



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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

ООП/ОПОП «Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов»

Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА

Тема работы
Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода

УДК 622.691.4.053-049.7

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ12	Новикова Екатерина Юрьевна		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОНД	Шарф И.В.	д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ООД	Сечин А.А.	к.т.н.		

Консультант - лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИЯ ШБИП	Айкина Т.Ю.	к.ф.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОНД	Шадрина А.В.	д.т.н.		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

21.04.01 «Нефтегазовое дело»

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями		
Общие по направлению подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»		
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
ОПК(У)-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи на основе фундаментальных знаний в нефтегазовой области	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
ОПК(У)-2	Способен осуществлять проектирование объектов нефтегазового производства	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
ОПК(У)-3	Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
ОПК(У)-4	Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
ОПК(У)-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в нефтегазовой отрасли и смежных областях	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ
ОПК(У)-6	Способен участвовать в реализации основных и дополнительных профессиональных образовательных программ, используя специальные научные и профессиональные знания	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ Профстандарт: 01.004
Специализация «Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов»		
ПК(У)-1	Способность разрабатывать учебно-методическое обеспечение программ профессионального обучения, а также реализовывать их	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ Профстандарт: 01.004
ПК(У)-2	Способность анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовой отрасли	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ Профстандарты: 19.010, 19.026, 19.055

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
ПК(У)-3	Способность оценивать экономическую эффективность инновационных решений в области трубопроводного транспорта углеводородов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ Профстандарты: 19.010, 19.026, 19.055</i>
ПК(У)-4	Способность обеспечивать безопасную и эффективную эксплуатацию и работу технологического оборудования нефтегазовой отрасли	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ Профстандарты: 19.010, 19.026, 19.055</i>
ПК(У)-5	Способность участвовать в управлении технологическими комплексами, принимать решения в условиях неопределенности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ Профстандарты: 19.010, 19.026, 19.055</i>
ПК(У)-6	Способность применять полученные знания для разработки и реализации проектов, различных процессов производственной деятельности на основе методики проектирования в нефтегазовой отрасли, а также инструктивно-нормативных документов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ Профстандарты: 19.010, 19.026, 19.055</i>
ПК(У)-7	Способность применять современные программные комплексы для проектирования технических устройств, аппаратов и механизмов, технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ Профстандарты: 19.010, 19.026, 19.055</i>



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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов»

Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП ОНД ИШПР

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ12	Новиковой Екатерине Юрьевне

Тема работы:

Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№37-60/с от 06.02.2023

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования – участок 0-110 км магистрального газопровода «Парабель-Кубасс 2» ООО «Газпром трансгаз Томск» Диаметр газопровода: 1020 мм; Давление рабочее: 5,39 МПа; Класс трубопровода: I
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Литературный обзор источников по проблеме повышения эффективности и надежности эксплуатации газопровода; Изучение объекта и сравнительный анализ методов повышения эффективности и надежности газопровода; Анализ основных методов повышения эффективности работы магистрального газопровода и определение достоинств и недостатков каждого; Рассмотрение комплексного подхода к повышению эффективности надежности магистрального газопровода; Расчет работоспособности газопровода с коррозионными повреждениями, допустимой глубины коррозии; Анализ полученных результатов, разработка рекомендаций по применению технологий с целью повышения эффективности и надежности работы магистрального газопровода.

Перечень графического материала	Рисунки, схемы, таблицы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Шарф И.В, профессор ОНД
«Социальная ответственность»	Сечин А.А., доцент ООД
Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШПИБ	Айкина Т.Ю., доцент ОИЯ ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: выполнен литературный обзор на базе англоязычных источников на тему – Pipeline In-Line Inspection Method and Instrumentation	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Брусник О.В.	К.П.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ12	Новикова Екатерина Юрьевна		



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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

Уровень образования магистратура

Отделение нефтегазового дела

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.2023	<i>Введение</i>	5
09.02.2023	<i>Обзор литературы</i>	10
21.02.2023	<i>Характеристика объекта исследования</i>	10
20.03.2023	<i>Разработка рекомендаций по повышению эффективности и надежности магистрального газопровода</i>	20
27.04.2023	<i>Расчеты и аналитика</i>	20
15.05.2023	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
22.05.2023	<i>Социальная ответственность</i>	5
28.05.2023	<i>Заключение</i>	5
04.06.2023	<i>Презентация</i>	15
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОНД	А.В. Шадрина	д.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа магистранта содержит 111 страниц, 18 рисунков, 21 таблицу, 45 литературных источников.

Ключевые слова: магистральный газопровод, эффективность, надежность, неразрушающий контроль, внутритрубная диагностика

В работе исследованы основные технические решения, направленные на повышение эффективности, надежности и безопасности магистрального газопровода. По результатам внутритрубной диагностики техническое состояние газопровода признано исправным, однако для конкретных межкрановых участков рекомендовано проведение текущего ремонта и дополнительное обследование. следствие износа необходим капитальный ремонт данного участка газопровода. Для повышения эффективности и надежности газопровода рекомендованы применение цифрового радиографического контроля сварных швов, применение комбинированного магнитно-ультразвукового дефектоскопа, водно-дисперсионного антикоррозионного и антиконденсатного покрытия, а также муфты и ГАРС. В работе приведен анализ технических решений по повышению эффективности и надежности линейной части магистрального газопровода, приведен технологический расчет работоспособности трубопровода.

Рассмотрены и приведены меры и мероприятия для безопасного ведения технологического процесса и предотвращения влияния вредных и токсичных веществ на эксплуатационный персонал и окружающую среду в целом. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности строительства и безопасности в чрезвычайных ситуациях. Выполнены экономические расчеты.

Результаты данной работы могут быть использованы для повышения эффективности и надежности работы магистрального газопровода.

					Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Новикова Е.Ю.			Реферат	Лит.		Лист	Листов
Руковод.		Брусник О.В.						7	111
Рук-ль ООП		Шадрина А.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ12			

Сокращения

АВП

ВТД – внутритрубная диагностика;

ГТС – газотранспортная система;

КБД – коэффициент безопасного давления;

КС – компрессорная станция;

ЛПУМГ – линейно-производственное управление магистральных газопроводов;

ЛЧМГ – линейная часть магистрального трубопровода;

ЛЭС – линейно-эксплуатационная служба;

МГ – магистральный трубопровод;

РК – радиографический контроль.

					<i>Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Новикова Е.Ю.			Сокращения, термины и определения		
Руковод.		Брусник О.В.					
Рук-ль ООП		Шадрина А.В.					
					Лит.	Лист	Листов
						8	111
					Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ12		

Термины и определения

Магистральный газопровод: Комплекс производственных объектов, обеспечивающих транспорт природного или попутного нефтяного газа, в состав которого входят одноконтурный газопровод, компрессорные станции, установки дополнительной подготовки газа (например, перед морским участком), участки с лупингами, переходы через водные преграды, запорная арматура, камеры приема и запуска очистных устройств, газораспределительные станции, газоизмерительные станции, станции охлаждения газа.

Неразрушающий контроль: Разработка и применение технических методов исследования материалов или деталей, узлов, компонентов изделий с целью оценки их целостности, свойств, состава и измерения геометрических характеристик путем обнаружения и локализации дефектов, измерения их параметров способами, не ухудшающими последующую эксплуатационную пригодность и надежность.

Техническое диагностирование газопровода (диагностирование) - определение технического состояния газопровода, поиск мест и определение причин отказов (неисправностей), а также прогнозирование его технического состояния.

Техническое состояние газопровода - соответствие одному из видов технического состояния в данный момент времени (исправен, неисправен, работоспособен, неработоспособен), определяемое по сравнению истинных значений параметров газопровода с установленными нормативно-технической документацией.

Капитальный ремонт линейной части газопроводов: Комплекс организационно-технических мероприятий, включающий работы, в результате которых не изменяются основные проектные показатели газопровода (проектное рабочее давление, производительность и вид транспортируемого продукта), связанные с восстановлением отдельных частей, узлов, деталей, конструкций, инженерно-технического оборудования или их заменой в связи с

					Сокращения, термины и определения	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

физическим износом или разрушением на более долговечные и экономичные, улучшающие их эксплуатационные показатели, а также восстановлением проектных, технических и эксплуатационных характеристик объектов транспорта газа, а также проектным, экспертным, сопроводительным и надзорным обеспечением этих работ, содержанием площадей отвода земли объектов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	14
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	16
1.1 Описание системы газопроводов	16
1.2 Климатическая характеристика района работ.....	18
1.3 Характеристика условий работ	20
2 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА	21
2.1 Основные технические решения	21
2.2 Внутритрубное техническое диагностирование	31
2.2.1 Профилемер	33
2.2.2 Дефектоскопы магнитные: продольного и поперечного намагничивания.....	34
2.3 Методы неразрушающего контроля	37
2.3.1 Визуально-измерительный контроль (ВИК)	37
2.3.2 Магнитный метод.....	38
2.3.3 Капиллярный метод	39
2.3.4 Ультразвуковой метод.....	39
2.3.5 Радиографический контроль.....	40
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	41
3.1 Методика назначения категории опасности дефекта	41
3.1.1 Экспертная оценка	41

					Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Новикова Е.Ю.			Оглавление		Лит.	Лист
Руковод.		Брусник О.В.						11
Рук-ль ООП		Шадрина А.В.						111
							Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ12	

3.1.2	Итоговая категория дефекта.....	42
3.2	Анализ результатов ВТД.....	43
3.2.1	Техническое состояние участков газопровода	45
4	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА.....	47
4.1	Цифровой радиографический контроль	47
4.2	Муфта из ГАРС.....	49
4.3	Водно-дисперсионная теплоизоляционная, антикоррозионная, антиконденсатная краска для металлических поверхностей	51
4.4	Комбинированный магнитно-ультразвуковой дефектоскоп	52
5	РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	55
5.1	Расчет толщины стенки газопровода	55
5.2	Проверка газопровода на прочность и пластические деформации	57
5.3	Оценка работоспособности участков газопроводов с поверхностными повреждениями.....	59
6	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	64
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	64
6.2	Производственная безопасность	66
6.2.1	Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению	66
6.2.2	Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению	75
6.3	Экологическая безопасность.....	76
6.3.1	Воздействие объекта на атмосферу.....	76
6.3.2	Воздействие объекта на гидросферу.....	77
6.3.3	Воздействие объекта на литосферу.....	77

					Оглавление	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	78
6.4.1 Чрезвычайные ситуации техногенного характера	78
6.4.2 Чрезвычайные ситуации природного характера	79
6.5 Вывод по разделу	80
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	82
7.1 Затраты на установку и проведение работ для монтажа УБО-УМ.....	82
7.1.1 Затраты на топливо	82
7.1.2 Затраты на амортизационные отчисления	83
7.1.3 Затраты на оплату труда работников.....	85
7.1.4 Затраты на страховые отчисления	86
7.1.5 Прочие затраты на материалы	87
7.1.6 Оценка экономической эффективности.....	88
7.2 Вывод по разделу	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	90
Список литературных источников.....	91
Приложение I	96
Приложение 2	109

ВВЕДЕНИЕ

Транспортировка газа по трубопроводу — один из самых экономных и эффективных способов доставки голубого топлива. Единственный его существенный недостаток — большие капитальные вложения при проектировании и строительстве.

Проблема надежности трубопроводов объективно связана с повышенным риском аварий и отказов. Это приводит к значительным экономическим потерям и серьезным экологическим последствиями в случае аварии на трубопроводе. Решение этой проблемы заключается в повышении надежности и эффективности линейной части магистральных газопроводов.

При оценке надежности конструкций трубопроводов необходимо учитывать особенности, отличающие их от других конструкций. Одной из особенностей трубопроводного транспорта нефти и газа является их большая протяженность, а также прохождение через различные климатические и геологические зоны, большая металлоемкость труб и широкий спектр отрицательных нагрузок, воздействующих на трубопровод.

Обеспечение стабильной работы, надежности и безопасности магистральных газопроводов является частью ряда приоритетных задач в проектировании, строительстве и на стадии эксплуатации.

Согласно Отчету ПАО «Газпром» за 2021 год **55%** магистральных газопроводов превысили расчетный срок службы. В то же время потребление газа в России выросло на 12% по сравнению с 2020 годом. В связи с этим, разработка технических решений по повышению эффективности эксплуатации магистральных газопроводов является **актуальной**.

Целью магистерской диссертации является разработка рекомендаций по повышению эксплуатационной надежности и эффективности магистрального

					<i>Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Новикова Е.Ю.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Брусник О.В.					14	111
Рук-ль ООП		Шадрина А.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ12		

газопровода.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- изучить нормативно-техническую документацию в области трубопроводного транспорта газа;
- проанализировать технические решения по повышению эффективности и надежности магистрального газопровода в соответствии с НТД;
- разработать рекомендации по повышению эффективности и надежность магистрального газопровода;
- произвести технологический расчет работоспособности газопровода.

Объект исследования: участок 0 – 110 км магистрального газопровода «Парабель-Кузбасс 2» ООО «Газпром трансгаз Томск».

Предмет исследования: методы повышения надежности и эффективности магистрального газопровода.

					Введение	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание системы газопроводов

Район реализации МГ и газопроводной сети расположен в Томской и Кемеровской области. Данные регионы территориально расположены на одной из одной из самых больших равнин в мире – Западно-Сибирской, которая в свою очередь находится в Среднеобской котловине (рис. 1). Местность по большей части характеризуется равнинностью. Самая высокая отметка в этом регионе не превышает 150 метров. Наибольшую часть территории составляют водно-болотные угодья и лес. Торфяные болота занимают до 40% территории. Здесь леса состоят в основном из ели, кедра и пихты. Почвы являются различной концентрации глины, от твердой до твердопластичной [2].



Рисунок 1 – Расположение сети газопроводов

Сейсмическая активность вдоль территориального расположения трассы трубопровода отсутствует. Вдоль трассы трубопровода нет запретных зон. Участки, обозначенные вдоль трассы трубопровода, не запрещают проход

					Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Новикова Е.Ю.				Общая часть	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Брусник О.В.						16	111
Рук-ль ООП	Шадрина А.В.					Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ12		

посторонних лиц, в связи с этим ограждений здесь не наблюдается. Однако для создания и поддержания нормальных условий эксплуатации и предотвращения возможных повреждений газопровода устанавливаются охранные зоны в соответствии с «Правилами охраны магистральных трубопроводов».

В данной местности чрезвычайные ситуации природного характера могут быть в виде: резких понижений температуры окружающей среды до - 55°С, лесные и торфяные пожары, большой уровень паводковых вод, как следствие – наводнения.

Охранная зона газопровода – это территория, ограниченный воображаемыми линиями рельефа. Эти линии проводятся на расстоянии 25 метров в обе стороны от осевой линии газопровода. Раскопки и другие виды земляных работ, указанные в ПТЭМГ, которые могут повредить трубопровод, не допускаются в пределах запретной зоны без предварительного согласования с ЛПУМГ. Трасса трубопровода размечена и обозначена флажками для указания границ площади охранной зоны, и в пределах запретной зоны не будут разрешены земляные и взрывные работы [26].

Ограниченные зоны для местных объектов: Площадка компрессорной станции «Парабель», место соединения станции с магистральным газопроводом и газораспределительная станция имеют собственные огороженные территории. Пределы запретных зон устанавливаются по периметру ограждения, состоящего из сплошного бетонного забора или забора из провололочной сетки, установленного на металлических столбах и обозначенного соответствующими знаками для предотвращения доступа посторонних лиц.

Помимо запретных и контролируемых зон для трубопроводов, компрессорных и распределительных станций в соответствии со СНиП 2.05.06-85*, для R_{СНИП} указаны также минимальные безопасные расстояния (МБР) от жилых районов, промышленных и сельскохозяйственных объектов, автомобильных дорог, железнодорожных линий, высоковольтных линий электропередачи, аэропортов и других сооружений. Значения МБР зависят от

					Общая часть	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

категории и диаметра газопровода, а также от объектов социального значения и потенциала цепных аварий на газопроводах, компрессорных станциях и станциях распределения природного газа (таблица 1).

Таблица 1 – Минимальные безопасные расстояния от газопроводов, КС, ГРС [24]

Диаметр газопровода первого класса, мм	Менее 300	300-600	600-800	800-1000	1000-1200	1200-1400
R _{СНИП} от газопровода первого класса, м	100	150	200	250	300	350
R _{СНИП} от ГРС, м	150	175	200	250	300	350
R _{СНИП} от КС, м	500	500	700	700	700	700

Согласно [18] санитарно-защитные зоны (СЗЗ) для магистральных трубопроводов следует определять с учетом минимальных расстояний от городов и других населенных пунктов и от индивидуальных зданий, требуемых строительными нормами и правилами для обеспечения их безопасности. Их расширение должно осуществляться в соответствии с разрешением № 1919 от 31.12.2001 г. Государственного комитета по охране окружающей среды Томской области.

ООО «Газпром трансгаз Томск», стопроцентное дочернее предприятие ПАО «Газпром», работает в 14 регионах Сибири и Дальнего Востока. Компания эксплуатирует более 9 000 километров нефте- и газопроводов (МГ). Компания поставляет более 19 миллиардов кубометров газа в год [2].

1.2 Климатическая характеристика района работ

Исследуемые объекты располагаются на территории Томской области, которая относится к холодному региону (согласно карте регионального распределения климатического воздействия на технические изделия и материалы на основе ГОСТ 16350-80 [25]). Климатические условия представлены в таблице 2:

					Общая часть	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2 – Характеристики климатических условий [25]

п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Значение	
1.	Среднегодовая температура наружного воздуха	°С	-3	
2.	Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года	°С	22,8	
3.	Абсолютный максимум температуры наружного воздуха	°С	37	
4.	Средняя температура наружного воздуха наиболее холодного периода	°С	-25,8	
5.	Абсолютный минимум температуры наружного воздуха	°С	-52	
6.	Наиболее жаркий месяц года		Июль	
7.	Наиболее холодный месяц года		Январь	
8.	Продолжительность времени года с положительными суточными температурами	Сут.	108	
9.	Продолжительность времени года с отрицательными суточными температурами	Сут.	254	
10.	Преобладающие ветры в теплое время года		СЗ	
11.	Средняя скорость ветра в теплое время года	м/сек	1,8	
12.	Преобладающие ветры в холодное время года		ЮЗ	
13.	Средняя скорость ветра в холодное время года	м/сек	3,8	
14.	Среднее давление воздуха в летний период	гПа	1000	
15.	Среднее давление воздуха в зимний период	гПа	1019	
16.	Среднегодовое количество осадков	мм	540	
17.	Средняя месячная интегральная поверхностная плотность потока суммарного солнечного излучения в 12 ч. 30 мин. местного времени в теплое время года (июль) в холодное время года (январь)	мдж/м ²	518 371	

1.3 Характеристика условий работ

Техническое обслуживание газопровода «Парабель-Кузбасс» и его ремонт методом врезки «катушки» осуществляется на второй нитке на участке 0-110 км, а именно на 64 км.

Местность в основном равнинная. Большая часть территории покрыта лесами и сельскохозяйственными угодьями. Этот участок трубопровода обслуживается «Парабельской ПП».

					Общая часть	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

4.1 Цифровой радиографический контроль

Цифровая радиография – технология рентгенографического контроля, при которой носителем рентгеновского изображения выступает не плёнка, а плоскпанельный детектор (DDA-система). Для проведения РК таким способом по-прежнему требуется источник ионизирующего излучения (ИИИ), эталоны чувствительности и маркировочные знаки. Только вместо рентгеновской плёнки, заряжённой в кассеты с усиливающими экранами, на объекте устанавливается матричный детектор. Это электронное устройство с набором детектирующих элементов, подключённое напрямую к персональному компьютеру (ноутбуку). Прибор поглощает рентгеновское излучение и передаёт цифровое изображение на ПК. Отпадает необходимость в негатоскопе. Полученный цифровой снимок можно масштабировать, обрезать, «прогонять» через фильтры и иным образом обрабатывать в специализированном ПО [39].

В стандартном виде система включает в себя:

– плоскпанельный детектор. Это электронное устройство в алюминиевом корпусе прямоугольной формы (до 43х43 см) с защитным экраном из карбона. Внутри – светочувствительная матрица, покрытая слоем сцинтиллятора. Сцинтиллятор – это материал, отвечающий за преобразование излучения в свет.

– ПК (ноутбук). Полученное с детектора изображение выводится на монитор настольного компьютера. Некоторые системы для цифровой радиографии комплектуются планшетом, но это, скорее, для экспресс-просмотра рентгенограмм, нежели для полноценной их обработки;

					Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Новикова Е.Ю.			Рекомендации по повышению надежности и эффективности магистрального газопровода	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Брусник О.В.					47	111
Рук-ль ООП		Шадрина А.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ12		

- программное обеспечение.

Преимущества использования цифровой радиографии:

- сокращение операционных расходов при проведении РК.

Исключаются расходные материалы: пленка, реактивы, кюветы, запасы воды, архив снимков, проявочная и сушильная машина, негатоскопы, денситометры, кассеты, неактивные фонари и т.д.

- хранение снимков в течение длительного времени без потерь качества;

- ускорение процесса получения рентгенограмм и производительности РК в целом;

- упрощение проведения РК;

- мгновенная оценка качества снимка. При необходимости, сразу можно повторить экспозиции;

- повышенная контрастная чувствительность;

- большой набор инструментов для обработки изображений;

- дополнительные гарантии безопасности;

- проведение РК по международным стандартам [40].

В сравнении цифрового РК и пленочного РК получили следующие результаты:

Таблица 7 – Сравнительный анализ цифрового и пленочного РК

Показатель		Радиографический контроль с применением пленки	Цифровой радиографический контроль
3000 экспозиций			
Время	ч	100	50
Денежные затраты	Стоимость 3000 листов пленки, руб./ Стоимость 1 пластины, руб.	1017000	72900
	Доп. расходы (7,2 комплекта проявителя, 10,8 комплекта фиксажа), руб.	85 000	0
Качество изображения	ppi (пиксели/дюйм)	500	10000
Чувствительность	mR (миллирентген)	1	0,1-0,5

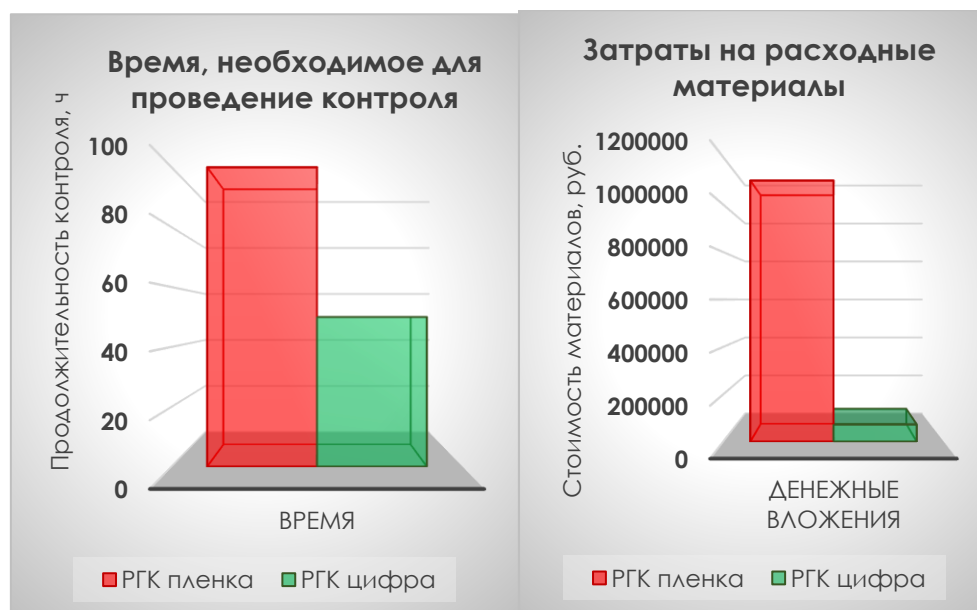


Рисунок 10 – Разница денежных затрат и затрат времени на проведение двух видов РК

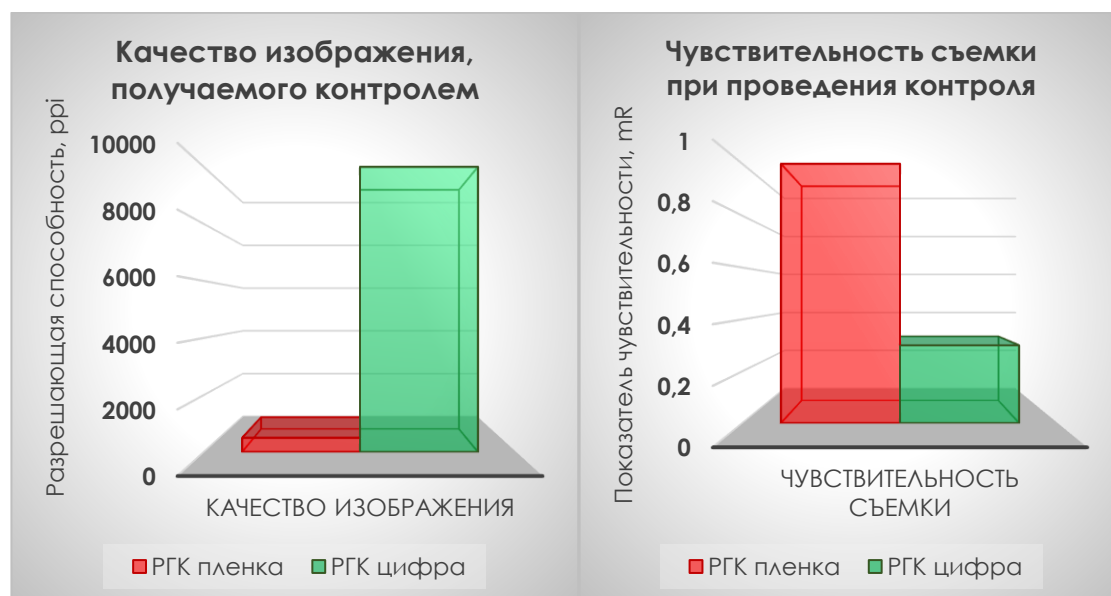


Рисунок 11 – Разница качества получаемого изображения и чувствительности оборудования при проведении двух видов РК

4.2 Муфта из ГАРС

Российские разработчики предложили ремонтную стеклопластиковую муфту из ГАРС [41].

Витки муфты из композиционного материала, а также локальные участки стенки поврежденного трубопровода склеиваются и изолируются химстойким клеевым составом.

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
2БМ12	Новикова Екатерина Юрьевна

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделения нефтегазового дела
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов»

Тема: «Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение:

- Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.

Объект исследования: магистральный газопровод «Парабель-Кузбасс-2»

Область применения: транспортировка газа и газового конденсата

Рабочая зона: открытый воздух, полевые условия при производстве неразрушающего контроля

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

1. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы
2. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
3. СНиП 2.05.06-85 Магистральные трубопроводы;
4. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 09.03.2021) // Собрание законодательства РФ. – Глава 34, ст. 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда.

2. Производственная безопасность:

- Анализ потенциальных вредных и опасных факторов
- Обоснование мероприятий по снижению их воздействия

Вредные и опасные факторы:

- токсичные и вредные вещества;
- повышенный уровень шума;
- отклонение показателей микроклимата в рабочей зоне;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- ионизирующее излучение;

	– подвижные части производственного оборудования; – электрический ток;
3. Экологическая безопасность при эксплуатации:	Воздействие на селитебную зону отсутствует; Воздействие на атмосферу: выброс перекачиваемого углеводородного сырья и иных загрязняющих веществ в результате образования сквозных отверстий, свищей в теле трубопровода. Воздействие на гидросферу: загрязнение сточных вод. Воздействие на литосферу: отходы внутритрубных отложений, образовавшихся в результате очистки.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: выход углеводородов, природные чрезвычайные ситуации, возгорание углеводородов. Наиболее типичная ЧС: возгорание углеводородов.

Дата выдачи задания для раздела в соответствии с календарным учебным графиком	
---	--

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Сечин А. А.			

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ12	Новикова Екатерина Юрьевна		

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данном разделе рассматривается социальная ответственность за соблюдение требований производственной, экологической безопасности, а также безопасности в случае возникновения ЧС. Основным рабочим местом при производстве работ является открытый воздух, полевые условия. Работы производятся в дневное время суток.

Объектом исследования является магистральный газопровод «Парабель-Кузбасс». Район расположения сети МГ и газопроводов: районы Томской и Кемеровской области, расположенные в пределах одной из величайших в мире низменных равнин Западно – Сибирской в Среднеобской котловине. Характер территории – равнинный, высотные отметки на данной местности не превосходят отметки в 150 м. Болотно-лесистая местность занимает огромную часть территории.

Область применения: транспортировка газа и газового конденсата.

В соответствии с ФЗ №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» магистральные трубопроводы относятся к опасным объектам. Дефектоскопия трубопроводов подразумевают взаимодействие специалистов сервисных компаний с опасными производственными факторами, в связи с чем возникает необходимость в строгом нормировании условий труда, проведении мероприятий по уменьшению воздействий вредных и опасных факторов на специалистов неразрушающего контроля и окружающую среду.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля», к проведению неразрушающего контроля опасных производственных объектов допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, которые прошли медицинский осмотр и не имеют

					<i>Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Новикова Е.Ю.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Брусник О.В.					64
Рук-ль ООП		Шадрина А.В.					111
						Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ12	

противопоказаний, имеют документы о прохождении аттестации, прошедшие инструктаж по технике безопасности. В соответствии с федеральным законом РФ от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», специалисты неразрушающего контроля сталкиваются с вредными условиями труда [4].

Рабочая зона сотрудников сервисной компании подразумевает возможное воздействие на них радиационного излучений, отклонений климата в рабочей зоне и при работе на открытом воздухе и другие вредные и опасные факторы. Компенсация за вредные условия труда и ее размер устанавливается на основании статей трудового кодекса, коллективного договора или иных внутренних документов предприятия. Законодательством предусмотрено, что люди, работающие в опасных условиях, могут получать такие гарантии и компенсации:

- уменьшение количества рабочих часов до 36 часов в неделю и меньше (в зависимости от режима работы – вахтовый, постоянный);
- оплачиваемый отпуск, являющийся дополнительным и предоставляемым каждый год (не меньше 7 календарных дней);
- надбавка за вредность в размере не меньше 4% от оклада;
- бесплатное лечение и оздоровление;
- выдача спецодежды и средств индивидуальной защиты.

Поскольку проведение неразрушающий контроль осуществляется непосредственно на дефектном участке трубопровода, организация рабочей зоны выполняется в ходе подготовительных работ. При работе в котловане специалист неразрушающего контроля обязан убедиться в качестве выполненных земляных работ и проверить наличие загазованности в воздухе рабочей зоны. Должен быть обеспечен удобный доступ к диагностируемому участку трубопровода. Необходимо наличие не менее 4-х лестниц, защитных ограждений, отсутствия техники на краю котлована.

Обработка персональной информации работника подразумевает соблюдение определенных правил. Целью соблюдения правил является

					Социальная ответственность	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обеспечение прав и свобод гражданина и человека. Выполнять требования по обработке должны работодатель и его представитель, выполняющий эти обязанности. Требования к защите персональных данных работника установлены в 14 главе Трудового Кодекса РФ.

6.2 Производственная безопасность

В таблице 10 представлен перечень опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при проведении диагностики трубопроводов методом рентгеновского неразрушающего контроля согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [5].

Таблица 10 – Опасные и вредные факторы при проведении диагностики трубопроводов

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативный документ
	Разра-ботка	Изготов-ление	Эксплу-атация	
Отклонение показателей климата на открытом воздухе	+	+	+	Требования к уровню шума устанавливаются ГОСТ 12.1.003–2014 Требования к вибрации устанавливаются ГОСТ 12.1.012–2004 Классификация и требования к вредным веществам приведены в ГОСТ 12.1.007–76 Требования к микроклимату рабочей среды устанавливаются СанПиН 2.2.4.548-96 Предельно допустимые значения напряжений устанавливаются ГОСТ 12.1.038–82
Повышенный уровень шума и вибрации	-	+	+	
Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу	-	-	+	
Повышенная загазованность рабочей зоны	-	-	+	
Опасность поражения электрическим током	+	+	+	
Опасность механических повреждений.	-	+	+	

6.2.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Вредными производственными факторами называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания.

Повышенная загазованность рабочей зоны

Главным источником загазованности рабочей зоны является скопление вредных и взрывопожароопасных веществ, образующиеся при работе, связанной с осмотром, чисткой и ремонтом технологического оборудования, а также с установкой и снятием заглушек, что может вызвать отравление парами углеводородов и ожоги при возгорании смеси. Также выделение газов на наружных площадках и в помещениях может произойти через неплотности фланцевых соединений, пропуск газа в сальниках, из-за разрушений трубопроводов, не плотностей в оборудовании.

Для предотвращения воздействия на работников загазованности, соответствие с ГН 2.2.5.552-96 работники перед проведение работ, а также периодически во время проведения работ контролировать состояние рабочей воздушной среды с помощью газоанализаторов.

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которые могут появиться при проведении диагностики трубопроводов, представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Углеводороды алифатические предельные C1 – C10	300	4
Бензин – растворитель (в пересчете на углерод)	300	4
Керосин (в пересчете на углерод)	300	4
Сероводород в смеси с углеводородами C1 – C2	3	2
Нефть сырая	10	3
Углекислый газ	9000	4

Мероприятия по снижению негативного воздействия вредных веществ на персонал:

- исключение источников появления вредных веществ (соблюдение правил эксплуатации, противокоррозионная защита, своевременная замена уплотнений оборудования и запорной арматуры);
- применение газоанализаторов для контроля загазованности;

- применение принудительной вентиляции для снижения их концентрации в воздухе рабочей зоны;
- использование средств индивидуальной защиты: противогазы, респираторы, спецодежда, изолирующие костюмы, рукавицы, перчатки, очки, маски.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Уровень освещения влияет не только на функционирование зрительного аппарата специалиста, но и на его физическое и психоэмоциональное состояние. При чрезмерном или же недостаточном освещении значительно снижается работоспособность производителя диагностических работ в связи с ухудшениями условий труда. Так, согласно европейскому стандарту EN 13018:2001, перед проведением визуально-измерительного контроля участка трубопровода должна быть обеспечена освещенность не менее 160 люкс для обзорного визуального контроля и не менее 500 люкс для локального визуального контроля.

Для компенсации недостаточной освещенности в светлое время суток используют комбинацию естественного и искусственного освещения, в темное время суток пользуются искусственным освещением согласно СП 52.13330.2016. В процессе идентификации обнаруженных дефектов, определения их параметров с применением методов неразрушающего контроля используют источники местного освещения. Для этого применяются переносные светильники во взрывозащищенном исполнении [7].

Расчет системы искусственного освещения

Дано:

- помещение длиной $A=20$ м, шириной $B=10$ м и высотой $H=4,5$ м;
- высота рабочей поверхности $h_{\text{рп}} = 0,8$ м;
- коэффициент отражения стен $R_c = 30\%$;
- коэффициент отражения потолка $R_{\text{п}} = 50\%$;
- коэффициент запаса $k=1,5$;
- коэффициент неравномерности $Z=1,1$;

					Социальная ответственность	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Выберем люминесцентные светильники типа ОД: интегральный критерий оптимальности расположения светильников $\lambda = 1,4$.

Рассчитаем *расчетную высоту светильника над рабочей поверхностью* по формуле:

$$h = H - h_{\text{рп}} - h_c, \quad (21)$$

где h – расчетная высота, высота светильника над рабочей поверхностью, м;

H – высота помещения, м;

$h_{\text{рп}}$ – высота рабочей поверхности над полом, м.

$$h = 4,5 - 0,8 - 0,5 = 3,2 \text{ м}$$

Рассчитаем *расстояние между светильниками*:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (22)$$

где L – расстояние между соседними светильниками или рядами, м;

λ – интегральный критерий оптимальности расположения светильников;

$$L = 1,4 \cdot 3,2 = 4,48 \text{ м}$$

Рассчитаем *расстояние от крайних светильников до стены* по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{4,48}{3} = 1,49 \text{ м} \quad (23)$$

Рассчитаем индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{20 \cdot 10}{3,2 \cdot (20 + 10)} = 2,083 \quad (24)$$

Размещаем светильники в два ряда. В каждом ряду можно установить 10 светильников типа ОД мощностью 65 Вт (с длиной 1,23 м и шириной 0,29 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 40$.

Коэффициент использования светового потока составляет $\eta = 57 \% = 0,57$.

Определяем световой поток лампы по формуле:

					Социальная ответственность	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Phi = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot k \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{40 \cdot 0,57} = 4342,1 \text{ Лм} \quad (25)$$

Выбираем ближайшую подходящую стандартную лампу ЛХБ 65 Вт с потоком $\Phi_{\text{л.станд}} = 4400 \text{ Лм}$.

Делаем проверку выполнения условия:

$$\begin{aligned} -10\% &\leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\% \\ -10\% &\leq \frac{4400 - 4342,1}{4400} \cdot 100\% \leq +20\% \\ -10\% &\leq 1,3\% \leq +20\% \end{aligned} \quad (26)$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки по формуле:

$$P = 65 \cdot 40 = 2600 \text{ Вт} \quad (27)$$

Повышенный уровень ионизирующего излучения

При проведении радиографического контроля на строительстве магистральных трубопроводов во избежание поражения электрическим током и опасного воздействия на обслуживающий персонал ионизирующего излучения и вредных газов, образующихся в воздухе под действием излучения, необходимо строго соблюдать правила техники безопасности, установленные следующими нормативными документами:

- «Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений», СП 2.6.1.2612-2010 [9];
- «Нормами радиационной безопасности» СанПиН 2.3.1.2523-09, [10];
- «Правилами безопасности при транспортировке радиоактивных веществ», НП-053-04;
- «Санитарными правилами по радиоизотопной дефектоскопии», СП 2.6.1.3241-14 [15].

Основные требования безопасности при производстве работ по радиографическому контролю:

					Социальная ответственность	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Организации, где проводятся работы по радиографическому контролю, должны иметь разрешение на право производства данного вида работ, которое выдается местными органами санитарного надзора.

Помещения для радиографического контроля (в том числе дефектоскопические лаборатории), хранилища для радиоактивных веществ должны быть оборудованы согласно «Основным санитарным правилам работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» СП 2.6.1.2612-2010 и «Санитарным правилам по радиоизотопной дефектоскопии» СП 2.6.1.3241-14.

До начала эксплуатации рентгеновских аппаратов и гаммадефектоскопов администрация организации (предприятия) обязана на основе СП 2.6.1.2612-2010 разработать инструкции по радиационной безопасности, устанавливающие действие персонала, порядок проведения работ по радиоизотопной дефектоскопии, учета, хранения и выдачи источников излучения, содержания помещений и т.д.

К работе по проведению радиографического контроля допускаются лица, прошедшие специальный медицинский осмотр, инструктаж по технике безопасности и сдавшие экзамен по безопасному ведению работ в установленном порядке.

Периодическая проверка знаний обслуживающим персоналом инструкций по технике безопасности и радиационной безопасности должна производиться не реже одного раза в год одновременно с периодическими проверками квалификации персонала.

К моменту получения рентгеновских аппаратов, гамма-дефектоскопов администрация должна назначить ответственное лицо, следящее за учетом, хранением и вращением этого оборудования, а также назначить ответственного за радиационную безопасность и электробезопасность.

Перезарядка гамма-дефектоскопов (перемещение держателей с источниками из транспортно-перезарядных контейнеров в радиационные головки и обратно) должна производиться в соответствии с требованиями СП

					Социальная ответственность	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.6.1.2612-2010 в специальных помещениях при наличии штатных дистанционных приспособлений заводского изготовления.

Хранение и перезарядка гамма-дефектоскопов с источниками вне специально оборудованных мест запрещается.

В организациях, где проводятся работы с применением источников ионизирующего излучения, должен осуществляться дозиметрический контроль, который обеспечивает соблюдение норм радиационной безопасности и получение информации о дозе облучения персонала.

Индивидуальный контроль за дозой внешнего облучения ведется с помощью индивидуальных дозиметров.

При проверке принимаются наибольшие показания дозиметров.

Данные о дозах облучения (переоблучения) персонала и эффективности средств защиты необходимо немедленно сообщить органам местной СЭС и администрации организации, а также контролирующему санитарному врачу (по его требованию) для принятия мер к уменьшению доз облучения.

Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

Главным источником формирования данного фактора является возможная разгерметизация трубопроводов или оборудования в процессе работы, что может вызвать отравление парами углеводородов.

В целях достижения безопасности персонала необходимо соблюдать требования:

- допуска персонала, имеющего специальную подготовку, определенную требованиями норм и правил и квалификацию;
- безопасных приемов и методов труда;
- мер газовой и пожарной безопасности;
- по применению средств индивидуальной защиты, средств пожаротушения с отработкой приемов их использования;
- к спецодежде из термостойких и антистатических материалов и индивидуальным средствам защиты.

					Социальная ответственность	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Повышенный уровень шума и вибрации

В настоящее время эксплуатация подавляющего большинства технологического оборудования неизбежно связана с возникновением шумов и вибраций различной частоты и интенсивности, оказывающих весьма неблагоприятное воздействие на организм человека.

Допустимые шумовые характеристики рабочих мест регламентируются ГОСТ 12.1.003-2014. В соответствии с требованиями ГОСТ громкость ниже 80 дБ не влияет на органы слуха [19].

Длительное действие шума > 85 дБ приводит к постоянному повышению порога слуха, к повышению кровяного давления.

Вибрация – это механические колебания твёрдых тел - частей аппаратов, машин, оборудования, воспринимаемое организмом человека как сотрясения. Часто вибрации сопровождаются шумом.

Гигиенические допустимые уровни вибрации регламентирует ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» [10].

Нормируемые параметры вибрации – среднеквадратичные значения виброскорости в м/с или её логарифмические уровни в дБ в октавных полосах частот. Базовая частота предельного спектра для общей вибрации равна 63 Гц (95 дБ), для локальной - 125 Гц (110 дБ).

В производственных условиях с целью предотвращения вредного воздействия шума и вибрации на организм человека необходимо всегда добиваться, чтобы уровни шума и вибрации не превышали допустимых значений. Снижение шума и вибрации можно достичь следующими методами:

- уменьшение шума и вибрации в источнике их образования;
- изоляция источников шума и вибрации средствами звукоизоляции и звукопоглощения, виброизоляции и вибродемпфирования;
- применение средств индивидуальной защиты.

Средства защиты от шума подразделяют на две группы: вкладыши, вкладываемые в устье слухового аппарата, и наружные противошумы – наушники, шлемы, накладываемые на ушную раковину. Наиболее эффективны

					Социальная ответственность	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вкладыши «Беруши», позволяющие снижать уровень звука на различных частотах от 15 до 30 дБ.

Отклонение показателей микроклимата в рабочей зоне

Операторы автоматизированных рентгеновских систем производят управление устройствами в мобильных автолабораториях. Для обеспечения работоспособности специалистов в автолабораториях должны соблюдаться необходимые показатели микроклимата, такие как относительная влажность, интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, барометрическое давление, скорость движения и температура воздуха и т.д. Согласно СанПиН 1.2.3685-21, на рабочем месте должна поддерживаться температура от +21 до +23 °С в холодное время года и от +22 до +24 °С – в теплое. Относительная влажность должна находиться в пределах 40-60%. Чтобы обеспечить оптимальное сочетание параметров микроклимата, используют системы вентиляции и отопления.

Работающие в зимний период года на открытом воздухе должны быть обеспечены спецодеждой с теплозащитными свойствами. При температуре воздуха минус 40 °С и ниже необходима защита органов дыхания и лица. В летний период работающие должны быть обеспечены головными уборами исключающие перегрев головы от солнечных лучей. Постановление Администрации Томской области от 11.02.2011 г. №29а регламентирует следующие погодные условия, при которых работы на открытом воздухе работодателями приостанавливаются (таблица 12).

Таблица 12 – Условия организации работ в холодный период года на открытом воздухе

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С
0	-36
0 – 5	-35
5 – 10	-34
Свыше 10	-32

6.2.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной травмы, острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти.

Движущиеся машины и механизмы

В процессе установки внутритрубного снаряда-дефектоскопа возможен производственный травматизм рабочей бригады вследствие подвижных частей производственного оборудования, перемещений оборудования при монтаже и демонтаже, острых кромок и заусенцев на поверхностях оборудования, использования подъемных кранов для подачи дефектоскопа в камеру пуска и приема средств очистки и диагностики и т.д. Требования, предъявляемые к производственному оборудованию, подробно описаны в ГОСТ 12.2.003-91.

Для предотвращения производственного травматизма рабочий персонал должен знать и соблюдать технику безопасности при работе с нефтегазовым оборудованием, а также быть обеспеченным необходимыми средствами индивидуальной защиты: рабочая одежда, перчатки, каски и т.д.

Поражение электрическим током

Источниками поражения от электрического тока при диагностике трубопроводов являются электрические привода для подачи питания на дефектоскопические приборы и устройства.

Причины поражения электрическим током: прикосновение к токоведущим элементам, ошибочные действия персонала, нарушение изоляции токоведущих элементов, метеорологические условия (удар молнии) и аварийные ситуации. Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Требования, предъявляемые к электробезопасности производственных процессов, подробно описаны в ГОСТ Р 12.1.019.2017. Предупреждение электротравматизма на объектах достигается выполнением следующих мероприятий:

					Социальная ответственность	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- применение защитного зануления, защитного заземления, защитного отключения;
- обеспечение изоляции, ограждение и недоступность электрических цепей;
- использование предупредительных плакатов и знаков безопасности;
- установка молниеотводов;
- проведение инструктажей и обучения персонала безопасным методам работы с электроприборами;
- использование средств индивидуальной защиты: диэлектрических перчаток и бот, диэлектрических резиновых ковриков, инструментов с изолированными ручками [21].

Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением

При диагностировании дефектных участков трубопровода, находящегося в эксплуатации, основной опасностью является возможное разрушение трубопровода под действием транспортируемой продукции. Следствием аварии могут стать пожар, гибель людей, приведение оборудования в негодное состояние, утечка транспортируемого продукта, что также негативно отразится на окружающей среде. Для предотвращения возникновения аварийных ситуаций и инцидентов проводят комплексное диагностирование технического состояния трубопроводов с целью обнаружения дефектов геометрии труб, потери металла и трещин в сварных швах. В случае аварии трубопровод должен быть немедленно остановлен и отключен до обнаружения причины аварии и ее устранения аварийной бригадой.

6.3 Экологическая безопасность

6.3.1 Воздействие объекта на атмосферу

Перекачиваемое по трубопроводам углеводородное сырье и иные загрязняющие вещества, содержащиеся в скважинной продукции, могут попадать в атмосферу в результате образования сквозных отверстий, свищей в

					Социальная ответственность	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

теле трубопровода и выхода транспортируемой продукции в окружающую среду. Также загрязнение атмосферы происходит при плановых остановках объектов подготовки нефти и газа и опорожнение технологических трубопроводов.

Для защиты атмосферы от негативного воздействия токсичный и загрязняющих веществ проводятся следующие мероприятия:

- проверка оборудования на прочность и герметичность;
- соблюдение согласованных технологических режимов работы оборудования;
- своевременная замена уплотнений оборудования и запорной арматуры;
- проведение диагностики трубопроводов на наличие утечек и их устранение.

6.3.2 Воздействие объекта на гидросферу

В процессе идентификации дефектов по результатам диагностического обследования трубопроводов возможен выход скважинной продукции в грунтовые воды, либо водный объект, если авария произошла на подводном переходе.

Для предотвращения аварийных ситуаций и загрязнения гидросферы подводные переходы и трубопровод в целом должен быть продиагностирован методами внутритрубной дефектоскопии, с применения водолазных дефектоскопических работ и при помощи самодвижущихся робототехнических систем.

6.3.3 Воздействие объекта на литосферу

При подготовке трубопроводов к пропуску внутритрубных дефектоскопических снарядов производят очистку внутренней полости трубопровода с применением очистных скребков. После пропуски очистных скребков в камеру приема очистных средств поступают внутритрубные отложения (например, парафины, механические примеси, продукты коррозии и т.д.), которые являются возможным источником загрязнения литосферы.

					Социальная ответственность	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Также в результате ремонтных работ образуется большое количество отходов производства.

Для защиты литосферы от загрязнения все отходы подлежат селективному сбору и последующей утилизации в соответствии с ГОСТ Р 57677-2017 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация отходов недропользования».

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

При проведении технического диагностирования трубопроводов вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций:

- выход углеводородов;
- возгорание углеводородов;
- природные чрезвычайные ситуации.

6.4.1 Чрезвычайные ситуации техногенного характера

Наиболее вероятные чрезвычайные ситуации при проведении работ по дефектоскопии на работающем объекте возможны в следствие обнаружение дефектов приводящих к выходу углеводородов или остаточному состоянию загазованности атмосферы в котловане с превышение допустимых значения концентрации углеводородов после проведения ремонтных работ. При использовании инструмента и оборудование с электродвигателем возможно образование иск, что в сочетание с вышеупомянутыми факторами может привести к возгоранию паров углеводородов.

Для уменьшения вероятности возникновения чрезвычайной ситуации в виде пожара или выхода углеводородов проводятся следующие мероприятия:

					Социальная ответственность	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– при проведении ремонтных или дефектоскопических работ исполнители должны неукоснительно соблюдать правила и требования по работе с оборудованием и приборами, а также использовать газоанализатор для определения концентрации углеводородов в рабочей зоне. При превышении ПДК работники должны покинуть место работы до устранения причин повышения загазованности;

– при обнаружении критического дефекта по результатам диагностики, способного вызвать аварию, необходимо прекратить работы и сообщить руководству;

– для предотвращения возможности возникновения пожара используют пожаробезопасное взрывозащищенное оборудование. Работники должны использовать спецодежду со специальными пропитками, прошитую антистатической нитью, а также проводятся в обязательном порядке инструктажи по пожароопасным работам. При возникновении пожара необходимо сообщить о происшествии ближайшему пожарному расчету, руководству и по возможности произвести тушение пожара средствами первичного пожаротушения (ГОСТ Р 51017-2009), сохраняя приоритет жизни и здоровью.

6.4.2 Чрезвычайные ситуации природного характера

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуаций природного характера является удар молнией.

Для обеспечения безопасности людей и сохранности зданий, сооружений и оборудования от разрушения, загорания и взрывов при ударах молнии предпринимаются следующие меры:

– для уменьшения вероятности повреждения оборудования, загорания и накопления статического электричества производят заземления оборудования и передвижной лаборатории;

– при природных явлениях, несущие угрозу жизни и здоровью работников, а также безопасному проведению работы необходимо остановить

					Социальная ответственность	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

работы и переместиться в безопасное место, обеспечив сохранность оборудования.

6.5 Вывод по разделу

Сохранение качественной жизни и здоровья человека является основой цивилизованного мира. При производстве работ обязательным составляющей является проведения комплекс мероприятий по защите человека, окружающей среды и имущественных ценностей. Основными выделенными вредными и опасными факторами является загазованность рабочей зоны, а также возможное повышенное ионизирующее излучение. Описан ряд мероприятий необходимый для обеспечения безопасных производственных условий.

					Социальная ответственность	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ12	Новикова Екатерина Юрьевна

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оценка стоимости материально-технических, энергетических, финансовых ресурсов при проведении работ по закреплению магистрального газопровода
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85* ГЭСН-2001-25 Сборник №25. Магистральные и промышленные трубопроводы (с дополнениями 1-3)
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс Российской Федерации (1 часть) ФЗ №146 от 31.07.1998 в ред. от 28.03.2023 Налоговый кодекс Российской Федерации (2 часть) ФЗ №117 от 05.08.2000 в ред. от 28.04.2023
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Обоснование применения методов закрепления магистрального газопровода.
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Расчет основных затрат, необходимых для проведения прокладки магистрального нефтепровода.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка экономической эффективности при проведении работ по закреплению газопровода
Перечень графического материала	
1. Структура затрат по категориям при закреплении магистрального трубопровода	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОНД	Шарф И.В.	Д.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ12	Новикова Екатерина Юрьевна		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе написания выпускной квалификационной работы:

- изучена нормативно-техническая документация в области трубопроводного транспорта газа;
- проведен анализ технических решений по повышению эффективности и надежности магистрального газопровода в соответствии с НТД;
- произведен технологический расчет по оценке работоспособности участков газопровода. Допустимая глубина коррозии составляет 3,27 мм. При превышении допустимой глубины коррозии требуется незамедлительное устранение дефекта или снижения рабочего давления;
- разработаны рекомендации по повышению эффективности и надежности магистрального газопровода с применением цифрового радиографического контроля, муфты из ГАРС и водно-дисперсионного антикоррозионного и антиконденсатного покрытия.

					Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Новикова Е.Ю.			Заключение	Лит.		Лист	Листов
Руковод.		Брусник О.В.						90	111
Рук-ль ООП		Шадрина А.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ12			

Список литературных источников

1. СП 36.13330-2012. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*: дата введения 2013-07-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200103173> (дата обращения 23.01.2021). – Текст: электронный.
2. История компании ОАО «Газпром». Газпром: официальный сайт. – Москва, 2003-2021. – URL: <https://www.gazprom.ru/about/history/company//> (дата обращения 11.02.2021). Текст: электронный.
3. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: учебное пособие, Б.Г. Маслов. – М.: Академия, 2008. – 272 с;
4. ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля»
5. ГОСТ 12.0.003-2015 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
6. ГОСТ 18353-79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов;
7. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
8. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю;
9. СП 2.6.1.2612-2010 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности»
10. СанПиН 2.3.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности»;
11. ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования;
12. ГОСТ Р 55724-2013. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые;

					Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Новикова Е.Ю.			Список литературных источников		
Руковод.		Брусник О.В.					
Рук-ль ООП		Шадрина А.В.					
					Лит.	Лист	Листов
						91	111
					Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ12		

13. Выборнов Б.И. Ультразвуковая дефектоскопия – М.: Металлургия, 1985. – 256 с;

14. Ермолов И.Н., Ермолов М.И. Ультразвуковой контроль. Учебник для специалистов первого и второго уровня квалификации. Издание пятое, стереотипное. – М.: Высшая школа, 2006. – 208 с;

15. СП 2.6.1.3241-14 «Гигиенические требования по обеспечении радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии»;

16. ГОСТ 24034-80. Контроль неразрушающий радиационный;

17. ГОСТ 23764-79. Гамма-дефектоскопы. Общие технические условия;

18. ГОСТ Р 54907-2012. Техническое диагностирование. Основные положения;

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

20. РД-08.00-60.30.00-КТН-046-1-05. Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных нефтепроводов;

21. ГОСТ Р 12.1.019-2017 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;

22. ГЭСН-2001-25 Сборник №25. Магистральные и промысловые трубопроводы;

23. СТО 2-2.3-095-2007 Методические указания по диагностическому обследованию линейной части магистральных газопроводов :дата введения 2007-08-28. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/54/54349/index.htm#i142671> (дата обращения 18.04.2023). – Текст: электронный.

24. СТО Газпром 2-2.2-136-2007. Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов. Часть I: дата введения 2007-09-22. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/54/54452/index.htm> (дата обращения 10.03.2023). – Текст: электронный

25. ГОСТ 16350-80. Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей: дата введения

					Список литературных источников	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1981-07-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004579> (дата обращения 16.02.2023). Текст: электронный.

26. ВСН-51-1-80. «Инструкция по производству строительных работ в охранных зонах магистральных трубопроводов Министерства газовой промышленности»: дата введения 1980-07-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003205> (дата обращения 28.04.2021). Текст: электронный.

27. Китаев, С. В. Повышение энергетической эффективности режимов работы технологического оборудования компрессорных станций магистральных газопроводов / С. В. Китаев, Э.С. Иванов, А.Р. Галикеев. – СПб.: Недра, 2016. – 200 с

28. Гадельшина, А.Р. Повышение потенциала энергосбережения за счет реализации мероприятий по обеспечению надежной и безопасной эксплуатации оборудования газораспределительных станций ПАО «Газпром» / А.Р. Гадельшина, А.Р. Галикеев, С. В. Китаев // Территория нефтегаз. – 2016. – № 7 – 8. – С. 102–107

29. СТО Газпром 2-2.3-253-2009 Методика оценки технического состояния и целостности газопроводов: дата введения 15.12.2008. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/59/59641/index.htm#i58450> (дата обращения: 18.04.2023). Текст: электронный.

30. Положение по техническому обслуживанию линейной части магистральных газопроводов: дата введения 31.01.1984. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200062727?section=text> (дата обращения 18.04.2023). Текст: электронный.

31. СТО Газпром 2-2.3-231-2008 Правила производства работ при капитальном ремонте линейной части магистральных газопроводов ОАО «Газпром»: дата введения 2009-09-22. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/58/58460/index.htm> (дата обращения 19.04.2023). Текст: электронный.

					Список литературных источников	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

32. Р Газпром Инструкция по оценке дефектов труб и соединительных деталей при ремонте и диагностировании магистральных газопроводов: дата введения 2009-02-01. URL:

<https://meganorm.ru/Data2/1/4293824/4293824031.htm> (дата обращения 22.03.2023). Текст: электронный

33. СТО Газпром 2-2.3-173-2007. Инструкция по комплексному обследованию и диагностике магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением: дата введения 2008-01-31. URL: http://www.infosait.ru/norma_doc/54/54350/index.htm (дата обращения 11.02.2023). Текст: электронный.

34. Р Газпром 2-2.3-620-2011. Методика расчета показателей надежности при эксплуатации объектов линейной части магистральных газопроводов Единой системы газоснабжения ОАО «Газпром». М.: Газпром, 2011.

35. Рекомендации по оценке прочности и устойчивости эксплуатируемых МГ и трубопроводов КС / М.: Газпром, 2006.

36. Порядок технической инвентаризации, учета и использования труб, демонтированных при капитальном ремонте и реконструкции магистральных газопроводов ОАО «Газпром» (утвержден ОАО «Газпром» 07.03.2006 г.).

37. ВСН 012-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ: дата введения 1989-07-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001422> (дата обращения 26.02.2023). Текст: электронный.

38. СТО Газпром 2-2.3-292-2009 Правила определения технического состояния магистральных газопроводов по результатам внутритрубной инспекции: дата введения 30.09.2009.

39. Цифровая радиография – Радиационный контроль – форум «Дефектоскопист.ру». URL: <https://defektoskopist.ru/osnovi-nk/cifrovaja-radiografija.43/> (дата обращения 10.05.2023). Текст: электронный.

40. ГОСТ ISO 17636-2-2017 Неразрушающий контроль сварных соединений. Часть 2: дата введения 12.12.2017. URL:

					Список литературных источников	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

<https://files.stroyinf.ru/Data/664/66402.pdf> (дата обращения 10.05.2023) Текст: электронный.

41. Патент №2177582 от 21.12.2001 г., классы МПК F16L55/175, «Способ ремонта трубы». РФ – 27.12.2001, Бюл. №36

42. Романцов С. В. Экспериментальные исследования и практические разработки по стеклопластиковым муфтам в ООО "Севергазпром" / НТС "Транспорт и подземное хранение газа". – М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2005. - № 5.

43. Патент №2572984, Классы МПК C09D 5/02, C09D 5/098 «Составы для нанесения покрытий». РФ – 20.01.2016, Бюл. №2.

44. Патент №132208, Класс МПК G01N 27/82 «Исследование или анализ материалов путем определения их химических или физических свойств». РФ – 10.03.2013, Бюл. №25.

45. Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 (ред. от 27.12.2019) "О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы".

					Список литературных источников	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение I (справочное)

Pipeline In-Line Inspection Method and Instrumentation

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ12	Новикова Екатерина Юрьевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Брусник Олег Владимирович	к. п. н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Айкина Татьяна Юрьевна	к. ф. н.		

1 Introduction

Since supply directly depends on demand, with the increase in energy demand, the energy production infrastructure is also expanding. According to sources [1,2], the safest way to transport energy is to use pipelines that transport oil, natural gas, water, etc. Defects often occur during operation, which can lead to both disruption of the product pumping process and injury or death of people. This is the main reason why special attention is now being paid to the inspection, control of the technical condition and monitoring of pipelines [3].

The main part of the pipes is made of metal blanks. Therefore, birth defects are often found in them. Such defects occur at the manufacturing stage, when the molten metal hardens and turns into a plate. These can be air cavities, impurities of foreign metals, holes, etc. Such defects can lead to even more serious defects in the process of preparing the workpiece to the desired shape. Also, at the final stage of workpiece processing, these defects are aggravated and the pipe surface is covered with cracks, delaminations, etc.

Also, another type of defects are defects that occur during pipe welding. Defects in welds include defects such as cracks, non-melting, slag and non-metallic inclusions. This can cause a serious breakdown and lead to an accident. Such defects are detected and controlled by non-destructive testing (NDT) and structural health monitoring (SHM).

The third type of damage is corrosion. There are two types of corrosion: stress corrosion cracking (SCC) and hydrogen-induced cracking (HIC). SCC occurs under the influence of the medium and continuous tensile stress and is considered the main cause of corrosion in a humid environment. HIC is a complex of cracks that appear due to the hydrogen content in the soil, as well as due to hydrogen that is released during electrochemical corrosion. When cracks increase in size, they turn into more serious damage, which can cause accidents and dangerous consequences for people

					<i>Контроль выполнения мероприятий, направленных на повышение надежности, эффективности и безопасности эксплуатации магистрального газопровода</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Новикова Е.Ю.			Приложение I		
Руковод.		Брусник О.В.					
Рук-ль ООП		Шадрина А.В.					
					Лит.	Лист	Листов
						97	111
					Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ12		

and nature. [5].

Corrosion can be internal and external.

When an aggressive liquid is transported in pipelines and acid-base impurities, this causes internal corrosion. However, corrosion can also occur in the manufacture of pipes if the manufacturing technology is violated.

External corrosion is influenced by a combination of the following reasons: temperature, soil chemical composition and the activity of microorganisms and fungi contained in it [6].

Corrosion can also occur due to stray currents. Such corrosion occurs both the inside and outside of the pipelines.

Over time, due to the growth of damage caused by corrosion, then pipeline leakage will occur. In this regard, it is very important to detect the place of damage in time in order to eliminate the defect, before it leads to an accident and other serious consequences.

Knowledge and technologies in the field of pipeline diagnostics develop every year. The method of non-destructive testing is the most popular technology. This method performs the main function in the pipeline control process – it studies the condition of the material, but does not violate its structure and integrity.

The methods of non - destructive testing include:

- radiographic testing;
- ultrasonic testing;
- visual testing;
- eddy current testing;
- magnetic particle testing.

These methods are based on different principles of operation, and also have their own characteristics and different ways of application for in-line inspection of pipelines [4].

2 Non-Destructive Testing (NDT) for In-Line Inspection

Scientists and engineers continue to develop various inspection methods that help detect defects in the pipeline. They can be divided into three main groups (Fig.

					Приложение I	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1). Technologies and tools for detecting and eliminating defects include locating pipelines and structures, leak detection, etc.

Most often, the cause of leaks is damage to pipelines during excavation. Thus, in order to reduce this damage and protect the pipeline Right-of-Way (ROW), it is necessary to develop location detection equipment, especially electromagnetic locators for determining the position of metal pipelines. Without these technologies, it would be almost impossible to detect most of the defects, since they are located in a variety of places, including very inaccessible ones. Due to the need to analyze the detected defects, obtain information about their location and size, as well as the depth of damage to the material, many methods of in-line inspection (ILI) have been developed. We will consider various methods of non-destructive testing for ILI and data management tools related to the quantification of defects and performance management [7].

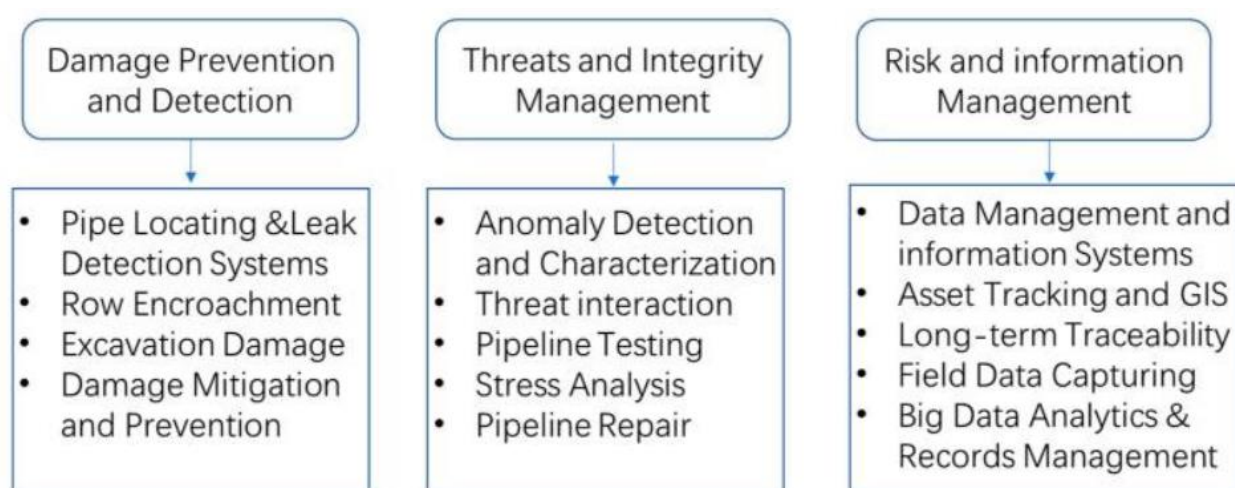


Fig. I.1 – Technologies categories and research areas [7]

2.1 Magnetic Flux Leakage Inspection (MFL)

When a powerful magnetic field acts on an object, the geometry of the defect passes a magnetic flux, forming a leak. This leakage – magnetic flux leakage (MFL) – is monitored through special devices-sensors that provide information about the types and sizes of defects.

Currently, various technologies are being proposed and developed to improve the quality of magnetic control [8].

2.2 Ultrasonic Inspection (UT)

Ultrasonic inspection (UT) is one of the main methods of non-destructive testing, which allows detecting various defects, as well as examining pipes over long distances. The principle of operation of ultrasonic monitoring is based on high-frequency sound waves. When these waves pass through the defect, they are reflected from the surfaces. The reflected wave allows you to determine the presence and location of the defect. Ultrasonic inspection can detect defects of various sizes, including small defects and inhomogeneities, due to its reflection and transmission characteristics. However, this type of control has its drawbacks. For example, UT sometimes impossible to detect a defect of complex and irregular shape. Therefore, as well as for MFL, new technologies are being developed and implemented for UT, which allow improving the quality of control.

For example, one of the technologies called PAUT is effective for detecting defects of complex shape. But it requires a large amount of data analysis and has limitations on application.

With the development of technologies, ultrasonic inspection ceases to be a conventional traditional method of NDT and becomes an automated assessment that helps predict the condition of pipelines.

2.3 Eddy Current (EC) Technique

Ultrasonic control is not perfect and has its own blind spots, as a result of which some defects, including serious and dangerous defects, remain undetected. Therefore, there is an application of the eddy current (EC) method. This method shows a high level of crack detection, due to its sensitivity to conductivity and insight. Changes in the magnetic field carry information about the characteristics of defects.

Eddy current control is a non-contact measurement method with a high speed of conduction. But, like any method, it has its drawbacks. This control method does not allow detecting defects located deep. The EC is intended only for surface defects.

To increase the sensitivity, a pulse-modulation eddy current technique (PMEC) was proposed in [9]. This method increases not only the sensitivity, but also

					Приложение I	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

the visualization of corrosion processes. For this purpose, many studies have been conducted to detect corrosion defects with different locations, depth of defects, different shapes and lengths, as well as with different thickness of the pipe wall and its deformation.

2.4 Eddy Current Pulsed Thermography (ECPT)

Eddy current pulsed thermography (ECPT) is based on the phenomenon of eddy current and Joule heat in electromagnetism. This method works on the principle of using a special infrared thermal imager. This device allows you to get the most detailed and accurate information about the distribution of the temperature field and the electrical conductivity of the object. Analysis and processing of the thermal imager data allow you to get information about the detected defect. This method has the characteristics of electricity, magnetism and heat at the same time. All these characteristics provide information about the processes and the nature of defects. Also, this method of detecting defects is suitable and has practical application for monitoring welds at the installation stage, and then during maintenance.

2.5 Magnetic Barkhausen Noise (MBN)

Magnetic Barkhausen noise (MBN) detection technology has been widely used for the detection and analysis of stresses and aging of ferromagnetic materials. The method is based on the processing of information obtained as a result of magnetic and acoustic emission. The MBN mechanism can register voltage, as well as determine the structure of the material and small defects. However, there are factors that affect the results and the sensitivity of the method. Sensitivity decreases. However, at the moment the full picture of the effectiveness of this method has not been studied well enough. But despite this, the method can be used to measure stresses, as well as to monitor the condition of materials.

2.6 Radiography Testing (RT)

The traditional and most widely used methods of NDT include 5 main methods. One of them is radiography testing (RT). This method is in particular demand in application. The RT method gives an internal overview of the object and records the image. The main advantage of the method is that it does not require

					Приложение I	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

additional surface preparation and damage to the insulation coating, unlike other methods. Engineers all over the world use this method to control welding and the quality of welded joints during construction, installation, repair and scheduled technical inspections. With the development of technology, RT is being improved and developed. Special films for image acquisition are replaced by digital media. This brings with it a large number of positive changes: the elimination of the human factor, improvement of image quality, reduction of labor intensity, reduction of time spent on obtaining and decrypting images [10].

However, this method also has significant drawbacks. First of all, this method requires large investments, since X-ray equipment, software, digital media and personnel training are very expensive. But the main disadvantage remains the harm to human health associated with radiation.

Despite the disadvantages, RT remains the most popular and accurate method for monitoring welded joints [3].

2.7 Acoustic Emission (AE) Inspection

Acoustic emission (AE) is a phenomenon that is created by a stress wave due to the rapid release of elastic energy when an object is deformed or when an external influence is exerted on it. Speaking in more detail, this is a type of non-destructive testing, which allows you to recognize the internal structure of materials and hidden defects as accurately as possible. Based on the results of acoustic emission, it is possible to assess the condition and operational characteristics of the material.

However, due to the sensitivity of the method, its results are influenced by the material and geometry of the object and defects. For this reason, it is not easy to establish a connection between the signals that the acoustic emission sensor emits and the damage in the material under study. Therefore, it is necessary to choose a special signal processing method to identify features.

The methods of non-destructive testing listed above are widely used in industry. Each of them has its advantages and disadvantages. Due to the fact that most of the pipelines are laid underground, devices are used to inspect buried pipelines, not all methods are suitable for in-line inspection of pipelines. This is

					Приложение I	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

mainly due to limitations in the volume and length of pipelines. And to date, the tools for internal control have been developed on the basis of magnetic flux leakage inspection, eddy current technique, ultrasonic inspection.

3 Pipeline Inspection Gauge (PIG) and Other Un-Piggable Robotic Inspection Systems

3.1 Pipeline Inspection Gauge

All existing pipelines that are in operation or under construction can be divided into two groups: pipelines with laying and pipelines without laying. Each type of pipeline uses its own detection and inspection tools.

For piggable pipelines the following pigs are used: Geometry Pig (GP), Magnetic Flux Leakage Pig (MFL Pig), Ultrasonic Inspection Pig (UT Pig), EMAT Pig, Eddy Current Pig (EC Pig), Integrated Function Pig (IF Pig), Specific Function Pig (SF Pig). For un-piggable pipelines, a special technology is used – a closed-circuit television camera (CCTV) and a smart ball, which gives information in the form of an image about the inner cavity of the pipeline.

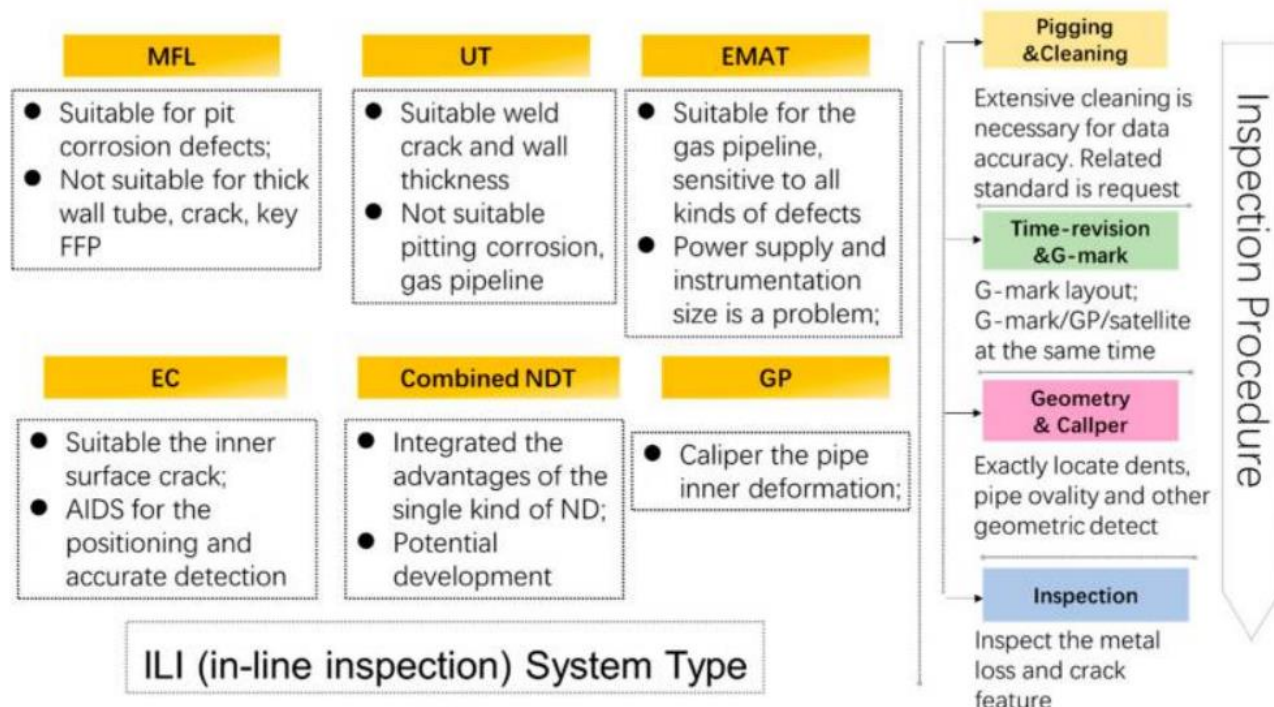


Fig. I.2 – Structure schematic of internal inspection (ILI) system [11]

Service companies conduct constant research and develop more and more new devices and equipment. T. D. Williamson Company presented SpirALL Magnetic Flux Leakage (SMFL). And the Rosen company combined the Magnetic Flux

Leakage (MFL) and Eddy Current (EC) methods for pipelines with a large wall thickness. These methods have high sensitivity and accuracy during verification.

Rosen has also proposed a new development called Untouched geometry Pig (GP). This tool is designed to detect defects such as “dent”. These defects occur under the external influence of an extraneous force or in the presence of large-sized sludge in the pumped product. GP is used mainly to determine the shape and size of the damage.

The same service company has released a device called EMAT Pig. This tool has a high accuracy of measurement and detection of cracks and delaminations in metal.

The unification of the two technologies of the MFL and the EC is one of the latest breakthroughs in the development of technologies of this kind [12]. However, when combining, developing and implementing various NDT technologies, it is necessary to take into account the different ways of using each of the technologies, their features, the influence of factors on the operability of devices, as well as the types of defects that are subject to examination.

3.2 Other In-Line-Inspection Systems Suitable for UnPiggable Pipelines

ILI tools have been used for more than 50 years and have proven themselves in industrial use as reliable and accurate. However, not all pipelines are designed for such surveys. If there are no cameras for receiving and starting devices in the pipeline, then the admission of PIG devices will not be possible. There are also pipelines that cannot be examined in this way due to their geometry, technical condition, location and internal damage. Almost half of all pipelines in the world have been declared unusable.

The Smart-Ball tool is one of the most recent and newest developments in the field of pipeline inspection. Figure 4 shows a Smart-ball. This device works by collecting acoustic data passing through a pipeline. Due to its small size, compared to the pipeline, it passes silently through the pipeline and does not interfere with data recording, and also does not harm the pipe material [13].



(a) Smart ball for pipeline inspection

(b) Smart balls in different sizes

Fig. I.3 – Smart-Ball (by Pure Technologies, Ltd.) [13]

Devices for in-line inspection are of the following types: tracked, wheeled, inchworm, screw. They have significant differences from ground survey technologies due to their working area. The working space for in-pipe shells is the inner cavity of the pipeline. Unfortunately, in-line inspection shells are not designed for long-distance pipelines due to the principle of their operation and the complexity of pipeline structures. Pipeline systems extend for thousands of kilometers, and also have branches, sharp turns, vertical and horizontal arrangement, which creates difficulties for inspection. Also, each projectile must be equipped with a special sensor to track its location. This is necessary in order to roughly calculate the end time of the inspection, as well as to detect the projectile in the event that it gets stuck in the pipeline cavity.

At the moment, CCTV is one of the most popular and in-demand inspection methods. The complex of necessary equipment for work includes: technological equipment for illumination of working systems during examination, signal and image sensors, cameras, computing mechanism. Figure 5 shows one of the types of CCTV.

The principle of operation of this inspection method is as follows: the emitted light is reflected from the object and recorded by sensors or cameras for further analysis. To improve the quality of the images obtained, a laser profiler is used. And

to measure the quality of the inspected surface, a computer vision system is used [14].



Fig. I.4 – Closed-circuit television camera (CCTV) pipeline inspection

Conclusion

A large amount of information about defects and damage to pipelines raises the question of the importance of checking and monitoring the pipeline technical condition. Also, increased attention is paid to methods of non-destructive testing and in-line inspection for different types of pipeline systems.

The main objectives for the preservation of pipeline systems are the accuracy and timeliness of the survey and diagnostics. To do this, it is necessary to evaluate and analyze the detected defects in order to carry out work to eliminate defects and ensure the safe operation of the pipeline.

References

1. Zakikhani K., Nasiri F., Zayed T. A review of failure prediction models for oil and gas pipelines. *J. Pipeline Syst. Eng. Pract.* 2020
2. Lu H., Behbahani S., Azimi M., Matthews J.C., Han S., Iseley T. Trenchless construction technologies for oil and gas pipelines: State-of-the-art review. *J. Constr. Eng. Manag.* 2020
3. Coramik M., Ege Y. Discontinuity inspection in pipelines: A comparison review. *Measurement.* 2017
4. Vanaei H.A., Eslami A., Egbewande A. A review on pipeline corrosion, in-line inspection (ILI), and corrosion growth rate models. *Int. J. Press. Vessel. Pip.* 2017
5. Vilkys T., Rudzinskas V., Prentkovskis O., Tretjakovas J., Višniakov N., Maruschak P. Evaluation of failure pressure for gas pipelines with combined defects. *Metals.* 2018
6. Bertolini L., Carsana M., Pedferri P. Corrosion behaviour of steel in concrete in the presence of stray current. *Corros. Sci.* 2007
7. Farrag K., Marean J., Stubee E., Gauthier S., Oleksa P. *Pipeline Safety and Integrity Monitoring Technologies Assessment*. California Energy Commission; Sacramento, CA, USA: 2019
8. Wilson J.W., Tian G.Y. 3D magnetic field sensing for magnetic flux leakage defect characterisation. *Insight-Non-Destr. Test. Cond. Monit.* 2006
9. Li Y., Yan B., Li W., Jing H., Chen Z., Li D. Pulse-modulation eddy current probes for imaging of external corrosion in nonmagnetic pipes. *NDT E Int.* 2017
10. Malarvel M., Sethumadhavan G., Bhagi P.C.R., Kar S., Thangavel S. An improved version of Otsu's method for segmentation of weld defects on X-radiography images. *Optik.* 2017
11. Song H., Yang L., Liu G., Tian G., Ona D., Song Y., Li S. Comparative Analysis of In-line Inspection Equipments and Technologies. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 2018

					Приложение I	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

12. Banakhevych Y.V. Technologies of cleaning and in-line inspection of gas mains. *J. Hydrocarb. Power Eng.* 2020;
13. Fletcher R., Chandrasekaran M. SmartBall™: A new approach in pipeline leak detection; Proceedings of the International Pipeline Conference; Calgary, AB, Canada. 29 September–3 October 2008
14. Raghavan A. *Ph.D. Thesis*. University of Michigan; Ann Arbor, MI, USA: 2007. Guided-Wave Structural Health Monitoring.

					Приложение I	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.2 – Эксплуатационные показатели

Показатели	ед. из	Σ	год									
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
1. Среднегодовая транспортировка газа	млн. т	85,52	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2. Накопленная транспортировка газа	млн. т	427,59	0	9,502	19,004	28,506	38,008	47,51	57,012	66,514	76,016	85,518
3. Эксплуатационные затраты, в том числе:	млн. руб.	1582,14	0,0000	180,3046	179,1767	178,0487	176,9208	175,7929	174,6649	173,5370	172,4090	171,2811
3.1 Амортизационные отчисления	млн. руб.	461,43	0	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3
4. Капитальные вложения	млн. руб.	1281,75	1281,751	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Тариф на транспортировку газа	руб./тыс.т км	7780,00	778	778	778	778	778	778	778	778	778	778

Таблица 2.3 – Экономические показатели

Операционная деятельность												
Показатели	Ед. изм.	Σ	Значения по годам									
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
1. Выручка	млн. руб.	7318,63	0	813,18116	813,18116	813,18116	813,18116	813,18116	813,18116	813,1812	813,18116	813,18116
2. Текущие затраты	млн. руб.	1582,14	0	180,3046	179,1767	178,0487	176,9208	175,7929	174,6649	173,5370	172,4090	171,2811
3. Валовая прибыль	млн. руб.	5736,49	0	632,8765	634,0045	635,1324	636,2604	637,3883	638,5162	639,6442	640,7721	641,9001
4. Налог на имущество	млн. руб.	203,03	0	27,0706	25,9426	24,8147	23,6868	22,5588	21,4309	20,3029	19,1750	18,0470
5. Налог на прибыль (20 %)	млн. руб.	1147,30	0	126,5753	126,8009	127,0265	127,2521	127,4777	127,7032	127,9288	128,1544	128,3800
6. Итого налоги	млн. руб.	1350,33	0	153,6459	152,7435	151,8412	150,9388	150,0365	149,1341	148,2318	147,3294	146,4271
7. Чистая прибыль	млн. руб.	4589,20	0	506,3012	507,2036	508,1059	509,0083	509,9106	510,8130	511,7153	512,6177	513,5201

Таблица 2.4 – Финансовые показатели

Финансовые показатели проекта												
Показатели	Ед. изм.	Σ	Год проекта									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			Год календарный									
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Денежный поток	млн. руб.	3768,8753	-1281,7507	557,5713	558,4736	559,3760	560,2783	561,1807	562,0830	562,9854	563,8877	564,7901
Накопленный денежный поток	млн. руб.	12381,4821	-1281,7507	-724,1794	-165,7058	393,6702	953,9485	1515,1291	2077,2122	2640,1975	3204,0853	3768,8753
Чистый дисконтированный доход (ЧДД) (i = 15%)	млн. руб.	1392,0614	-1281,7507	-796,9061	-374,6198	-6,8210	313,5199	592,5259	835,5299	1047,1769	1231,5128	1392,0614
Внутренняя норма доходности (ВНД, ВНР)	%	41,75%										
Срок окупаемости (простой)	годы	3,3										
Срок окупаемости (дисконтированный)	годы	4,1										
Индекс доходности капитальных вложений	доли ед.	1,09										
		Ставка дисконтирования		i	0,15							