их выполнения определяет отдел подготовки и транспортировки нефти и газа по результатам осмотров, диагностических обследований, ревизий, по прогнозируемым режимам транспортировки продукта, установленным предельным рабочим давлениям, анализу эксплуатационной надежности в соответствии с местными условиями и требованиями безопасности. Ремонт трубопроводов осуществляется в соответствии с РД 39-132-94 раздел 7.5.6.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.					
Руковод.		Богданов А.Л.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист
Консульт		Брусник О.В.					Листов
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					31
						ТПУ гр. 2Б2Б	
							118

Сведения о проведенных ремонтных работах в пятнадцатидневный срок должны быть внесены в исполнительную техническую документацию и паспорт трубопровода. Мероприятия по техническому обслуживанию и текущему ремонту промысловых трубопроводов проводятся в основном без остановки перекачки.

Ремонт по каждому линейному объекту производится согласно годовому графику планово-предупредительных работ, который утверждается главным инженером Общества.

Текущий ремонт линейных сооружений выполняет линейное звено по обслуживанию и ремонту трубопроводов участка эксплуатации трубопроводов.

Капитальный ремонт трубопроводов выполняется силами персонала участка эксплуатации трубопроводов, но могут быть привлечены сторонние организации по отдельным договорам.

Регламентация обязанностей и ответственности административно-технического персонала по охране труда и технике безопасности на объектах транспорта нефти и воды и порядок организации работ определяются следующими документами:

- «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»;
- «Правила безопасности при сборе, подготовке и транспортировании нефти и газа на предприятиях нефтяной промышленности»;
- «Положение о порядке организации работы с персоналом в области охраны труда и промышленной безопасности в ООО «Норд Империял», ООО «Рус Империял Групп».

Порядок организации работ, регламентация обязанностей и ответственности административно-технического персонала по пожарной

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					32	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

безопасности на объектах системы сбора скважинной продукции определяются следующими документами:

- ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования;
- ППБО-85 Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности;
- Положением о добровольной пожарной дружине на объектах ООО «Норд Империял».

При эксплуатации трубопроводов и их сооружений должны соблюдаться требования нормативно-технической документации:

- «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утвержденные приказом от 12 марта 2013г. №101;
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;
- ГОСТ 12.3-003-86* «Работы электросварочные. Требования безопасности»;
- ГОСТ 12.1.013-78 «Строительство. Электробезопасность. Общие требования»;
- ГОСТ 12.3.009-76* «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности»;
- Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения (Приказ №533 от 12 ноября 2013г.);
- ГОСТ 12.2.063-81* «Арматура промышленная трубопроводная. Общие требования безопасности»;

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					33	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

- ГОСТ 12.3.033-84 «Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации»;
- ГОСТ 12.3.016-87 «Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности»;
- «Типовая инструкция по организации безопасного проведения газоопасных работ», утвержденная Госгортехнадзором СССР 20.02.85г., М., Недра, 1986г.;
- Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 10.07.2012) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- РД 39-132-94 «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов»;
- «Правила противопожарного режима в Российской Федерации».

Сторонним организациям запрещаются работы в охранной зоне трубопровода без письменного согласия организации, эксплуатирующей трубопровод.

Трасса по оси трубопроводов периодически расчищается от поросли в пределах 3 метров и содержится в безопасном состоянии.

По длине трубопровода расположены щиты-указатели. На них приведена следующая информация: наименование трубопровода, местоположение оси трубопровода от основания знака, привязка знака по трассе (по километрам или пикетам), направление и ширина охранной зоны, телефон, адрес и наименование организации, эксплуатирующей данный трубопровод. На углах поворота, через каждый километр по трассам установлены опознавательные знаки в виде щитов-указателей высотой 1,5-2 метра от поверхности земли.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					34	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Контроль глубины заложения производят через 500 метров по трассе трубопровода. Фактическая глубина контролируется визуально, два раза в год шурфованием или один раз в три года трассоискателем.

Для защиты трубопроводов от внешней коррозии предусмотрена изоляция усиленного типа одним слоем полиэтиленовой ленты «Полилен» и одним изоляция двумя слоями ленты и двумя слоями обертки.

Во время ревизии трубопроводов мониторинг скорости коррозии осуществляется неразрушающими методами.

2.2. Физико-географическая характеристика

В административном отношении [REDACTED] месторождение принадлежащее нефтедобывающей компании «Норд Империял», находится на юге Каргасокского района Томской области. В летнее время путь до промысла пролегает по дорогам Томской области, с дальнейшей пересадкой на вертолет. Технику и оборудование к месту работ осуществляют, примерно, по этому же маршруту. В зимний период времени происходит существенная экономия на доставке грузов, так как начинают использовать зимники, которые эксплуатируются при низких температурах.

Общая протяженность трассы промыслового трубопровода [REDACTED] месторождения, которая находится на обслуживании службы УТОиРТ, составляет чуть больше 11000 метров.

Данный промысловый трубопровод пересекает 9 водных преград, ширина которых варьируется от 2 до 10 м в половодье, а глубина от 0,5 до 3 метров. Из них 6 небольших ручьев и 3 реки: [REDACTED]. Из всех водных объектов, находящихся на территории [REDACTED] месторождения, только река [REDACTED] в половодье является судоходной.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					35	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

2.3. Климатическая характеристика

Климат района, в котором находится [REDACTED] месторождение, отличается продолжительной суровой зимой и коротким, но достаточно теплым летом. В течение года наблюдаются значительные перепады температуры воздуха. Самый холодный месяц года на этой территории – январь, среднемесячная температура воздуха которого -20.9°C . Амплитуда среднемесячной температуры между январем и июлем составляет 37.7°C . Средняя температура воздуха по месяцам приведена в таблице 1. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 82 дня.

Таблица 1 – Средняя температура воздуха по месяцам

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII	Год
t, град С	-20.9	-17.1	-10	-0.3	7.8	14.3	16.8	13.9	8.4	0.1	-11.1	-18.6	-1.4

Наиболее тёплый период, со среднесуточной температурой выше 15°C , в среднем длится 49 дней. Абсолютный минимум температуры воздуха -55°C , абсолютный максимум $+37^{\circ}\text{C}$. Расчётная температура самой холодной пятидневки -38°C .

По количеству осадков данный район относится к зоне достаточного увлажнения. Наибольшее количество осадков приходится на июнь, июль и август месяцы, наименьшее на февраль. Годовое количество осадков 492 мм. Данные среднемесячного количества осадков по показаниям осадкомера (мм) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднегодовое количество осадков

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII	Год
Осадки, (мм)	16	12	16	23	41	71	77	72	45	38	29	24	464

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					36	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Осадки холодного периода образуют снежный покров, который появляется в октябре и сохраняется до начала мая. Средняя высота снежного покрова на открытой местности за зиму составляет 47 см.

Особенностью ветрового режима изученного района является преобладание южных и юго-западных ветров. Наиболее часто повторяются ветры со скоростью 1-3 м/с.

2.4. Гидрологическая характеристика

Водные объекты на рассматриваемом участке нефтепровода [REDACTED] месторождения имеют свое начало из знаменитых [REDACTED] болот. Так река [REDACTED] непосредственно берет начало именно оттуда, а река [REDACTED] является его правым притоком. Питание рек снеговое и дождевое. Поэтому водный режим пересекаемых водотоков полностью подчиняется водному режиму реки [REDACTED], её разливу в весенние паводки и высыханию в конце лета и началу осени.

Русла рек извилистые, течения спокойные, равномерные. Много островов и мелей. Замерзают в ноябре, вскрываются в мае. Поэтому минимальные и максимальные уровни рек соответствуют именно этим месяцам. Продолжительность стояния максимальных уровней и отметок близких к максимальным от одной недели до двух месяцев. Затем начинается замедленный спад, продолжающийся до августа. Средняя продолжительность периода с ледовыми явлениями составляет 188–213 суток, с ледоставом - 166–200 суток.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					37	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

2.5. Геологическая характеристика

месторождение занимает свое место на глинистом грунте, т.е. на грунте, который более, чем на половину состоит из очень мелких частиц, размером менее 0,01 мм (таблица 3).

Таблица 3 – Классификация глинистого грунта

Супесь	Суглинок	Глина
Глинистый грунт, который содержит не более 10% глинистых частиц, оставшуюся часть занимает песок. Супесь является наименее пластичной из всех глинистых грунтов, при ее растирании между пальцами чувствуются песчинки.	Глинистый грунт, который содержит от 10 до 30 процентов глины. Этот грунт достаточно пластичен, при растирании его между пальцами отдельные песчинки не чувствуются.	Грунт, в котором содержание глинистых частиц больше 30%. Глина очень пластичная, хорошо скатывается в шнур.

Все глинистые грунты под действием нагрузки от фундамента подвержены осадке. Поэтому все вопросы, связанные со строительством, представляют собой немалую проблему. Участки земли под кусты, дороги, резервуары и другие крупные объекты отсыпают щебнем и песком, поверх укладывая бетонные плиты. Так же глинистая порода несет немалую опасность и для техники. Зачастую чтоб добраться по поврежденного участка трубопровода, приходится укладывать лежневку, что несет за собой значительное увеличение затрат и времени на устранение аварийной ситуации и борьбу с её последствиями.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов				
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата					
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии		Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.						38	118
Консульт		Брусник О.В.					ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.							

2.6. Возрастной состав

Трубопроводы [REDACTED] месторождения находятся в эксплуатации около восьми лет. Опыт эксплуатации показал, что для промысловых трубопроводов – это длительный срок службы, и как следствие, число аварий с тяжелыми последствиями возрастает. В качестве основного метода по увеличению срока безопасной эксплуатации трубопроводов [REDACTED] месторождения применяют капитальный ремонт со сплошной заменой труб. С 2011 по 2014 год в данной компании было заменено около 80% промысловых нефтепроводов.

На данный момент 60% нефтепровода имеет срок эксплуатации около 1 года, 20% – до 2 лет эксплуатации, 15% – от 2 до 6 лет и лишь 5% составляет нефтепровод, который был введен в эксплуатацию в 2008 году.

2.7. Характеристика транспортируемого продукта

Нефть куста для [REDACTED] месторождения относится к 1 классу и 1 типу по ГОСТ Р 51858-2002:

- легкая (плотность нефти в поверхностных условиях – 843 кг/м³);
- малосернистая (содержание серы – 0,3%);
- смолистая (содержание смолисто-асфальтеновых веществ – 5,8%);
- высокопарафинистая (содержание парафинов – 7,73%);
- с высоким содержанием светлых фракций (объемное содержание фракций, выкипающих до 350⁰С – 61%).

В нефтепромысловых трубопроводах перекачиваются нефть, газ и пластовая вода.

Основные физико-химические свойства транспортируемой нефти приведены в таблице 4.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					39	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Таблица 4 – Физико-химические свойства нефти [REDACTED] месторождения

Наименование		Ед. изм.	Значение	
			Пласт [REDACTED]	Пласт [REDACTED]
Плотность нефти в поверхностных условиях		Кг/м ³	794,4	843
Вязкость при 20 ⁰ С		Мпа*с	35,3	8,9
Вязкость при 50 ⁰ С		Мпа*с	3,9	6,8
Температура застывания		⁰ С	+16,9	+5,1
Массовое содержание	Серы	%	-	0,30
	Смол силикагеновых	%	1,72	4,89
	Асфальтенов	%	1,58	0,91
	Парафинов	%	17,78	7,73
	Солей	%	-	-
	Воды	%	-	-
	Мех. примесей	%	1,2	0,18
Объемный выход фракций, %		н.к. 100 ⁰ С	6	5
		до 150 ⁰ С	18	17
		до 200 ⁰ С	28	27

Минерализация пластовой воды [REDACTED] месторождения составляет ~36 г/л, плотность ~ 1,027 г/см³, среда – слабо-кислая. Вязкость пластовой воды – 0,382 МПа*с.

По соотношению главных компонентов ионно-солевого состава тип пластовых вод хлоридно-кальциевый. Состав и плотность пластовой воды представлены в таблице 5.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					40	118
Консулт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Таблица 5 – Состав и плотность пластовой воды

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя со скважины		
		32	34	36
1	Плотность, г/см ³	1,021	1,027	1,020
2	pH	6,8	6,3	6,0
Ионный состав, мг/л				
3	Cl ⁻	16166,7	21702,0	15265,0
4	HCO ₃ ⁻	1439,6	420,9	579,5
5	CO ₃ ⁻	-	-	-
6	Ca ²⁺	1293,5	1309,4	1120,0
7	Mg ²⁺	134,1	137,0	96,0
8	Fe	70	1,4	32
9	SO ₄ ²⁻	14,4	1,6	42,0
10	NH ₄ ⁻	250	50	87
11	NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻	-	-	-

Коррозионная агрессивность продукции скважин обусловлена растворенными в пластовой воде солями (ионы [Cl-], [HCO3-]), углекислым газом, pH воды (ионы [H+]), для защиты промысловых трубопроводов от коррозии предусмотрена подача ингибитора коррозии «Акватек» в коллекторы продукции скважин от установок автоматизированных групповых замерных.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Сведения о предприятии	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					41	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

3. Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов

3.1. Понятие о техническом состоянии объекта

Техническое состояние объекта – это состояние, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, значениями параметров, установленных технической документацией на объект.

В современной практике в качестве базовой концепции контроля технического состояния промышленных трубопроводов принят подход, основанный на принципе «безопасной эксплуатации по техническому состоянию», т.е. на диагностике технического состояния и определения остаточного ресурса трубопроводов нефтедобывающего производства. По определению, контроль технического состояния трубопровода – это проверка соответствия фактических параметров, подверженных изменению в процессе эксплуатации, их проектных значений.

Контролируемыми параметрами технического состояния действующих нефтепроводов являются параметры, изменение которых (в отдельности или совокупности) может привести трубопровод в неработоспособное состояние.

Для действующих трубопроводов такими параметрами являются:

- толщина стенки трубы;
- геометрия труб;
- герметичность нефтепровода;
- состояние изоляции;
- положение трубопровода в пространстве.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					42	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

3.2. Классификация дефектов

Наиболее общей является классификация дефектов *по его геометрическим размерам*:

- макродефекты – дефекты, размеры которых позволяют выявлять их различными методами НК, большинством дефектоскопов;
- микродефекты – дефекты, размеры которых соизмеримы с размерами зерен металла и не позволяют обнаруживать их современными средствами технической дефектоскопии.

По влиянию на напряженно-деформированное состояние конструкций дефекты делятся на:

- классические дефекты;
- трещиноподобные дефекты.

Для металлических конструкций имеет подразделение дефектов в зависимости *от происхождения и причин их образования, точнее в зависимости от этапов изготовления конструкции*:

- металлургические;
- строительные;
- технологические;
- эксплуатационные.

С точки зрения необходимости применения различных методов НК дефекты подразделяют на:

- поверхностные или явные;
- внутренние или скрытые.

С точки зрения ремонтпригодности выявляемые при обследовании трубопроводов дефекты делят на:

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.					
Руковод.		Богданов А.Л.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист
Консульт		Брусник О.В.					43
Зав.каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
						Листов	118

- исправимые – устранение которых технически возможно и экономически целесообразно;
- неисправимые – устранение которых связано со значительными затратами или невозможно.

Наиболее типичные для трубопроводов *дефекты, повреждения и несовершенства конструкции, выявляемые при диагностировании*, по характеру проявления могут быть подразделены на две основные группы:

- технологические – дефекты, возникающие в результате строительно-монтажных и ремонтных работ;
- эксплуатационные – дефекты, возникающие в процессе эксплуатации после некоторой наработки.

3.2.1. Технологические дефекты

Вырывы и оплавления – локальные углубления в основном металле стенки, образуются при когезионном отрыве материала стенки, при удалении с помощью газовой резки различных монтажных приспособлений, также могут быть результатом механических повреждений.

Закаты и расслоения – дефекты металлургического происхождения, образуются при изготовлении листового проката и труб. Представляют собой узкую полость значительной площади, расположенную вдоль слоев проката листов стенки с выходом или без выхода на поверхность металла.

Подрезы – узкие углубления в основном металле вдоль края зоны сплавления сварного шва.

Вмятины и выпучины – местные упругопластические деформации стенки различной величины и формы внутрь или наружу, имеющие плавное сопряжение поверхностей.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					44	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Газовые поры – поверхностные и внутренние поры, возникающие вследствие попадания в металл шва атмосферных газов и газов, образовавшихся при сварке.

Неметаллические включения – шлаки, оксиды, сульфиды и нитриды, не успевшие всплыть на поверхность сварочной ванны в процессе сварки и оставшиеся в металле шва.

Непровары – местные несплавления свариваемых кромок основного и наплавленного металла, а также отдельных слоев шва при многослойной сварке.

Прожоги – проплавление основного или наплавленного металла с возможным образованием сквозных отверстий.

Раковины – углубления на наружной или внутренней поверхности листов металла.

Наплывы – натекание жидкого наплавленного металла на непрогретые поверхности кромок основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ними.

Нарушения установленных размеров и формы шва – неплотность ширины и высоты шва, чрезмерное усиление и резкие переходы от основного металла к наплавленному металлу шва, грубая чешуйчатость.

Трещины – наружные и внутренние трещины в сварном шве и зоне сплавления с основным металлом, образующиеся вследствие неравномерного нагрева, охлаждения и усадки.

Дефекты микроструктуры – микропоры, микротрещины, кислотные и другие неметаллические включения, крупнозернистость, участки перегрева и пережога.

Перегрев – участок металла шва с крупнозернистым строением.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					45
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Пережог – поверхность с зёрнами с окисленной поверхностью и очень низким взаимным сцеплением.

3.3. Комплексное техническое диагностирование

Проведение технического диагностирования начинается с определения целей и задач. Основной задачей является обнаружение и идентификация определенных типов дефектов с требуемой точностью, к которой относятся точность определения размеров дефектов и точность определения положения дефектов на трубопроводе в продольном направлении и на окружности поперечного сечения трубопровода.

Техническое диагностирование промышленных трубопроводов должно предусматривать выполнение таких работ, как:

- 1) сбор и анализ информации, ознакомление с технической документацией;
- 2) ВТД – в целях выявления дефектов геометрии трубопроводов, дефектов стенки трубы и сварных швов;
- 3) наружное диагностирование методами НК – для обнаружения дефектов, которые в силу конструктивных особенностей, не обнаруживаются ВТД;
- 4) ДДК для верификации полученной информации.

3.3.1. Внутритрубная диагностика

ВТД проводится с целью получения информации о расположении, параметрах дефектов и их наличии. Она включает в себя следующие этапы:

- 1) очистка внутренней полости трубопровода от посторонних предметов, окалины, отложений с помощью очистных устройств;
- 2) калибровка трубопровода скребком-калибром с калибровочным блоком;
- 3) профилометрия трубопровода, которая осуществляется с помощью профилометра, с дальнейшим заключением о возможности проведения

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					46	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

диагностики магнитными дефектоскопами продольного (MFL) и поперечного (TFI) намагничивания с дальнейшими рекомендациями по устранению дефектов геометрии, которые могут препятствовать пропуску магнитных дефектоскопов;

4) дефектоскопия стенки трубы, продольных и поперечных швов магнитными дефектоскопами, для выявления недопустимых дефектов, которые требуют срочного ремонта;

5) формирование отчета по результатам ВТД с рекомендациями по ремонту и определенным остаточным ресурсом трубопровода.

Вышеперечисленные этапы показывают, что внутритрубная диагностика – это есть система диагностики трубопроводов, состоящая из 4х уровней (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Уровни ВТД

На I уровне диагностики нашел свое применение многоканальный профилемер (рисунок 3.2), с помощью которого осуществляется контроль

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					47	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

геометрии трубопровода. На этом уровне происходит выявление дефектов геометрии и углов поворота трубопровода, их идентификация, а так же измерение их параметров.



Рисунок 3.2 – Профилемер

На II уровне применяется магнитный дефектоскоп продольного намагничивания (MFL) (рисунок 3.3) для выявления, идентификации и измерения параметров потери металла в трубопроводе. К обнаруживаемым дефектам относят коррозию, как внутреннюю потерю металла, а так же риски, царапины, задиры, расслоения, гофры и т.д., как внешнюю потерю металла. Этот же дефектоскоп будет использоваться на III уровне диагностики. Но в этом случае, он будет выявлять трещины, трещиноподобные дефекты и другие дефекты в поперечных сварных швах и околошовной зоне.



Рисунок 3.3 – Дефектоскоп продольного намагничивания

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					48
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

На последнем IV уровне диагностики пользуются магнитным дефектоскопом продольного намагничивания (TFI) (рисунок 3.4) для обнаружения дефектов продольного сварного шва трубопровода.



Рисунок 3.4 – Дефектоскоп поперечного намагничивания

После того, как диагностика закончена, данные по состоянию трубопроводов направляется в организацию, занимающуюся трактовкой этих сведений. Затем составляется отчет, в котором обязательно присутствует описание дефектов, их параметры, местоположение, рекомендации по дальнейшей эксплуатации трубопровода, а также рассчитанное время безопасной эксплуатации.

3.3.2 Методы неразрушающего контроля

3.3.2.1 Визуально-измерительный контроль

ВИК – это один из методов неразрушающего контроля оптического вида. Он основан на получении первичной информации о контролируемом объекте при визуальном наблюдении или с помощью оптических приборов и средств измерений.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					49
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					
							Листов
							118

Визуальный и измерительный контроль материала (полуфабрикатов, заготовок, деталей) и сварных соединений проводят на следующих стадиях:

- 1) входного контроля (с целью подтверждения его соответствия требованиям стандартов, технических условий);
- 2) изготовления деталей, сборочных единиц и изделий (проводят с целью выявления деформаций, поверхностных трещин, расслоений, закатов, забоин, рисок, раковин и других несплошностей; проверки геометрических размеров заготовок, полуфабрикатов и деталей; проверки допустимости выявленных деформаций и поверхностных несплошностей);
- 3) подготовки деталей и сборочных единиц к сборке (выполняют с целью подтверждения соответствия качества их изготовления и подготовки требованиям рабочих чертежей, технологии изготовления (технологии сборки,гиба) и прочей производственно-технологической документации (далее - ПТД), требованиям нормативной технической документации (далее - НД), ТУ на изготовление и Правил);
- 4) подготовки деталей и сборочных единиц к сварке (выполняют с целью подтверждения соответствия качества их изготовления и подготовки требованиям рабочих чертежей, технологии изготовления (технологии сборки,гиба) и прочей производственно-технологической документации (далее - ПТД), требованиям нормативной технической документации (далее - НД), ТУ на изготовление и Правил);
- 5) сборки деталей и сборочных единиц под сварку (проводят с целью выявления и проверки обеспечения допустимых размеров зазоров, смещений кромок, формы и размеров кромок и геометрического положения (излома или перпендикулярности) осей и поверхностей собранных элементов);
- 6) процесса сварки (выполняют с целью подтверждения их соответствия требованиям конструкторской документации, ПТД и (или) НД и Правил);

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					50	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

- 7) контроля готовых сварных соединений и наплавов (проводят с целью выявления деформаций, поверхностных трещин, подрезов, прожогов, наплывов, кратеров, свищей, пор, раковин и других несплошностей и дефектов формы швов; проверки геометрических размеров сварных швов и допустимости выявленных деформаций, поверхностных несплошностей и дефектов формы сварных швов);
- 8) исправления дефектных участков в материале и сварных соединениях (наплавках) (выполняют с целью подтверждения полноты удаления дефекта, проверки соответствия формы и размеров выборки дефектного участка и качества заварки выборок (в случаях, когда выборка подлежит заварке) требованиям ПТД, НД и Правил);
- 9) оценки состояния материала и сварных соединений в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений, в том числе по истечении установленного срока их эксплуатации (проводят с целью выявления изменений их формы, поверхностных дефектов в материале и сварных соединениях (наплавках), образовавшихся в процессе эксплуатации (трещин, коррозионных и эрозионных повреждений, деформаций и пр.).

Перед началом выполнения данного вида контроля, необходимо подготовить место производства работ. Так как ВИК трубопровода выполняется в процессе его эксплуатации, т. е. в трассовых условиях, то должен быть обеспечен удобный подход специалистов к месту контроля для достаточного обзора глаза. Подлежащая контролю поверхность, как правило, рассматривается под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм (рисунок 3.5).

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					51
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

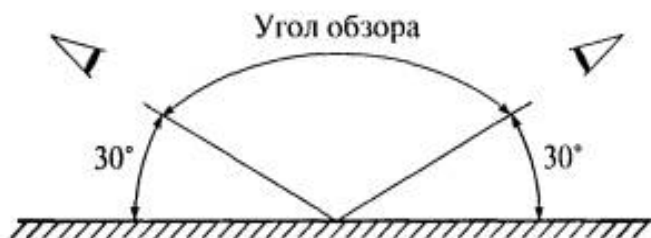


Рисунок 3.5 – Условия визуального контроля

ВИК при техническом диагностировании трубопровода следует проводить после прекращения его работы, так как он находится под давлением. Поверхность в зоне контроля должна быть очищена от изоляционного покрытия, от ржавчины, окалин, грязи, шлака и т.д. до чистого металла.

После подготовки, можно приступать к контролю, в котором можно использовать: лупы, в том числе измерительные; линейки измерительные металлические; угольники поперочные 90° лекальные; штангенциркули, штангенрейсмусы и штангенглубиномеры; щупы; угломеры с нониусом; стенкомеры и толщиномеры индикаторные; микрометры; нутромеры микрометрические и индикаторные; калибры; эндоскопы; шаблоны, в том числе специальные и универсальные (например, типа УШС), радиусные, резьбовые и др.; поперочные плиты; плоскопараллельные концевые меры длины с набором специальных принадлежностей; штриховые меры длины (стальные измерительные линейки, рулетки). Допускается применение других средств визуального и измерительного контроля при условии наличия соответствующих инструкций, методик их применения. Преимущества и недостатки ВИК представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Преимущества и недостатки ВИК

Преимущества	Недостатки
1. Простой и удобный метод	1. Человеческий фактор

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					52	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

2. Позволяет получить до 50% информации об объекте	2. Низкая достоверность результатов и субъективность
3. Малые временные затраты	3. Обнаружение только крупных дефектов
4. Низкая стоимость	4. Ограниченность только видимой частью конструкции
5. Легко подвергается проверке	

По способу и качеству диагностики даже несовершенный визуальный контроль швов является необходимым методом, как и на стадии проведения комплексной диагностики, так и в течении всего технологического процесса.

3.3.2.2 Акустико-эмиссионный контроль

Акустическая эмиссия – эффективный метод неразрушающего контроля и оценки материалов, основанный на обнаружении упругих волн, которые генерируются при внезапной деформации напряженного материала.

Метод акустической эмиссии позволяет проводить диагностирование технического состояния трубопровода дистанционным способом. Для достижения этой цели на всем протяжении обследуемого участка трубопровода устанавливают датчики – преобразователи акустической эмиссии (ПАЭ) в определенном порядке. Рекомендуемая схема размещения датчиков ПАЭ приведена на рисунке 3.6.

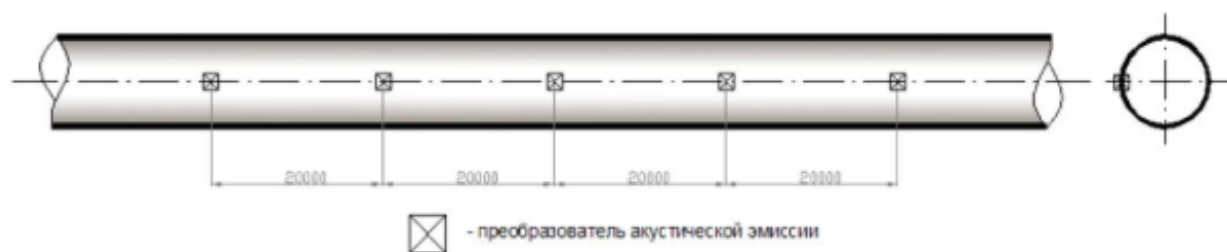


Рисунок 3.6 – Пример установки датчиков ПАЭ на объекте обследования

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					53
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					
							Листов
							118

Места установки датчиков ПАЭ размечаются с помощью металлической или лазерной рулеткой и зачищаются от лакокрасочного покрытия, отслаивающейся окалины, ржавчины и др. до чистого металла.

Датчики устанавливаются через тонкий слой контактной смазки и крепятся с помощью магнитных прижимов. В качестве контактной смазки могут быть использованы литол, солидол, глицерин, машинное масло и т.п. Для проведения эмиссионных работ рекомендуется использовать частоты 10—40 кГц. Величина расстояния между ПАЭ должна быть не более $1,5 \cdot L_{\text{зон}}$ (где $L_{\text{зон}}$ – радиус зоны уверенного приема для используемых ПАЭ). Радиус зоны уверенного приема определяется по кривой затухания упругих волн в материале трубы.

Акустическая эмиссия - физическое явление, связанное с излучением упругих волн исследуемым объектом при нелинейных трансформациях его структуры, вызванных локальной внутренней динамической перестройкой решетки твердого тела. При перестройке решетки межатомные расстояния изменяются. Происходит разрыв связи, в результате чего атомы в месте разрыва связи начинают колебаться относительно своего исходного положения. Рождается упругое колебание, в теле распространяется упругая волна. Наиболее распространенными типами упругих волн являются продольные, поперечные, поверхностные (Релэя) и нормальные (волны Лэмба). Процесс разрыва быстро затухает. Поэтому упругое колебание имеет форму короткого импульса. Эти импульсы упругих колебаний и называют "акустической эмиссией".

Для того, чтобы зародился импульс акустической эмиссии, нужна внешняя сила, которая будет деформировать твердое тело. Эту силу можно создать механическим способом, подвергнув материал нагрузке силой,

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					54	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

давлением или температурным полем. В нашем случае используют прием повышения внутреннего давления.

После обработки принятых сигналов результаты обследования представляют в виде идентифицированных и классифицированных источников АЭ:

- первый — пассивный источник, регистрируемый для анализа динамики его развития;
- второй — активный источник, требующий дополнительного контроля с использованием других методов;
- третий — критически активный источник, требующий контроля за развитием ситуации и принятия мер по подготовке возможного сброса нагрузки;
- четвертый — катастрофически активный источник, требующий немедленного уменьшения нагрузки до нуля либо до величины, при которой активность источника снижается до уровня второго или третьего класса.

Преимущества и недостатки акустической эмиссии приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Преимущества и недостатки АЭ

Преимущества	Недостатки
1. Способность контролировать 100% диагностируемого участка	1. Сильная чувствительность к шуму и вибрациям
2. Позволяет получить информацию о дефекте задолго до наступления предельного состояния	2. Сложность расшифровки результатов контроля
3. Сокращение времени простоя оборудования	-
4. Позволяет проводить оценку остаточного ресурса трубопровода	-
5. Определять степень опасности выявленных дефектов	-

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					55	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

3.3.2.3. Ультразвуковой контроль

Ультразвуковая дефектоскопия основана на явлениях, происходящих на границе раздела двух сред, имеющих разные акустические сопротивления.

В общем случае на границе раздела могут происходить три явления: отражение, преломление и трансформация волн.

Отражением называют изменение направления УЗ волны на границе раздела, при котором волна не переходит в другую среду.

Преломлением называют изменение направления УЗ волны на границе раздела, при котором волна переходит в другую среду.

Трансформацией называют преобразование волн одного типа в волны другого типа, происходящее на границе раздела двух сред.

Чем больше отличаются акустические сопротивления сред, тем большая часть энергии звуковой волны отразится от границы раздела двух сред. Этим условием определяется как возможность, так и эффективность выявления нарушений сплошности материала (включений среды с акустическим сопротивлением, отличающимся от сопротивления контролируемого материала).

Классификация ультразвуковых дефектоскопов.

Ультразвуковой дефектоскоп - это электронно-акустическое устройство, предназначенное для возбуждения - приема УЗ колебаний и преобразования их в вид, удобный для вывода на соответствующий индикатор, снабженное сервисными устройствами для измерения параметров принятых сигналов.

В зависимости от области применения дефектоскопы делят (ГОСТ 23049) на приборы общего назначения и специализированные. В зависимости функционального назначения дефектоскопы подразделяют на следующие группы:

1 - для обнаружения дефектов (пороговые дефектоскопы);

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					56
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					
							Листов
							118

- 2 - для обнаружения дефектов, измерения глубин их залегания и измерения отношения амплитуд сигналов от дефектов;
- 3 - для обнаружения дефектов, измерения глубин их залегания и измерения эквивалентной площади дефектов по их отражающей способности или условных размеров дефектов;
- 4 - для обнаружения дефектов, распознавания их форм или ориентации, для измерения размеров дефектов или их условных размеров.

По конструктивному исполнению дефектоскопы делятся на стационарные, переносные и портативные. По степени участия дефектоскописта в процессе контроля различают ручные, механизированные и автоматизированные дефектоскопы.

Из числа акустических методов чаще всего применяют ультразвуковую дефектоскопию (УЗД), ультразвуковую толщиномирию (УЗТ) и акустико-эмиссионный неразрушающий контроль. На УЗД в мировой практике приходится в настоящее время 60 % всего объема неразрушающего контроля.

Акустические колебания представляют собой механические колебания частиц упругой среды. Процессы распространения этих колебаний в среде называют акустическими волнами. Линию, указывающую направление распространения волны, называют лучом, а границу раздела колеблющихся частиц от неколеблющихся - фронтом волны.

Акустические колебания характеризуются частотой, интенсивностью и видом. Виды колебаний в основном определяются свойствами упругой среды и способом их создания. В жидкостях и газах, обладающих упругостью объема, акустические колебания распространяются с одинаковой скоростью во всех направлениях. В твердых телах, характеризующихся помимо упругости объема еще и упругостью формы (сдвиговой упругостью) и неодинаковостью деформаций растяжение-сжатие по различным направлениям (для

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					57	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

анизотропных тел), закономерности распространения акустических волн значительно сложнее.

Колебания с частотой до 16...20 Гц называют инфразвуковыми. Колебания с частотой от 16...20 до $(15...20)10^3$ Гц составляют диапазон слышимости, воспринимаемый человеческим ухом. При увеличении частоты колебаний звука более 20 кГц он переходит в ультразвук; при этом способность его распространения меняется: в воздухе способность распространения уменьшается, в твердых и жидких средах - увеличивается. При неразрушающем контроле металлических материалов используются частоты ультразвукового диапазона 0,5...25 МГц (500...25000 кГц).

Распространение акустической ультразвуковой волны в материале происходит с определенной постоянной скоростью C , определяемой свойствами среды. Распространение волны сопровождается образованием в материале зон, в которых частицы находятся в одинаковом колебательном состоянии (фазе). Минимальное расстояние между такими зонами называют длиной волны.

Изменить длину ультразвуковой волны в конкретном материале можно только путем изменения частоты f возбуждаемых колебаний.

Направление колебаний частицы в твердых телах может быть различным по отношению к направлению распространения волны. По характеру смещения частиц и распространению колебаний волны бывают нескольких типов.

Характер деформации твердых тел при распространении в них упругих волн некоторых типов (величины деформации тела очень малы и измеряются долями процента от длины волны): а - продольные (растяжение-сжатие); б - поперечные (сдвиговые). Продольными называют волны, когда частицы

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					58
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

упругой среды колеблются в направлении распространения волны, подвергаясь при этом поочередно деформациям растяжения-сжатия.

Если частицы среды колеблются перпендикулярно направлению распространения, испытывая деформации сдвига, такие волны называют поперечными или сдвиговыми. Поперечные волны могут возникать только в твердых средах, обладающих сдвиговой упругостью.

Преимущества: Ультразвуковой контроль не разрушает и не повреждает исследуемый образец, что является его главным преимуществом. Возможно проводить контроль изделий из разнообразных материалов, как металлов, так и неметаллов. Кроме того можно выделить высокую скорость исследования при низкой стоимости и опасности для человека (по сравнению с рентгеновской дефектоскопией) и высокую мобильность ультразвукового дефектоскопа.

Недостатки: Использование пьезоэлектрических преобразователей требует подготовки поверхности для ввода ультразвука в металл, в частности создания шероховатости поверхности не ниже класса 5, в случае со сварными соединениям ещё и направления шероховатости (перпендикулярно шву). Ввиду большого акустического сопротивления воздуха, малейший воздушный зазор может стать непреодолимой преградой для ультразвуковых колебаний. Для устранения воздушного зазора, на контролируемый участок изделия предварительно наносят контактные жидкости, такие как вода, масло, клейстер. При контроле вертикальных или сильно наклоненных поверхностей необходимо применять густые контактные жидкости с целью предотвращения их быстрого стекания.

Для контроля изделий с внешним диаметром менее 200 мм, необходимо использовать преобразователи, с радиусом кривизны подошвы R , равным $0,9-1,1R$ радиуса контролируемого объекта, так называемые притертые

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					59
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

преобразователи, которые в таком виде непригодны для контроля изделий с плоскими поверхностями. Например для контроля цилиндрической поковки, необходимо производить перемещение преобразователя в двух взаимно перпендикулярных направлениях, что подразумевает под собой использование двух притёртых преобразователей — по одному для каждого из направлений.

Как правило ультразвуковая дефектоскопия не может дать ответ на вопрос о реальных размерах дефекта, лишь о его отражательной способности в направлении приемника. Эти величины коррелируют, но не для всех типов дефектов. Кроме того, некоторые дефекты практически невозможно выявить ультразвуковым методом в силу их характера, формы или расположения в объекте контроля.

Практически невозможно производить достоверный ультразвуковой контроль металлов с крупнозернистой структурой, таких как чугун или аустенитный сварной шов (толщиной свыше 60 мм) из-за большого рассеяния и сильного затухания ультразвука. Кроме того, затруднителен контроль малых деталей или деталей со сложной формой. Также затруднен ультразвуковой контроль сварных соединений из разнородных сталей (например аустенитных сталей с перлитными сталями) ввиду крайней неоднородности металла сварного шва и основного металла.

3.3.2.4 Магнитные методы

Магнитный неразрушающий контроль — неразрушающий контроль, основанный на регистрации магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами, или на определении магнитных свойств объекта.

Магнитный метод контроля применяют в основном для контроля изделий из ферромагнитных материалов, т. е. из материалов, которые способны существенно изменять свои магнитные характеристики под

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					60	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

воздействием внешнего (намагничивающего) магнитного поля. По способу получения первичной информации различают следующие методы магнитного контроля: магнитопорошковый, магнитографический, феррозондовый, эффект Холла, индукционный, пондеромоторный, магниторезисторный.

Все магнитные методы неразрушающего контроля сплошности металла основаны на обнаружении локальных возмущений поля, создаваемых дефектами в намагниченном ферромагнетике. При намагничивании объекта магнитный поток протекает по объекту контроля. В случае нахождения несплошности на пути магнитного потока, возникают поля рассеивания, форма и амплитуда которых несет информацию о размере, характере, и глубине залегания дефекта.

Сущность магнитных методов испытаний заключается в том, что различные дефекты в намагниченном металле вызывают искажения магнитных силовых линий. Эти искажения появляются благодаря тому, что раковины, трещины, поры, включения и другие дефекты в металле обладают иными магнитными свойствами, чем окружающий их металл.

Для обнаружения и измерения искажений магнитных силовых линий (потока рассеяния) в промышленности используется несколько способов.

Наиболее простой способ — обнаружение дефектов компасом — заключается в том, что стрелка компаса, поднесенного к исследуемому намагниченному металлу, будет стремиться располагаться: вдоль направления силовых линий магнитного поля. Перемещая, компас вдоль металлического стержня и приблизившись к скрытому дефекту, произойдет отклонение магнитной стрелки, что укажет на наличие дефекта в этом месте.

Однако способ обнаружения дефектов с помощью компаса обладает низкой чувствительностью, что не позволяет использовать его для автоматического контроля.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					61	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

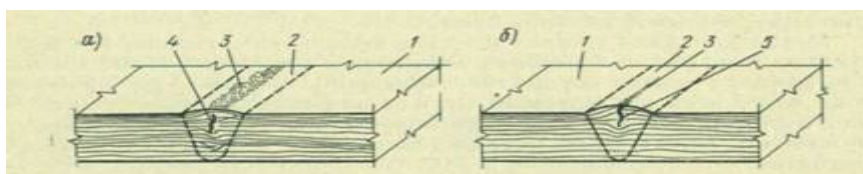
Магнитная, порошковая дефектоскопия основана на том, что наличие дефекта в намагниченном металле выявляется по магнитному полю рассеяния ферро-магнитных частиц вокруг дефекта. Этот метод контроля является простым и достаточно надежным для обнаружения трещин и других дефектов как на поверхности металла, так и на небольшой глубине от нее.

Метод контроля состоит из двух этапов: намагничивания испытуемого металла и нанесения магнитных порошков. Намагничивание металла может осуществляться пропусканием электрического тока через весь исследуемый металл или необходимую часть его-или путем пропускания электрического тока через проводник, окружающий испытуемый металл (соленоид), а также с помощью магнитов.

В качестве магнитных порошков используются тонко измельченные ферромагнитные порошки, обладающие высокой магнитной проницаемостью, получаемые из отходов стали, магнетита, феррита и т. д. Порошки используют как в сухом виде, так и в виде суспензий. Перед нанесением порошков поверхность испытуемого металла очищают от окалины и ржавчины путем обработки ее пескоструйным аппаратом, проволочной щеткой или методом шлифования.

После этого в зоне поверхностного дефекта возникает парамагнитных полюсов, которые подобно маленьким магнитам задерживают магнитный порошок по контуру имеющегося дефекта, образуя его видимое изображение (рисунок 3.7). При наличии поверхностных дефектов порошковые рисунки всегда получаются плотными, хорошо сцепляются с поверхностью металла и имеют резкие очертания.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					62
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					



а – трещина на некоторой глубине от поверхности; б – поверхностная трещина:
 1 – свариваемый металл; 2 – сварной шов; 3 – магнитный порошок;
 4 – скрытая трещина; 5 – поверхностная трещина

Рисунок 3.7 – Схема выявления дефектов в шве с помощью магнитного порошка

Если дефект находится на некоторой глубине от поверхности, рисунки получаются менее плотными и с менее резким очертанием-контура дефекта. Однако по виду рисунка легко можно установить характер дефекта и его расположение в металле. При контроле дефектов, расположенных на некоторой глубине от поверхности, пользуются сухим методом, который является более чувствительным по сравнению с мокрым (методом суспензии). Хорошие результаты получаются также, если дефект расположен на глубине не более 6 мм от поверхности.

Выбор оборудования для контроля магнитно-порошковым методом производится в зависимости от вида намагничивающего тока, условий, характера и цели испытаний, а также от типа и состояния, используемых для контроля магнитных порошков. При испытании мелких стальных изделий, закладных деталей и сварных соединений пользуются стационарным лабораторным оборудованием. В случае необходимости проверки качества сложных стальных конструкций и сварных узлов в эксплуатационных условиях используют портативные малогабаритные приборы и установки.

В настоящее время для контроля методом магнитного порошка используются магнитные дефектоскопы. Разработан передвижной магнитный дефектоскоп типа ДМП-3, состоящий из пульта питания и управления устройств намагничивания, приспособлений для намагничивания и устройств для подачи и распыления порошка.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					63
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Существуют и более универсальные магнитные дефектоскопы типа УМДЭ-10000. Кроме намагничивания исследуемого металла, этим дефектоскопом обеспечивается автоматическое регулирование и выключение тока, подача магнитной суспензии и размагничивание металла после окончания испытаний.

Разработаны также полуавтоматические и автоматические установки, в которых весь процесс испытаний и фиксация обнаруженных дефектов автоматизированы.

Преимущества. Благодаря высокой чувствительности, объективности, простоте и скорости операций, четкости определения дефектов и надежности магнитные методы получили большое распространение в промышленности. Их преимуществом является также возможность контроля деталей сложной формы и любых размеров.

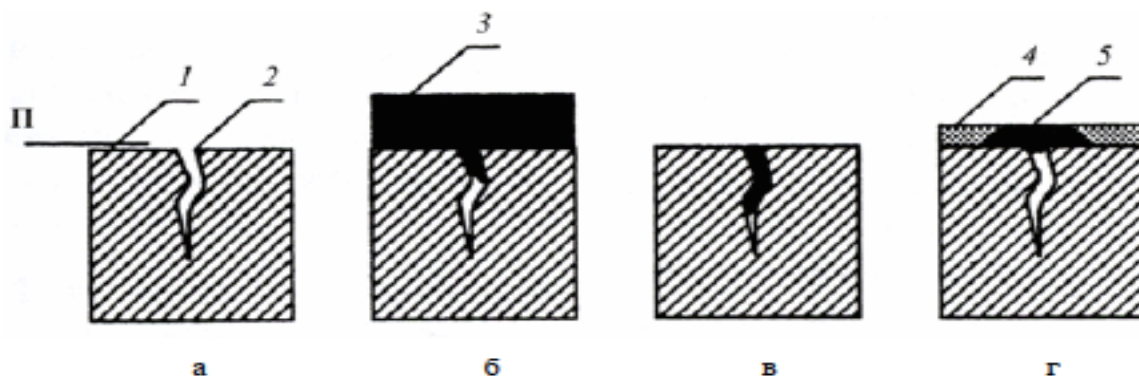
Недостатки магнитопорошкового метода: возможность контроля только изделий из ферромагнитного материала; необходимость использования специального оборудования; невозможность выявления дефектов, расположенных на глубине более 2 мм от поверхности, а также дефектов под немагнитными покрытиями толщиной более 80 мкм при использовании магнитной суспензии. На вероятность обнаружения дефекта влияют многие факторы, в том числе его очертания, ориентация и глубина залегания.

3.3.2.5 Капиллярный метод контроля

Капиллярные методы контроля основаны на проникновении индикаторных жидкостей, которые называются пенетрантами, в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя. При проведении контроля капиллярными

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					64
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

методами, на поверхность контролируемого изделия (1) (рисунок 3.8,а) наносится индикаторный пенетрант (3) (рисунок 3,8, б), способный проникать в дефекты (2) и имеющий характерный цветовой тон и (или) люминесцирующий под действием ультрафиолетового излучения. После некоторой выдержки, избытки пенетранта удаляют с контролируемой поверхности изделия при помощи очистителей (рисунок 3.8, в). При этом, поверхностные и сквозные дефекты остаются заполненными индикаторным пенетрантом. После этого на контролируемую поверхность наносят проявитель (4) (рисунок 3.8, г), который втягивает оставшийся в поверхностном дефекте пенетрант (5). Пенетрант несколько расплывается над дефектным участком, образуя индикаторный след, с определенной шириной. Этот след можно увидеть невооруженным глазом или пользуясь лупами небольшого увеличения. Образующиеся индикаторные следы могут люминесцировать в ультрафиолетовых лучах или имеют окраску, вызываемую избирательным поглощением (отражением) части падающих на них световых лучей.



а) 1 – контролируемая поверхность с трещиной, П – поверхность, 2 – трещина;

б) поверхность, покрытая пенетрантом, 3 – пенетрант;

в) трещина с оставшимися после чистки пенетрантом;

г) поверхность, покрытая проявителем, 4 – проявитель, 5 – пенетрант

Рисунок 3.8 – Процесс обнаружения дефектов капиллярным методом контроля

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					65	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Капиллярные методы предназначены для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности.

Они позволяют выявлять трещины, раскрытие которых 2 мм и более, а глубина более 0,02 м, контролировать объекты любых размеров и форм. Необходимым условием выявления дефектов типа нарушения сплошности материала капиллярными методами является наличие полостей, свободных от загрязнений и других веществ, имеющих выход на поверхность объектов и глубину распространения, значительно превышающую ширину раскрытия.

Капиллярный метод контроля *по характеру взаимодействия веществ с контролируемым объектом* является молекулярным, в соответствии с ГОСТ 18353 – 79, а *по первичному информационному параметру* различают жидкостный и газовый.

Основные капиллярные методы контроля классифицируют по типу проникающего вещества и способу получения первичной информации.

Классификация по типу проникающего вещества:

а) *метод проникающих растворов* – жидкостный метод КНК, основанный на использовании в качестве проникающего вещества жидкого индикаторного раствора;

б) *метод фильтрующихся суспензий* – жидкостный метод КНК, основанный на использовании в качестве жидкого проникающего вещества индикаторной суспензии, которая образует индикаторный рисунок из отфильтрованных частиц дисперсной фазы.

Самым простым методом проникающих растворов КНК является мыльная проба, которая предполагает очистку и обезжиривание поверхности с дальнейшим нанесением на нее мыльного раствора. При проникании в каналы

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					66
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

дефектов, мыльный раствор вытесняет из них воздух, который в виде пузырьков выходит на поверхность и очерчивает дефект. Мыльная проба не обеспечивает высокой чувствительности контроля, однако может оказаться полезной при отсутствии специальных дефектоскопических материалов.

Классификация по способу получения первичной информации:

а) *люминесцентный (Л)*, который основан на регистрации контраста, люминесцирующего в длинноволновом ультрафиолетовом излучении индикаторного рисунка на фоне поверхности изделия;

б) *цветной (Ц)*, основанный на регистрации контраста цветного в видимом излучении индикаторного рисунка на фоне поверхности объекта контроля;

в) *люминисцентно-цветной (ЛЦ)* основан на регистрации контраста цветного и люминесцентного индикаторного рисунка на фоне поверхности дефекта контроля в видимом или длинноволновом ультрафиолетовом излучении;

г) *яркостный (Я)*, основанный на регистрации контраста в видимом излучении ахроматического рисунка на фоне объекта контроля.

Комбинированные капиллярные методы подразделяются в зависимости от характера физических полей (излучений) и особенностей их взаимодействия с контролируемым объектом:

а) *капиллярно-электростатический метод (КЭ)* основан на обнаружении индикаторного рисунка, образованного скоплением электрически заряженных частиц у поверхностной или сплошной несплошности неэлектропроводящего объекта, заполненного ионогенным пенетрантом;

б) *капиллярно-электроиндуктивный метод (КИ)* – обнаружение дефектов в неэлектропроводных объектах электроиндуктивным методом по

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					67
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

изменению удельной электрической проводимости в зоне дефекта, заполненного индикаторным пенетрантом;

в) *капиллярно-магнитопорошковый метод (КМ)* основан на обнаружении комплексного индикаторного рисунка, образованного проявителем, содержащим ферромагнитный порошок и индикаторный пенетрант, при контроле ферромагнитного объекта;

г) *капиллярно-радиационный метод излучения (КР)* основан на регистрации ионизирующего излучения радиоактивного пенетранта, заполняющего дефекты объекта;

д) *капиллярно-радиационный метод поглощения* основан на регистрации поглощения ионизирующего излучения в зоне дефекта, наполненного соответствующим пенетрантом.

Физические основы контроля

Капиллярная дефектоскопия основана на капиллярном проникновении индикаторных пенетрантов во внутреннюю полость дефектов, сорбции и диффузии, яркостном и световом контрастах дефектоскопических материалов.

Размеры дефектов, которые должны быть выявлены методами капиллярной дефектоскопии так малы, что обнаружение их невооруженным глазом практически невозможно. Дефект на поверхности изделия можно заметить только в случае, если имеется яркостный (колористический) контраст между самим дефектом и бездефектной частью контролируемого изделия – фоном поверхности. Если фон темный, то дефекты должны быть светлыми и наоборот. Поэтому для обнаружения дефектов невооруженным глазом следует искусственно повысить контрастность дефектного и неповрежденного участков контролируемой поверхности. Это достигается изменением светопоглощения и светоиспускания поверхностей после нанесения специальных индикаторных пенетрантов.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					68	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Первая основная задача капиллярной дефектоскопии – это заполнение полостей дефектов специальными свето- и цветоконтрастными индикаторными пенетрантами. Макроскопическое раскрытие и длина дефектов уподобляют их капиллярным сосудам, обладающим своеобразной способностью всасывать смачивающие жидкости под действием капиллярных сил. У стенок дефектов шероховатость выше, чем у контролируемой поверхности, поэтому в полостях дефектов у жидкостей будет более высокая смачивающая способность по отношению к твердому телу.

Явления, обусловленные втягиванием смачивающих жидкостей в капилляры или выталкиванием несмачивающих жидкостей из капилляров, называются капиллярными.

На контролируемую поверхность наносят жидкость с большой смачивающей способностью, а значит, и с большим капиллярным давлением, которое заставляет жидкость проникать в мельчайшие поверхностные трещины и поры. Находящийся в полостях дефектов воздух частично вытесняется из них, частично сжимается или растворяется в жидкости.

Если силы взаимодействия между молекулами жидкости и твердого тела больше этих же сил между молекулами самой жидкости, то жидкость хорошо смачивает поверхность твердого тела и образует с ней устойчивую поверхность раздела, т.е. прилипает к ней.

В смачивающую жидкость в качестве индикатора добавляют краситель или люминесцентную добавку. После этого, как жидкость проникнет в значительные дефекты, ее дефекты удаляют с поверхности. При этом часть пенетранта остается в дефекте.

Для отыскания дефекта следует извлечь на поверхность подвергаемое осмотру как можно большее количество индикаторного пенетранта,

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов				
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата					
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.						69	118
Консульт		Брусник О.В.					ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.							

находящегося в микрополости. В этом состоит вторая задача капиллярных методов.

Извлечение и локализация индикаторного пенетранта у кромок поверхностных и сквозных несплошностей достигается за счет молекулярных сил и сорбционных свойств проявителей пенетранта.

При физической адсорбции молекулы индикаторного пенетранта сохраняют свое первоначальное строение, а при химической – образуют на контролируемой поверхности изделия химическое соединение с проявителем пенетранта.

Чувствительность КНК – это качество контроля, характеризующее порогом, классом и чувствительностью средств контроля в отдельности, либо целесообразным сочетанием. Она условно определяется наименьшими значениями раскрытия, глубины и длины выявляемого дефекта по его индикаторному следу (таблица 8).

Таблица 8 – Классы чувствительности в зависимости от размеров выявляемых дефектов

Класс чувствительности	Ширина раскрытия дефекта, мкм
I	Менее 1
II	От 1 до 10
III	От 10 до 100
IV	От 100 до 500
технологический	Не нормируется

Дефектоскопические материалы

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					70
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Дефектоскопические материалы – это специализированные вещества, предназначенные для пропитки, нейтрализации или удаления избытка проникающего вещества с поверхности и проявления его остатков с целью получения в первичной информации о наличии несплошности в объекте контроля. Их выбирают в зависимости от требований, предъявляемых к контролируемому изделию, его состояния и условий работы. Их комплектуют в целевые наборы, в которые входят совместимые дефектоскопические материалы:

И – индикаторный пенетрант;

М – очиститель объекта контроля от пенетранта;

Г – гаситель;

П – проявитель пенетранта.

Индикаторный пенетрант (И) – это проникающая индикаторная жидкость, имеющая в своем составе вещества, которые являются химически активными по отношению к проявителю пенетранта и предназначены для заполнения полостей открытых поверхностных дефектов и последующего образования индикаторного следа с необходимыми яркостно-цветовыми или другими свойствами, достаточными для его индикации и регистрации.

Индикаторные пенетранты подразделяют в зависимости от физического состояния и колористических признаков на растворы и суспензии, как показано в таблице 9.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов				
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата					
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.						71	118
Консульт		Брусник О.В.					ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.							

Таблица 9 – Зависимость индикаторных пенетрантов от физического состояния и колористических признаков на растворы и суспензии

<i>Физическое состояние индикаторного пенетранта</i>	<i>Колористический признак индикаторного пенетранта</i>	<i>Колористическая характеристика индикаторного следа дефекта</i>
Проникающий раствор	Ароматический	Черный, серый, бесцветный
	Цветной	Имеет характерный цветовой тон при наблюдении в видимом излучении
	Люминесцентная	Испускает видимое излучение под воздействием длинноволнового ультрафиолетового излучения
	Люминесцентно-цветной	Имеет характерный цветовой тон при наблюдении в видимом излучении и люминесцирует под воздействием длинноволнового ультрафиолетового излучения
Суспензии	Люминесцентный или цветной	Скопление люминесцентных или цветных частиц в устье дефекта

Очиститель от пенетранта (М) – состав, предназначенный для удаления индикаторного пенетранта с контролируемой поверхности изделия самостоятельно или в сочетании с растворителем или водой. В качестве очистителя пенетранта используют поверхностно-активные вещества типа

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					72	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

ОП-10, моющие порошки, а также этиловый ректифицированный спирт и другие жидкости.

Гаситель пенетранта (Г) – состав, предназначенный для устранения фоновой окраски при цветном методе контроля или люминесценции при люминесцентном или люминесцентно-цветном методе контроля остатков индикаторного пенетранта на контролируемой поверхности. В качестве гасителя для люминесцентных пенетрантов используется смесь резорцина с изопропиловым спиртом или ацетоном.

В зависимости от характера взаимодействия с индикаторным пенетрантом очистители и гасители подразделяют на растворяющие, самоэмульгирующие и эмульгирующие при внешнем воздействии.

Проявитель пенетранта (П) – состав, предназначенный для извлечения индикаторного пенетранта из полости дефекта с целью образования индикаторного следа и создания фона, облегчающего обнаружение местоположения и визуальное восприятие изображения дефекта (таблица 10).

В зависимости от характера взаимодействия проявителя с индикаторным пенетрантом существуют:

- химически пассивные, не меняющие колористические свойства индикаторного пенетранта;
- химически активные, (реактивные) меняющие цвет, способность люминесцировать или дающие продукты реакции, индицирующие дефекты.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					73
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Таблица 10 – Характеристики физических состояний проявителей

<i>Физическое состояние</i>	<i>Принцип действия</i>	<i>Характеристика</i>
Порошок	Сорбционный	Сухой, преимущественно белый сорбент, поглощающий индикаторный пенетрант
Суспензия		Преимущественно белый сорбент, поглощающий индикаторный пенетрант, диспергированный в летучих растворителях, воде или быстросохнущих смесях
Краска (лак)	Диффузионный	Связывающий пигментированный или бесцветный быстросохнущий раствор, поглощающий индикаторный пенетрант
Пленка		Бесцветная или белая накладная лента с проявляющим, например, липким слоем, поглощающим индикаторный пенетрант, отделяемый с индикаторным следом от контролируемой поверхности

Аппаратура для капиллярного контроля

Для обнаружения дефектов капиллярными методами контроля применяют дефектоскопы различных типов, состоящие из приборов и вспомогательных средств. В зависимости от функционального назначения и эксплуатационной законченности дефектоскопы включают в себя полностью или частично следующие функциональные устройства подготовки объектов к контролю; обработки объектов дефектоскопическими материалами; выявления дефектов; контроля качества дефектоскопических материалов; контроля ультрафиолетового, видимого, теплового и других используемых излучений, контроля технологических процессов подготовки объектов и обработки их дефектоскопическими материалами.

В комплект дефектоскопа входят баллоны с проникающей жидкостью, проявляющей краской и растворителем для удаления излишков проникающей жидкости в процессе контроля, а также футляр с кистями, эталонный образец

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					74	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

со шлифовочными трещинами, малогабаритный краскораспылитель и 7-кратная лупа.

Дефектоскопы изготавливают в следующих исполнениях: переносные, передвижные и стационарные.

По своему технологическому назначению аппаратура и оборудование для капиллярного контроля делится на унифицированные группы:

- КД-10...КД-19 – стационарные комплексные дефектоскопы – типа КД-10 – базовая модель;
- КД-20...КД-29 – стационарные передвижные для выполнения отдельных операций, например осмотра изделий в УФ излучении, КД-20 – базовая модель;
- КД-30...КД-39 – переносные ультрафиолетовые облучатели, КД-30 – базовая модель;
- КД-40,...КД-49 – переносные аэрозольные дефектоскопы, КД-40 – базовая модель;
- КД-50...КД-59 – ряд вспомогательных средств, КД-50 – базовая модель;
- КД-60...КД-69 – ряд ультрафиолетовых облучателей с источниками УФ-излучения, КД-60 – базовая модель.

Тип аппаратуры и оборудования выбирают с учетом их размеров и массы, условий и объема работы; требуемой производительности и типа используемых дефектоскопических материалов.

Технологический процесс цветной капиллярной дефектоскопии

Основные технологические операции методов капиллярного неразрушающего контроля деталей, сборочных единиц и сварочных соединений заключаются в следующем:

- 1) подготовка дефектоскопических материалов и проверка их качества;

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					75	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

- 2) подготовка изделий к контролю, их очистка и обезжиривание;
- 3) сушка изделий и удаление растворов из полостей дефектов;
- 4) нанесение на контролируемую поверхность изделия индикаторного пенетранта;
- 5) удаление избытка пенетранта с контролируемой поверхности;
- 6) нанесение проявителя пенетранта и выдержка, необходимая для того, чтобы проявитель вытянул пенетрант на поверхность из полости дефекта;
- 7) обнаружение дефектов при наблюдении контролируемой поверхности изделия в темноте в ультрафиолетовом или видимом свете;
- 8) разметка дефектов и оценка качества изделия;
- 9) удаление проявителя и следов других дефектоскопических материалов с контролируемой поверхности изделия.

1) Подготовка изделий к контролю.

Подготовка объектов к контролю включает в себя очистку контролируемой поверхности и полостей дефектов от всевозможных загрязнений, лакокрасочных покрытий, моющих составов и дефектоскопических материалов, оставшихся от предыдущего контроля, а также сушку контролируемой поверхности и полостей дефектов.

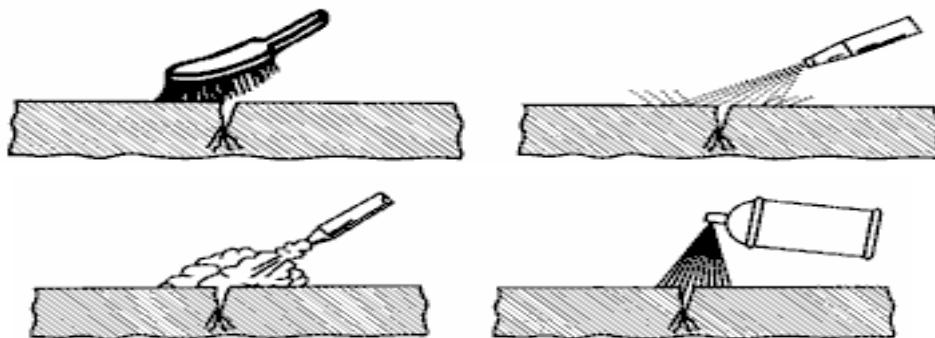
Способ подготовки изделий к производственному контролю выбирают в зависимости от их материала, вида загрязнения и покрытий, предшествующих способов механической обработки и других факторов. Шероховатость контролируемой поверхности при проведении контроля должна быть $RZ \leq 20$ мкм; при $RZ > 20$ мкм чувствительность значительно снижается.

Способы очистки контролируемой поверхности приведены ниже (рисунок 3.9):

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					76
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

- механический – очистка струей абразивного материала (песком, дробью, косточковой крошкой, металлической щеткой) или механической обработкой поверхности (рисунок 3.9, а, б);
- паровой – очистка в парах органических растворителей (рисунок 3.9, в);
- растворяющий – очистка промывкой, протирка с применением воды, водных моющих растворов или легколетучих растворителей (ацетон, авиационный бензин, растворитель 645 (рисунок 3.9, г);
- химический – очистка водными растворами химических реактивов для удаления коррозии и очистки устья и внутренних полостей дефектов от твердых частиц и отложений;
- электрохимический – очистка водными растворами химических реактивов с одновременным воздействием электрического тока;
- ультразвуковой – очистка растворителями, водой или водными растворами химических соединений в ультразвуковом поле с использованием ультразвукового капиллярного эффекта;
- анодно-ультразвуковой – очистка водными растворами химических реактивов с одновременным воздействием ультразвука и электрического тока;
- тепловой – очистка прогревом при температуре, не вызывающей недопустимых изменений материала контролируемого объекта и окисления его поверхности;
- сорбиционный – очистка смесью сорбента и быстросохнущего органического растворителя, наносимой на очищаемую поверхность, выдерживаемой и удаляемой после высыхания.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					77
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					



а – механическая очистка металлической щеткой;
б – механическая очистка струйным методом;
в – обезжиривание горячим паром; г – очистка растворителем
Рисунок 3.9 – Предварительная чистка контролируемой поверхности

2) Обработка объекта дефектоскопическими материалами

После тщательной очистки и сушки контролируемую поверхность детали 3 – 4 раза обильно покрывают пенетрантом. Промежуток между сушкой и нанесением пенетранта не должен превышать 30 мин.

Обработка объекта дефектоскопическими материалами заключается:

- в заполнении полостей дефектов индикаторным пенетрантом;
- удалении избытка индикаторного пенетранта;
- нанесении проявителя.

Способы заполнения дефектов индикаторным пенетрантом:

- капиллярный – самопроизвольное заполнение полостей дефектов индикаторным пенетрантом, наносимым на контролируемую поверхность смачиванием, погружением, струей, распылением сжатым воздухом или инертным газом;
- вакуумный – заполнение полостей дефектов индикаторным пенетрантом при давлении в их полостях менее атмосферного;
- компрессионный – заполнение полостей дефектов индикаторным пенетрантом при воздействии на него избыточного давления;

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промышленных трубопроводов	Лит.	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					78 118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

- ультразвуковой – заполнение полостей дефектов индикаторным пенетрантом в ультразвуковом поле с использованием ультразвукового капиллярного эффекта;
- деформационный – заполнение полостей дефектов индикаторным пенетрантом при воздействии на объект контроля упругих колебаний звуковой частоты или статического нагружения, увеличивающего минимальный размер дефектов.

3) Удаление пенетранта с поверхности изделий

Избыток индикаторного пенетранта удаляют или гасят на контролируемой поверхности с применением очистителя или без него в возможно короткий промежуток времени от момента окончания заполнения полостей дефектов до момента начала проявления.

Способы удаления индикаторного пенетранта:

- протирка – удаление индикаторного пенетранта салфетками с применением или без применения очищающего состава или растворителя;
- промывка – удаление индикаторного пенетранта водой, специальным очищающим составом или их смесями (погружением, струей или распыленным потоком);
- обдувка – удаление индикаторного пенетранта струей песка, дроби, косточковой крошки, древесными опилками;
- гашение – устранение люминисценции или цвета воздействием гасителя.

При использовании водосмываемых (после воздействия очистителя) индикаторных пенетрантов перед употреблением проявителей любого типа (кроме суспензий на водной основе) мокрую контролируемую поверхность подвергают естественной сушке или сушке в потоке воздуха. Допускается протирка чистой тканью или ветошью.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					79
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

4) Нанесение проявителя на поверхность изделий

Существуют различные способы нанесения проявителя на контролируемую поверхность:

- распыление – нанесение жидкого проявителя струей воздуха, инертного газа или безвоздушным методом;
- электрораспыление – нанесение проявителя в электростатическом поле с воздушным или безвоздушным распылением;
- воздушной взвеси – нанесение порошкообразного проявителя созданием его воздушной взвеси в камере, где помещается объект контроля;
- кистевой – нанесение жидкого проявителя кистью, щеткой или средствами, их заменяющими;
- погружение – нанесение жидкого проявителя кратковременным погружением в него объекта контроля;
- обливание – нанесение жидкого проявителя обливанием;
- электроосаждение – нанесение проявителя погружением в него объекта контроля с одновременным воздействием электрического тока;
- посыпание – нанесение порошкообразного проявителя припудриванием или обсыпанием объекта контроля;
- наклеивание – нанесение ленты пленочного проявителя прижатием липкого слоя к объекту контроля.

При использовании самопроявляющихся, фильтрующихся и других индикаторных пенетрантов, не требующих нанесения проявителя, последний не наносится.

5) Осмотр изделий и анализ индикаторных рисунков дефектов

Способы проявления индикаторных следов дефектов:

- временной – выдержка объектов на воздухе до момента полного и четкого проявления индикаторных следов дефектов;

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.					
Руковод.		Богданов А.Л.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Консульт		Брусник О.В.					80
Зав.каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
						Листов	118

- тепловой – нагревание объектов при нормальном атмосферном давлении;
- вакуумный – создание вакуума над поверхностью объекта с постоянным или изменяющимся по определенному закону разряжением;
- вибрационный – упруго-деформационное воздействие на объект посредством вибрации, циклического или статического его нагружения. После нанесения проявителя изделия выдерживают при температуре окружающей среды или высушивают до окончания процесса проявления, т.е. образования индикаторного следа в местах наличия дефекта.

Осмотр контролируемой поверхности и анализ индикаторных следов дефектов обычно проводится дважды – через 3 – 5 мин и через 15 – 20 мин после высыхания.

При люминесцентном методе контроля с визуальным способом обнаружения дефектов деталей и сварных соединений изделий проводится в затемненном помещении или при местном затемнении при освещенности не более 10 лк.

Осмотр деталей проводят в три этапа. Сначала визуально оценивается качество нанесенного слоя проявителя, затем проводят общий осмотр поверхности в целях обнаружения индикаторных следов от дефектов, затем анализируют и оценивают выявленный индикаторный след.

Трещины, непровары, несплавления, оксидные пленки выявляются в виде четких, резких, иногда прерывисто окрашенных или люминесцирующих линий различной конфигурации. Поры и язвенная коррозия имеют вид расплывшихся отдельных точек и пятен; при этом интенсивность окраски различная: более глубокие поры имеют более яркий цвет, менее глубокие – менее яркий.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					81
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Межкристаллитная коррозия проявляется чаще всего в виде межзеренной мелкой сетки (у материалов с крупнозернистой структурой). Коррозионное растрескивание обозначается мелкой сеткой в виде пауков.

6) Оформление результатов контроля

Результаты испытаний каждого изделия методами капиллярного контроля должны быть зафиксированы и оформлены (ГОСТ 18442 – 80). Вид и объем записи результатов контроля указывают в стандартных или технических условиях на контролируемые изделия.

Результаты контроля заносят в журнал, протокол, перфокарту, в которых указывают:

- наименование и тип контролируемого объекта;
- размеры и расположение контролируемых участков;
- особенности технологии контроля (метод, набор дефектоскопических материалов, класс чувствительности);
- основные характеристики выявленных дефектов;
- наименование и тип используемой аппаратуры;
- нормативно-техническую документацию, по которой выполняют контроль;
- дату и время контроля;
- должность, фамилию лица, проводившего контроль.

При оформлении результатов контроля допускается использовать условные обозначения обнаруженных дефектов и сокращенную запись технологии контроля в соответствии с ГОСТ 18442 – 80.

Сведения об объекте и технологии его контроля допускается заменять ссылкой на номер операционной карты.

7) Удаление дефектоскопических материалов после контроля

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					82	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Окончательная очистка деталей (изделий) представляет собой один или сочетание нескольких технологических приемов удаления проявителя, а при необходимости удаления остатков индикаторного пенетранта.

В зависимости от используемой технологии контроля могут применяться следующие способы очистки:

- протирка – удаление проявителя салфетками с применением или без применения воды либо органических растворителей;
- промывка – удаление промывкой в воде или органических растворителях с необходимыми добавками и применением вспомогательных средств (щетki, ветоши, губки);
- ультразвуковая обработка – удаление проявителя растворителем или моющим раствором при воздействии на него ультразвука;
- обдувка – обработка объекта, покрытого проявителем, абразивным материалом в виде песка, крошки или гидроабразивной смесью;
- отклеивание – отделение ленты пленочного проявителя с индикаторным следом дефекта от контролируемой поверхности.
- выжигание – удаление проявителя в виде пленки в жидкостях, не растворяющих проявитель;
- отслоение – отделение проявителя в виде пленки в жидкостях, не растворяющих проявитель.

Преимущества и недостатки капиллярных методов

Преимущества методов капиллярной дефектоскопии по сравнению с другими методами неразрушающего контроля являются:

- высокие чувствительность и разрешающая способность;
- наглядность результатов контроля;
- возможность контроля деталей сложной геометрической конфигурации, изготавливаемых из широкого спектра материалов;

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					83	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

- простота и универсальность технологических операций контроля;
- относительно низкая стоимость используемых дефектоскопических материалов, аппаратуры и оборудования;
- высокая производительность при поточном контроле;
- возможность применения разных методик с различной чувствительностью.

Недостатками методов капиллярного контроля являются:

- возможность обнаружения только выходящих на поверхность дефектов;
- не применимость к пористым веществам и материалам химически не стойким к пенетранту;
- невозможность точного определения глубины дефектов;
- сложность механизации и автоматизации процессов контроля;
- большая продолжительность контроля и снижение его достоверности при отрицательных температурах;
- требуется использование специальных составов проявителей и пенетрантов при контроле высокотемпературных поверхностей (выше 900⁰С);
- необходимость тщательной подготовки поверхности к проведению контроля, её очистка и удаление проявителя пенетранта после проведения контроля;
- вредность некоторых дефектоскопических материалов, ограниченный срок хранения дефектоскопических материалов и необходимость использования различных защитных приспособлений;
- некоторая субъективность контроля, зависящая от психофизиологического состояния и квалификации дефектоскописта.

Благодаря высокой чувствительности методы капиллярной дефектоскопии применяют часто, а для подтверждения наличия поверхностных дефектов применяют другие методы контроля.

Такой вид контроля проводят в целях уточнения параметров дефектов и их типов, которые были обнаружены по результатам ВТД, АЭК и ЭД.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					84	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

3.3.3. Дополнительный дефектоскопический контроль

При осуществлении ДДК необходимо соблюдать следующий порядок:

- зачистка места расположения дефекта от коррозии и остатков изоляционного покрытия;
- проведение ДДК подходящими методами НК и уточнение параметров дефекта;
- установка маркерных хомутов на места подтвержденных дефектов, которые будут определять положение границ дефектного участка;

Если проведение ДДК невозможно, проводится повторная внутритрубная диагностика с применением дополнительного маркера.

Результаты ДДК оформляются в виде Акта ДДК дефектного участка трубопровода. Окончательное решение о методе устранения дефекта принимается и утверждается лицами, уполномоченными приказом организации.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Методы диагностики технического состояния промысловых трубопроводов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					85	118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

4. Расчет остаточного ресурса трубопровода

В 2014 г. была проведена диагностика технического состояния промышленного трубопровода [REDACTED], наружный диаметр которого 219 мм и рабочее давление 10,0 Мпа. Трубопровод из стали [REDACTED] находится в эксплуатации с 2000 г.

Для дальнейших расчетов принимаем следующие коэффициенты, исходя из условий эксплуатации и назначения трубопровода: коэффициент надежности по назначению трубопроводов $\gamma_n = 1$; коэффициент условий работы трубопровода категории III $\gamma_c = 0,9$; коэффициент надежности по материалу $\gamma_m = 1,55$; коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_t = 1,15$.

Для данной стали нормативное сопротивление, равное наименьшему значению временного сопротивления разрыву материала труб – $R_1^H = 432$ Мпа; нормативное сопротивление, равное наименьшему значению предела текучести при растяжении, сжатии и изгибе материала труб – $R_2^H = 245$ Мпа.

4.1. Определение расчетной и отбраковочной толщины стенок труб

Определяем расчетное сопротивление материала труб:

$$R = \min \left\{ \frac{R_1^H \gamma_c}{\gamma_m \gamma_n}, \frac{R_2^H \gamma_c}{0,9 \gamma_n} \right\} = \min \left\{ \frac{432 \cdot 0,9}{1,55 \cdot 1}, \frac{245 \cdot 0,9}{0,9 \cdot 1} \right\} = \min \{250,8; 245\} = 245 \text{ МПа.} \quad (1)$$

Вычисляем расчетную толщину стенки данного трубопровода:

$$t = \frac{\gamma_f \eta p D_H}{2(R + 0,6 \gamma_f p)} = \frac{1,15 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,219}{2(245 + 0,6 \cdot 1,15 \cdot 10)} = 0,0049 \text{ м.} \quad (2)$$

Номинальная толщина стенки определяется по формуле:

$$t_n = t_R + S_T + S_K, \quad (3)$$

где S_T – технологический припуск; S_K – припуск на коррозию.

Примем $S_T + S_K = 5,1$ мм. Тогда

$$t_n = 4,9 + 5,1 = 10 \text{ мм.} \quad (4)$$

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Расчет остаточного ресурса трубопровода	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					86
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Определить отбраковочную толщину стенок труб можно двумя способами в зависимости от соотношения $\frac{R_2^H m_3}{R_1^H m_2}$.

1. При $\frac{R_2^H m_3}{R_1^H m_2} \geq 0,75$, используем формулу $t_{отб} = \frac{n\alpha D_H}{2(R_1 + n\alpha)}$.

2. При $\frac{R_2^H m_3}{R_1^H m_2} < 0,75$, используем формулу $t_{отб} = \frac{n\alpha D_H}{2(0,9R_2^H m_3 + n\alpha)}$.

Для того, чтобы определить необходимый метод расчета, находим соотношение:

$$\frac{R_2^H m_3}{R_1^H m_2} = \frac{245 \cdot 1}{432 \cdot 0,9} = 0,63. \quad (5)$$

$\frac{R_2^H m_3}{R_1^H m_2} = 0,63 < 0,75$, поэтому расчет ведут по 2 способу, т. е.:

$$t_{отб} = \frac{n\alpha D_H}{2(0,9R_2^H m_3 + n\alpha)} = \frac{1,2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,219}{2(0,9 \cdot 245 \cdot 1 + 1,2 \cdot 10)} = 0,00565 \text{ м.} \quad (6)$$

4.2 Расчет остаточного ресурса трубопровода по минимальной толщине стенок труб

Применяем данные, которые использовались в расчете 4.1.

Замер толщин стенок труб по результатам диагностики представлены в таблице 11.

Расположение мест замеров толщин стенки по сечению трубы (рисунок 4.1).

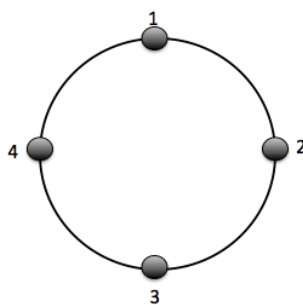


Рисунок 4.1 – Расположение мест замеров

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Расчет остаточного ресурса трубопровода	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					87
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Таблица 11 – Толщины стенок труб по результатам диагностики

Номер замеряемого места по схеме	Толщина стенки, мм				Номинальная t_{nk}	Диаметр трубы, мм
	Фактическая t_k					
1	7,6	7,6	7,5	7,7	10	219
2	8,1	8,3	8,3	8,1	10	219
3	9,7	9,8	9,8	9,8	10	219
4	7,9	7,7	7,8	7,7	10	219
5	7,3	7,5	7,4	7,3	10	219
6	8,6	8,8	8,7	8,8	10	219
7	8,8	8,5	8,6	8,6	10	219
8	9,3	9,1	9,4	9,3	10	219
9	7,9	7,6	7,7	7,7	10	219
10	8,7	8,5	8,6	8,5	10	219

Рассчитываем вероятную минимальную толщину стенок труб диаметром 219 мм.

Среднеквадратическое отклонение замеряемой толщины

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (t_k - t_{cp})^2} = \sqrt{\frac{22,75}{39}} = 0,583, \quad (7)$$

где

$$t_{cp} = \frac{\sum_1^N t_k}{N} = \frac{334,6}{40} = 8,365; \quad (8)$$

N – число замеров; t_k – значение замеренной толщины; t_{cp} – среднее значение замеренной толщины.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Расчет остаточного ресурса трубопровода	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					88
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Вероятная минимальная толщина стенки трубопровода будет равна:

$$t_{min} = t_{cp} - 2\sigma = 8,365 - 2 \cdot 0,583 = 7,199 \text{ мм.} \quad (10)$$

$$t_{min} > t_{отб}; 7,199 > 5,65. \quad (11)$$

Исходя из данного условия можно сделать вывод о том, что дальнейшая эксплуатация трубопровода допускается.

Вычисляем среднюю скорость коррозии:

$$V_{cp} = \frac{t_n - t_{min}}{\tau} = \frac{10 - 7,199}{12} = 0,23 \text{ мм/год.} \quad (12)$$

Остаточный ресурс трубопровода

$$\tau_{ост} = \frac{t_{min} - t_{отб}}{V_{cp}} = \frac{7,199 - 5,65}{0,23} = 6,73 \text{ лет.} \quad (13)$$

4.2. Расчет остаточного ресурса трубопровода с учетом общего коррозионно-эрозионного износа стенок

Требуется рассчитать остаточный ресурс трубопровода с вероятностью прогноза 95 %. Принимаем значение регламентированной надежности $\gamma = 0,95$ % и односторонней доверительной вероятности, равной 0,95.

Расчетная толщина стенки

$$t = \frac{\gamma_f \eta P D_H}{2(R + 0,6 \gamma_f P)} = \frac{1,15 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,273}{2(265 + 0,6 \cdot 1,15 \cdot 10)} = 0,0057 \text{ м.} \quad (14)$$

По приведенным данным в таблице 11 рассчитываем значение относительного износа для каждого замера по формуле и получаем таблицу 12.

$$\delta_k = \frac{t_{nk} - t_k}{t_{nk}}. \quad (15)$$

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Расчет остаточного ресурса трубопровода	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					89
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Таблица 12 – Значения относительного износа

№	$\delta_k = 1 - \frac{t_k}{t_{nk}}$			
1	0,24	0,24	0,25	0,23
2	0,19	0,17	0,17	0,19
3	0,03	0,02	0,02	0,02
4	0,21	0,23	0,22	0,23
5	0,27	0,25	0,26	0,27
6	0,14	0,12	0,13	0,12
7	0,12	0,15	0,14	0,14
8	0,07	0,09	0,06	0,07
9	0,21	0,24	0,23	0,23
10	0,13	0,15	0,14	0,15
$\sum \delta_k = 6,54$				

Далее считаем:

1. Средний относительный износ по формуле:

$$\delta_{cp} = \frac{1}{N} \sum_1^N \left(1 - \frac{t_k}{t_{nk}} \right) = \frac{6,54}{40} = 0,164. \quad (16)$$

2. Среднее квадратическое отклонение относительно утонения по формуле:

$$S_\delta = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (\delta_k - \delta_{cp})^2} = \sqrt{\frac{0,342}{39}} = 0,0936 \quad (17)$$

3. Полагая, что среднее квадратическое отклонение технического допуска $S_0 = 0,05$ находим среднее квадратическое отклонение относительно износа:

$$S_d = \sqrt{S_\delta^2 - S_0^2} = \sqrt{0,0936^2 - 0,05^2} = 0,079. \quad (18)$$

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Расчет остаточного ресурса трубопровода	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					90
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

4. Верхнее интервальное значение среднего относительного износа

$$\delta_{cp*} = \delta_{cp} + U_d \frac{S_d}{\sqrt{N-2}} = 0,164 + 1,65 \cdot \frac{0,079}{\sqrt{38}} = 0,185. \quad (19)$$

5. Верхнее интервальное значение среднеквадратического отклонения относительного износа

$$S_{d*} = S_d \left(1 + \frac{U_d}{\sqrt{2N-8}}\right) = 0,079 \cdot \left(1 + \frac{1,65}{\sqrt{72}}\right) = 0,094. \quad (20)$$

6. Средний допускаемый относительный износ

$$[\delta_{cp}] = \frac{1}{k} \sum_1^k \left(1 - \frac{t}{t_n}\right) = \left[1 - \frac{4,9}{10}\right] = 0,51. \quad (21)$$

7. Квантиль функции Лапласа

$$\frac{[\delta_{cp}] - \delta_{cp*}}{\sqrt{S_{d*}^2 - S_0^2}} = \frac{0,51 - 0,164}{\sqrt{0,094^2 + 0,05^2}} = 3,2. \quad (22)$$

8. По справочным данным определяем значение функции Лапласа при величине квантиля 3,2, будет 0,998.

9. Далее находим значение вероятности = 0,998 × 0,95 = 0,948.

10. По справочным данным вероятности 0,948 соответствует U_Γ – квантиль, равный 1,63.

$$\text{Параметр } Q = \frac{[\delta_{cp}] \delta_{cp*} - U_\Gamma \sqrt{S_{d*}^2 [\delta_{cp}]^2 + S_0^2 (\delta_{cp*}^2 - U_\Gamma^2 S_{d*}^2)}}{\delta_{cp*}^2 - U_\Gamma^2 S_{d*}^2}, \quad (23)$$

$$Q = \frac{0,51 \cdot 0,185 - 1,63 \sqrt{0,094^2 \cdot 0,51^2 + 0,05^2 (0,185^2 - 1,63^2 \cdot 0,094^2)}}{0,185^2 - 1,63^2 \cdot 0,094^2} = 1,47.$$

Остаточный ресурс трубопровода при вероятности прогноза 95 %

$$T = (Q - 1) \tau = (1,47 - 1) \cdot 12 = 5,64 \text{ года}. \quad (24)$$

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Расчет остаточного ресурса трубопровода	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					91
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта (таблица 13).

Таблица 13 – Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Возможность своевременного обнаружения дефектов С2. Контроль технического состояния	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Поиск специализированных людей вне предприятия Сл2. Сложности с расшифровкой ВТД
Возможности: В1. Улучшение и разработка новых методов диагностики В2. Своевременная диагностика позволит увеличить безопасную эксплуатацию	Угрозы: У1. Необходимость в высококвалифицированном персонале

5.2. Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					92	
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

компетенциям разработчика научного проекта. Результаты анализа степени готовности приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	3	3
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	3
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	3
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	3
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	3
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	3
15	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
	ИТОГО БАЛЛОВ	44	45

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					93	
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i ,$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Значение степени проработанности научного проекта составило 44, что говорит о средней перспективности, а знания разработчика достаточны для успешной ее коммерциализации. Значение уровня имеющихся знаний у разработчика составило 45 – перспективность выше среднего.

По результатам оценки можно сказать, что в первую очередь необходимо проработать вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот. Следующими задачами будет проработка вопросов финансирования коммерциализации научной разработки и поиск команды для коммерциализации научной разработки. Что касается вопросов международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок: такие задачи на данный момент не ставятся.

5.3. План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевые графики проекта. Линейный график представлен в виде таблицы 15.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					94
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Таблица 15 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Получение задания	1	12.02.2016	13.02.2016	Иванникова Е.С. Богданов А.Л.
2	Постановка задачи и целей исследования, актуальность, научная новизна	5	14.02.2016	19.02.2016	Иванникова Е.С. Богданов А.Л.
3	Объект и методы исследования	13	20.02.2014	03.03.2016	Иванникова Е.С.
4	Основная часть	30	04.03.2016	03.04.2016	Иванникова Е.С. Богданов А.Л.
5	Расчеты и аналитика	20	04.04.2016	24.04.2016	Иванникова Е.С. Богданов А.Л.
6	Результаты и обсуждения	10	25.04.2016	05.05.2016	Иванникова Е.С.
7	Оформление пояснительной записки	10	06.05.2016	16.05.2016	Иванникова Е.С.
Итого:		89			

Для иллюстрации календарного плана проекта приведена диаграмма Ганта, на которой работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					95	
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

данных работ. Для удобства отображения каждый месяц разделен на декады (таблица 16).

Таблица 16 – Календарный план-график проведения диплома по теме.

Вид работ	Исполнители	Т _к раб. дн.	Продолжительность выполнения работ											
			февраль			март			апрель			май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Получение задания	Бакалавр Руководитель	1												
Постановка задачи и целей исследования, актуальность, научная новизна	Бакалавр Руководитель	5												
Объект и методы исследования	Бакалавр	13												
Основная часть	Бакалавр Руководитель	30												
Расчеты и аналитика	Бакалавр Руководитель	20												
Результаты и обсуждение	Бакалавр Руководитель	10												
Оформление пояснительной записки	Бакалавр	10												



– Бакалавр



– Руководитель

5.4. Экономическое обоснование ингибиторной защиты промышленных трубопроводов

5.4.1. Эксплуатация и применение ингибиторной защиты

Работы по ингибированию и монтажу трубопроводного оборудования при осуществлении ингибиторной защиты должны выполняться с соблюдением методических указаний и материалов, требований РД и имеющейся рабочей документации.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					96
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

При эксплуатации систем ингибиторной защиты осуществляются следующие процессы:

- хранение и доставка ингибитора к токам ввода ингибитора или к дозирующим устройствам;
- закачка ингибитора;
- мониторинг эффективности ингибитора.

Доставка ингибитора к точкам ввода является важным процессом. От своевременности доставки ингибитора и дозирочным установкам и узлам закачки ингибитора в трубопровод, зависит достижение требуемой степени ингибирования. Любые сбои в доставке могут привести к изменению периодичности проведения мероприятий по ингибированию и, как следствие, на эффективности защиты.

Периодичность подвоза ингибитора для заполнения рабочих емкостей дозирующих установок должна предварительно определяться с учетом заданного расхода ингибитора. При его изменении, периодичность подвоза должна своевременно корректироваться. Объем хранимого ингибитора должен планироваться заранее и иметь запас на случай непредвиденных изменений в системе и сбоев в поставке ингибитора.

Запас ингибитора должен исключить снижение доступности ингибирования вследствие непредвиденных изменений в системах, а также при сбоях в поставке ингибитора.

Минимальный запас, необходимый для того, чтобы исключить более чем 6-дневное нарушение закачки ингибитора, должен составлять семисуточную потребность в ингибиторе.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.					
Руковод.		Богданов А.Л.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Консульт		Брусник О.В.					97
Зав.каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	

5.4.2. Расчет затрат, труда, заработной платы, материалов и оборудования

Таблица 17 – Калькуляция затрат на монтаж системы ингибирования и мониторинга

Материальные затраты				
Наименование материала	Ед. изм.	Кол-во	Цена, ед.	Сумма, руб.
Тройник	шт	5	2250	11250
Электроды ОК-5370 d=4mm	кг	35,90	81,21	2915,439
Электроды ОК-5370 d=3mm	кг	4,20	79,33	333,19
Диск отрезной	шт	10	30,52	305,20
Диск шлифовальный	шт	25	35,00	875
Пропан	балл	10	650	6500
Кислород	балл	15	180	2700
Образцы свидетели	шт	60	215	12900
Фреза (сверло кольцевое)	шт	14	7200	100800
УДР -01-01-НДГ 1,6/250-1/0,4-АП	шт	5	191500	957500
Кран шаровый	шт	5	23500	117500
Изоляция (обёртка-полилен)	кг	15	350	5250
Изоляция (праймер-транскор)	кг	13	55	715
Изоляция (плёнка-литкор)	кг	100	146,05	14605
Затраты на ГСМ				
Д.т. для Эл.станции ДЭС 60 20,16 л*16,99 ч	л	342,52	28	9590,56
Д.т. для экскаватора Камацу 20,16 л*18,99 ч	л	382,84	28	10719,52
Д.т. для ИФ 300 на базе Авт. Урал 50 л*12 ч	л	600	28	16800
Д.т. для АКН на базе Авт. Зил 40 л*12 ч	л	480	28	13440
Д.т. для ПНУ-2 на базе Авт. Урал 50 л*12 ч	л	600	28	16800
Итого:				1301498,909

Заработная плата при проведении монтажа системы ингибирования начисляется в связи с тарифами, представленными в таблице 18.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.					
Руковод.		Богданов А.Л.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Консульт		Брусник О.В.					98
Зав.каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	

Таблица 18 – Часовые тарифы и время затраченное на работу

Вид работ	Ед.изм	Норма времени	Объем	Трудоем. раб.	Разряд работ	Тариф, ставка	Сумма зарплат по тарифу
				Чел/час			
Машинист экскаватора	ч.	1	11	11	6 р	120	1320
Электромонтер по обслуживанию передвижной электростанции	ч.	1	11	11	5 р	97	1067
Машинист АКН	ч.	1	11	11	5 р	110	1210
Машинист агрегата ПНУ-2	ч.	1	11	11	5 р	110	1210
Машинист ИФ 300	ч.	1	11	11	5 р	110	1210
Слесарь ремонтник	ч.	1	11	11	5 р	115	1265
Линейный трубопроводчик	ч.	1	11	11	5 р	115	1265
Линейный трубопроводчик	ч.	1	11	11	4 р	97	1067
Сварной	ч.	1	11	11	6 р	120	1320
ВСЕГО: общая трудоемкость				99			10934

Таблица 19 – Состав рабочей бригады

Должность	Разряд	Количество человек
Машинист экскаватора	VI	1
Электромонтер по обслуживанию ДЭС	V	1
Машинист АКН	V	1
Машинист агрегата ПНУ-2	V	1
Машинист ИФ 300	-	1
Линейный трубопроводчик	V	1
Линейный трубопроводчик	IV	1
Слесарь ремонтник	V	1
Сварной	VI	1

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					99
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Таблица 20 – Расчет заработной платы

Заработная плата			
Заработная плата рабочих	Трудоемкость (чел.час)		Сумма, руб.
Подготовительные работы калькулированы по отдельному расчету трудозатрат			
Оплата по тарифу	128,57		10934
Доплата за классность		25%	2733,5
Премия		40%	4373,6
Итого :			18041,1
Ставка районного к-та	50%		
Сумма районного к-та	9020,55		
Трассовые (200 р в сут. на чел.)	1800		
Итого:	28861,65		
Резерв на 13-ю з/плату 8,33 %	2404,18		
Накладные расходы (12,5%от пр.з).	3607,7		
Затраты на оплату труда	34873,5		
Отчисления на социальные нужды			
34% от ФОТ	11856,99		

5.4.3. Расчет амортизации на период гидравлических испытаний

Федеральным законом от 06.06.2005 № 58-ФЗ в статью 259 НК РФ введен пункт 1.1. Согласно этому пункту налогоплательщики с 2006 года имеют право единовременно включать в состав расходов отчетного (налогового) периода затраты на капитальные вложения в размере не более 10% первоначальной стоимости амортизируемых основных средств (за исключением основных средств, полученных безвозмездно). Аналогичный порядок предусмотрен и для затрат на достройку, дооборудование, модернизацию, техническое перевооружение и частичную ликвидацию основных средств. Единовременное включение в состав расходов 10% от перечисленных затрат получило название амортизационной премии.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					100	
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Рассчитаем амортизацию линейным методом на примере ДЭС 300 (стоимость 2150000 руб, срок полезного использования 15000 мото.час.)

Сумма амортизационной премии:

$$2150000 \text{ руб} \cdot 0,1 = 215000 \text{ руб}$$

Почасовая сумма амортизационных отчислений:

$$(2150000 - 215000) / 15000 \text{ ч} = 129 \text{ руб. в час.}$$

Таблица 21 – Расчет амортизации

Затраты на эксплуатацию машин и механизмов				
Амортизация основных средств				
Наименование основных средств	Ам. за час Руб.	В раб.	Аморт. отчисл. за час	Итого
Эл.станция ДЭС 60		11	129	1419
Экскаватор Камацу		11	351	3861
Агрегат ПНУ-2		11	631	6941
АКН		11	33,3	366,3
ИФ 300		11	351	3861
Устройство прорезное Пиранья-2с «АКВ-103»	10 %	11	3,3	36,3
УДР -01-01-НДГ 1,6/ 250 -1/0,4-АП	10 %	11	10,9	119,9
Итого:				16604,5

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия.

Таблица 22 – Сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия

Состав затрат	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1301498,909
2. Затраты на оплату труда	34873,5
3. Отчисления на социальные нужды	11856,99
4. Амортизационные отчисления	16604,5
Всего затрат на мероприятие	1364833,899

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					101
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Далее приведем примерную стоимость строительства 1-го километра нового трубопровода.

Стоимость разработки типового проекта системы определяется уровнем в 700 000 – 1200 000 рублей за проект. Срок сооружения трубопровода может составить до двух недель, в зависимости от условий и времени года.

Строительство нефтепромысловых трубопроводов на объекте заказчика осуществляет специальная организация, работающая по этому направлению. Стоимость материала 1-го километра трубы 219х10 09Г2С составляет примерно 2 000 000 рублей. С примерным учетом всех работ, которые необходимо провести при строительстве промыслового трубопровода, строительство 1 км трубопровода 219х10 09Г2С составит 4000000-4500000 руб.

Если вернуться к расчетам основной части данной работы, где по результатам диагностики 2015 года был рассчитан остаточный ресурс трубопровода, равный порядка 6 лет при скорости коррозии 0,23 мм/год, то можно сделать вывод о том, что гораздо выгоднее будет смонтировать установку ингибиторной защиты и тем самым увеличить остаточный ресурс трубопровода, чем делать замену трубопровода, при его дельнейшем отказе. По приблизительным расчетам экономия составит порядка 3000000 руб.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.					
Руковод.		Богданов А.Л.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Консульт		Брусник О.В.					102
Зав.каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	

6. Социальная ответственность при диагностике промышленных трубопроводов

При диагностике промышленных трубопроводов может возникнуть опасность для здоровья и жизни человека. Чтобы исключить эти риски, необходимо обеспечить безопасность ведения технологического процесса.

В данном разделе будут рассмотрены вредные и опасные факторы при диагностике трубопроводов.

6.1. Производственная безопасность

При неправильной организации труда и производства, несоблюдении мероприятий по эксплуатации трубопроводов и проводке скважин возможно появление вредных факторов:

- недостаточная освещённость рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрация;
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны.

Так же возможно появление опасных факторов:

- поражение движущимися машинами и механизмами;
- опасность возникновения пожара;
- поражение электрическим током.

6.1.1. Анализ вредных факторов, возможных при осуществлении диагностики трубопроводов и мероприятия по их устранению

Анализ освещенности рабочей зоны

От степени освещенности зависит не только здоровье глаз и работоспособность человека, но еще и его физическое и психоэмоциональное

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.					
Руковод.		Богданов А.Л.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Консульт		Брусник О.В.					103
Зав.каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	

состояние. Освещение подразделяется на: естественное, искусственное, совмещенное.

Освещение рабочих мест, при диагностике промышленных трубопроводов на [REDACTED], в отсутствии естественного освещения должно снабжаться искусственным. Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы, необходимо раздельное управление освещением таких зон. [13]

Рабочее освещение должно соответствовать показаниям таблицы 23.

Таблица 23 – Нормы освещенности

Рабочее место	Нормы освещенности, лк
Площадка для производства работ:	На 1000 м ²
- земляных	0,5–0,8
- бетонных и железобетонных	1–1,2
- каменных	0,6–0,8
-монтажных сборных конструкций	2,4
Открытые склады	0,8–1,2 на 1000 м ²
-	На 100 м ²
Канторы	1–1,5
Столовые	0,8–1
Бетоно– и растворосмесительные узлы	0,5
Арматурные мастерские	1,3
Механические мастерские	1,3
Внутрипостроечные дороги	2,5 на 1 км
Охранное освещение	1,5 на 1 км

Освещение должно быть постоянным, без возможных пульсаций и иметь такой спектр, который будет близок к естественному. Также необходимо

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					104
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

обеспечить равномерное обеспечение яркости освещения и отсутствие резких теней. Оптимальное направление светового потока – под углом 60 градусов к рабочей поверхности.

На производственных помещениях компании ██████████ используются стационарные осветительные приборы, а также предусматривается аварийное освещение. При освещении площадок производства работ на открытой местности используются переносные осветительные приборы.

Вывод: рабочее место, не зависимо от места проведения работ освещено согласно требованиям. [13]

Анализ производственных шумов

Наличие повышенного шума на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм в целом, которое может повлечь неблагоприятные изменения в органах и системах. Последствия производственного шума указаны в таблице 24.

Таблица 24 – Влияние производственного шума

Уровень шума	Влияние на самочувствие, при длительном воздействии
0–40 дБ	Нормальное состояние
40–80 дБ	Звон в ушах, психологический дискомфорт
80–120 дБ	Головная боль, временные нарушения слуха
120–160 дБ	Головокружение, травмирование ушных перепонки
Свыше 160 дБ	Контузия, смерть

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					105	
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						

Источником производственного шума на объекте является эксплуатации нефтепромыслового оборудования. Если изменение технологического процесса и оборудования оказывается невозможным, необходимо прибегать к звукоизоляции и звукопоглощению. При этом предотвращение распространения шума и вибрации от источников их образования должно предусматриваться при проектировании цехов и производственных помещений с шумными процессами. Так же источником производственных шумов является эксплуатации машин и механизмов, необходимых. Для устранения воздействия применяются следующие методы:

- замена или модернизация оборудования для исключения шумоопасных источников или снижения интенсивности шумов от них;
- установка эффективных глушителей;
- применение эффективной звукоизоляции, кожухов;
- утверждение специальных мест для парковки, остановки и ремонта машин вдали от мест производственных помещений и мест отдыха.

Уровень общего шума не должен превышать 40 дБ [15].

Вывод: меры, применяемые для защиты персонала от воздействия производственных шумов, сводят уровень шумов и их воздействия к минимуму.

Анализ уровня производственной и транспортной вибрации

Вибрацией называется механическое колебательное движение, заключающееся в перемещении тела как целого. Вибрация, в отличие от звука, не распространяется в виде волн сжатия/разряжения, а передается только при механическом контакте одного тела с другим.

Контроль вибрации должен осуществляться:

- на рабочих местах в процессе производства для оценки вибрационной безопасности труда;

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.					
Руковод.		Богданов А.Л.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Консульт		Брусник О.В.					106
Зав.каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	

-при контроле качества машин и технического состояния эксплуатируемых машин и оборудования для оценки их вибробезопасности.

При контроле вибрации должен быть определен показатель превышения вибрационной нагрузки на оператора. Санитарные нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены 8 ч приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Санитарные нормы уровня вибрации

Вид вибрации	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия	Нормативные, скорректированные по частоте и эквивалентные скорректированные значения			
			виброускорения		виброскорости	
			М*с ⁻²	дБ	М*с ⁻² *10 ⁻²	дБ
Локальная	-	X _л , Y _л , Z _л	2,0	126	2,0	112
Общая	1	Z ₀	0,56	115	1,1	107
	-	Y ₀ , X ₀	0,4	112	3,2	116
	2	Z ₀ , Y ₀ , X ₀	0,28	109	0,56	101
	3 тип «а»	Z ₀ , Y ₀ , X ₀	0,1	100	0,2	92
	3 тип «в»	Z ₀ , Y ₀ , X ₀	0,014	83	0,028	75

Воздействие разного уровня вибрации представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Влияние вибрации на организм человека

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет организм
0,016–0,050	40–50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051–0,100	40–50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101–0,300	50–150	Возможно заболевание
0,101–0,300	150–250	Вызывает виброболезнь

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					107
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

При эксплуатации промысловых трубопроводов на

возникает два вида вибрации:

1. технологический;
2. транспортный.

Источниками технологической вибраций являются насосы, применяемые для транспортировки нефти, подачи воды в систему поддержания пластового давления (ППД). Для уменьшения уровня вибрации используются фундаменты под оборудование, которые делаются заглубленными и изолируются изолирующими виброзащитными материалами. Для уменьшения вибрации кожухов, ограждений и других деталей, выполненных из стальных листов, на них наносят слой резины, пластика, битума, вибропоглощающих мастик, которые рассеивают энергию колебаний.

Источниками транспортной вибрации являются эксплуатация самоходных и прицепных машин и транспортных средств при их движении. Для уменьшения влияния вибрации применяют индивидуальные средства защиты. Для защиты рук от воздействия локальной вибрации применяют рукавицы или перчатки следующих видов: со специальными виброзащитными упруго-демпфирующими вкладышами, полностью изготовленные из виброзащитного материала (литьем, формованием), а также виброзащитные прокладки или пластины, которые снабжены креплениями к руке. Для защиты от вибрации, передаваемой человеку через ноги, необходимо использовать обувь на толстой резиновой или войлочной подошве. При защите от вибраций важную роль играет рациональное планирование режима труда и отдыха. Суммарное время воздействия вибрации не должно превышать 2/3 продолжительности рабочей смены. Необходимо устраивать перерывы для

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					108
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

активного отдыха, проводить физиопрофилактические процедуры, производственную гимнастику. [15] [16]

Вывод: работы, связанные с высоким уровнем вибрации, производятся в соответствующими государственными стандартами. Уровень вибрации на рабочем месте не выходит за рамки допустимых значений. Для защиты персонала предусмотрено применение индивидуальные средства защиты.

Анализ состояния загазованности рабочей зоны

При эксплуатации и ремонте нефтесборных коллекторов на Майском месторождении возникает опасность выхода газа из оборудования и трубопровода, что может привести к отравлению рабочих. [17]

Перед началом работ в ремонтном котловане переносным газоанализатором АНТ–2М проверяется уровень загазованности воздушной среды. При этом содержание паров нефти и газов не должно превышать предельно-допустимой концентрации по санитарным нормам согласно таблице 27. Работа разрешается только после устранения опасных условий. В процессе работы следует периодически контролировать загазованность, в случае необходимости – обеспечить принудительную вентиляцию.

Таблица 27 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Вещества	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³
Бензин – растворитель (в пересчете на углерод)	300
Керосин (в пересчете на углерод)	300
Сероводород в смеси с углеводородами C ₁ –C ₂	3
Углеводороды C ₁ –C ₁₀	300
Стирол	5
Перексид метилэтилкетона	55

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					109
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Аэросил	1
Дибутилфталат	0,5
Метилэтилкетон	0,2
Диметиланилин	0,003
Перексид изопропилбензола	0,02
Ненасыщенная полиэфирная смола	6
Хлористый бензол	0,005
Амиловый спирт	0,002

Вывод: для безопасного ведения работ необходимо определить предельно- допустимую концентрацию (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, при их наличии применять средства индивидуальной защиты (СИЗ).

6.1.2. Анализ опасных производственных факторов при осуществлении диагностики трубопроводов и мероприятия по их устранению

Движущиеся машины и механизмы

Во время эксплуатации и ремонта системы нефтесборных коллекторов на [REDACTED] возможно поражение движущимися машинами и механизмами. Происходит из-за недостатков в содержании рабочего места, отсутствия ограждений движущихся частей оборудования, применение опасных приемов труда.

Необходимо проводить следующие мероприятия:

- проверка наличия на вращающихся и двигающихся частях механизмов кожухов и защитных ограждений;
- согласно ГОСТ 12.4.026- 76 «Цвета сигнальные и знаки безопасности» вывешиваются инструкции, и плакаты по техники безопасности, предупредительные надписи и знаки, а также используются сигнальные цвета;

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					110
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

- проверка состояния пусковых и тормозных устройств, ремней, тросов, цепей;
- наглядная проверка на механические повреждения;
- проведение инструктажей по технике безопасности;
- при наличии грузоподъемного механизма использовать блокировки;
- использование средств индивидуальной защиты (каска, предохранительные пояса, резиновые перчатки, кирзовые сапоги, резиновые сапоги, рукавицы брезентовые, защитные очки и т.д.).

Вывод: для сведения поражения движущимися машинами и механизмами к минимуму необходимо производить комплекс работ, направленных на ведение безопасного технологического процесса.

Поражение электрическим током

Источниками поражения от электрического тока при диагностике трубопровода на [REDACTED] являются электрические привода на запорной арматуре трубопровода, использование переносных удлинителей для подачи питания на инструмент и механизмы.

Поражение электрическим током- возможно из-за доступности прикосновения к токоведущим частям, отсутствия защитного заземления, применения защитных средств.

Предупреждение электротравматизма на объектах достигается выполнением следующих мероприятий:

- проектирование, монтаж, наладка, испытание и эксплуатация электрооборудования должны проводиться в соответствии с требованиями "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ), "Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок" 2001 г.
- обеспечение недоступности прикосновения к оголенным токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- применение блокировочных устройств;

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					111
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

- применение защитного заземления буровой установки;
- применение изолирующих, защитных средств (диэлектрические перчатки, боты, инструмент с изолированными ручками) при обслуживании электроустановок;
- допускать к работе специально обученных лиц, имеющих соответствующую группу по электробезопасности.

Вывод: степень риска поражения электрическим током сведен к минимуму, при соблюдении всех норм и правил, при работе с электричеством.

Пожароопасность

Пожароопасность- возможность возникновения и развития пожара. На промысловых трубопроводах [REDACTED] возникновения пожара связано с перекачкой легко- воспламеняющейся жидкостью.

Каждый работник обязан в установленном порядке и времени проходить инструктаж по пожарной безопасности. Так же работник раз в год обязан проходить обучение и получать удостоверение о пожарно-техническом минимуме.

При проведение огневых и газоопасных работ, работники обязаны производить свои действия соблюдая технику пожарной и промышленной безопасности.

При проведение огневых работ, запрещены какие – либо другие работы вблизи нефтепровода, проезд техники запрещен. Перед проведение опасных работ необходимо получить наряд – допуск, на выполнение соответствующих работ. По окончании мероприятий место проведения работ приводят в порядок, снимают сигнальные ленты, приводят в порядок инструмент, снимают предупреждающие знаки.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					112
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

6.2. Экологическая безопасность при диагностике трубопроводов

При выполнении работ необходимо соблюдать требования по защите окружающей среды, сохранения её устойчивого экологического равновесия и не нарушать условия землепользования, установленные законодательством по охране природы, установленные СНиП 3.01.01-85 гл. 10, СНиП III-42-80* ВСН 012-88 гл. 9.

Настоящим проектом предусмотрены следующие технические и технологические решения для уменьшения воздействия на окружающую среду при выполнении работ и последующей эксплуатации нефтепровода:

- приняты минимально необходимые размеры траншеи;
- усиленное антикоррозийное покрытие трубопровода;
- сбор и вывоз промышленных и бытовых отходов с места, согласованные с СЭС.

На всех этапах работ следует выполнять мероприятия предотвращающие:

- развитие неблагоприятных рельефообразующих процессов;
- изменение естественного поверхностного стока;
- загорание естественной растительности;
- захламление территории строительными и другими отходами;
- разлив горюче-смазочных материалов, слив отработанного масла, мойку автомобилей в не установленных местах.

Подрядная организация, выполняющая работы, несет ответственность за соблюдение проектных решений, связанных с охраной окружающей природной среды, а также за соблюдение государственного законодательства по охране природы.

С целью уменьшения воздействия на окружающую среду все работы должны выполняться в пределах полосы отвода земли, определенной

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.					
Руковод.		Богданов А.Л.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Консульт		Брусник О.В.					113
Зав.каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	

проектом. Проведение ремонтных работ, движение машин и механизмов, складирование и хранение материалов в местах, не предусмотренных проектом, запрещается.

Плодородный слой почвы на площади, занимаемой траншеями и котлованами, до начала основных земляных работ необходимо снять в осенний период и переместить во временные отвалы для последующего восстановления.

Снятие, перемещение, хранение и обратное нанесение плодородного слоя почвы должны выполняться методами, исключающими перемещение его с минеральным грунтом, а также потерю при перемещении.

Не допускается использование плодородного слоя почвы для устройства присыпки и засыпки трубопровода. Детальная проработка мероприятий природоохранного характера выполняется ППР.

6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей среде.

В настоящее время существуют два основных направления минимизации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных трубопроводах [1]:

1. заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации поражающего потенциала;
2. второе направление заключается в подготовке объектов и обслуживающего персонала.

ЧС могут носить следующий характер:

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.					
Руковод.		Богданов А.Л.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Консульт		Брусник О.В.					114
Зав.каф.		Рудаченко А.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	

- техногенные (несчастные случаи, нефтегазопроявления, пожары);
- природные (наводнения, ураганы, морозы).

6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при диагностике технического состояния промысловых трубопроводов

В области охраны труда и безопасности жизнедеятельности трудовую деятельность регламентируют следующие правовые, нормативные акты, инструктивные акты в области охраны труда и отраслевые документы, государственные стандарты, руководящие документы:

- РД 09-364-00 «Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных взрывопожароопасных объектах»;
- РД 39–132– 94: «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов».
- Закон об основах охраны труда в РФ №181-ФЗ от 17.07.1999 г (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая, 26 декабря 2005 г.).
- Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г. с изменениями от 7.08.2000 г.
- Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014)
- Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08-624-03
- Инструкции по технике безопасности предприятия.
- Порядок разработки деклараций безопасности промышленного объекта РФ. МЧС, Госгортехнадзор №222/59 от 4.04.1996 г.
- ГОСТ 12.0001-82 ССБТ «Система стандартов безопасности труда»
- ОСТ 51.81.82 ССБТ «Охрана труда в газовой промышленности»
- Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СНиП .21/2.11.567-96 от 31.10.1996 г.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					115
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

- ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны от 01.01.89 г.
- Закон о пожарной безопасности №69-ФЗ, принят 21.12.1994 г (с дополнениями и изменениями от 22.08.1995 г, от 18.04.1996г, от 2.01.1998 г, от 11.2000 г. от 27.12.2000 г.).
- Пожарная охрана предприятий. Общие требования. НБТ - 201-96, утв. 01.03.1992г.
- Правила пожарной безопасности РФ ППБ-01-93. МВД РФ 14.12.1993 г., дополнения к ним от 25.07.1995 г.
- ГН 2.1.6.1338 – 03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест от 30.03.2003 г.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					116
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Заключение

Изучив и проанализировав нормативно техническую документацию объекта, а также методы контроля за техническим состоянием [REDACTED] [REDACTED] были сделаны определенные выводы. Остаточный ресурс действующих промысловых трубопроводов следует определять на основании проведенного комплексного диагностирования. Для ее проведения индивидуально разрабатывается программа диагностирования, по результату которой будет получена полная информация о техническом состоянии и функциональных возможностях объекта.

В ходе выполнения данной работы, на примере участка трубопровода [REDACTED] был выполнен расчет остаточного ресурса, по данным диагностики 2015 года. В результате можно сказать о том, что трубопроводы, находящиеся в эксплуатации с 2010 года, могут безопасно эксплуатироваться в течение 6 лет.

					Анализ методов диагностики технического состояния промысловых трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Заключение	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					117
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

Список используемых источников

1. Технологический регламент на промышленные трубопроводы [REDACTED] по РД 39-132-94/ Под ред. [REDACTED], 2014 г.- 37 с.
2. Технологический регламент на промышленные трубопроводы [REDACTED] [REDACTED] по РД 39-132-94/ Под ред. [REDACTED] 2014 г.- 36 с.
3. РД 39-132-94 Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов.
4. Отчет о научно-исследовательской работе № 22.01.12 «Проведение экспертизы нефтепромысловых труб», ЗАО ВНИИТнефть г. Самара, 24 апреля 2012 г.- 20 с.
5. СП 34-116-97 Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промышленных нефтегазопроводов.
6. ПБ 08-624-03 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности.
7. Отчет «Оценка эффективности действия ингибитора коррозии «Аквакор» на [REDACTED] ООО «Норд Империял», декабря 2013 г.- 4с.
8. Заключение по результатам исследования металла трубы 219х8,0 компании НПК «Интроскопия», 10.08.12.
9. Справка отказов от ведущего специалиста ООО «Норд Империял», 15.02.2016.
10. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте и автотракторной технике ООО «Норд Империял».
11. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
12. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Список литературы	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					118
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

13. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
14. ГОСТ 12.4.002-97 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний.
15. Гост 12.1.007-76 Вредные вещества классификация и общие требования безопасности.
16. РД 34.03.301-95 Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий.
17. ППБ-05-86 «Правила пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ». 20. РД 09-364-00 «Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных взрывопожароопасных объектах».
18. Теплинский Ю.А., Быков И.Ю. Управление эксплуатационной надежностью магистральных газопроводов.- М., 2007.- 400 с.
19. Промысловые трубопроводы и оборудование : учебное пособие / Ф. М. Мустафин, Л. И. Быков, А. Г. Гумеров и др. — Москва: Недра, 2004. — 662 с.: ил. — Библиогр.: с. 574-590.
20. СНиП 2.05.06-85*. Магистральные трубопроводы.
21. Инструкция по безопасности труда трубопроводчика линейного ИОТ-1-22.
22. Инструкция по безопасности для машинистов крана автомобильного ОИТ-1-13.
23. Инструкция по безопасности для машинистов цементирующего агрегата ЦА-320.
24. Инструкция по безопасности водителей гусеничной техники ОИТ-1-27.
25. Инструкция по безопасности электрогазосварщиков (газорезчиков) ИОТ-1-14.
26. ГОСТ 5272-68 Коррозия металлов. Термины.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Список литературы	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					119
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

27. ГОСТ Р 52720- 2007 Арматура трубопроводная. Термины и определения.
28. ГОСТ Р 53480-2009 Надежность в технике. Термины и определения.
29. ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.
30. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенически требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).
31. ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в ЧС. Основные положения.
32. ГОСТ 12.1.010- 76 Взрывобезопасность. Общие требования.
33. ГОСТ 12.3-003-86* Работы электросварочные. Требования безопасности.
34. ГОСТ 12.3.033-84 Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации.
35. ГОСТ 12.3.016-87 Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности.

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов		
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата			
Разраб.		Иванникова Е.С.			Список литературы	Лит.	Лист
Руковод.		Богданов А.Л.					120
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б	
Зав.каф.		Рудаченко А.В.					

					Анализ методов диагностики технического состояния промышленных трубопроводов			
Изм	Лист	ФИО	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванникова Е.С.			Список литературы	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Богданов А.Л.					121	
Консульт		Брусник О.В.				ТПУ гр. 2Б2Б		
Зав.каф.		Рудаченко А.В.						