

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы

«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории
Томской области»

УДК 622.691.4-045.52(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б6А	Кокоулин А. А.		10.06.2021

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чухарева Н. В.	к.х.н, доцент		10.06.2021

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Клемашева Е.И.	к.э.н. доцент		10.06.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООД ШБИП	Гуляев М. В.	Ст.преподаватель		10.06.2021

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н.		10.06.2021

Томск – 2021 г.

<i>Планируемые результаты обучения</i>		
<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 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО,СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1,ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3г).</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО,СУОС ТПУ (УК-2, УК-3,УК-4, УК-5,УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО,СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3,ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7,ПК-8,ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	<i>Требования ФГОС ВО,СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16,ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-в), (АВЕТ-3д).</i>
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазопромышленного оборудования	<i>Требования ФГОС ВО,СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, , ПК-19, ПК20, ПК-21, ПК-22).</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО,СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).</i>
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	<i>Требования ФГОС ВО,СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с),(ЕАС-4.2-е).</i>
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9,ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части</i>

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
Р10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
Р11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>

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

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

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

 бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б6А	Кокоулин Андрей Александрович

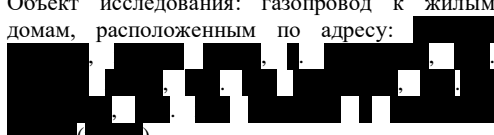
Тема работы:

 «Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на
 территории Томской области»

Утверждена приказом директора (дата, номер) | 05.02.2021 г. № 36-77/с

Срок сдачи студентом выполненной работы: | 10.06.2021г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект исследования: газопровод к жилым домам, расположенным по адресу: _____  Сырье: природный газ Основное направление использования газа: отопление и бытовые нужды. Исходные данные для проведения гидравлического расчета газопровода низкого давления: давления газа на выходе из ГРПШ $P_n = 0,003\text{МПа}$, давления газа у конечного

	<p>потребителя $P_k = 0,0017\text{МПа}$, плотность газа $\rho = 0,73\text{ кг/м}^3$, вязкость газа $\nu = 14,3 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$.</p> <p>Исходные данные для проведения расчета на прочность: диаметр газопровода $d_e = 160\text{мм}$, материал: полиэтиленовый ПЭ 100 SDR11, максимальное рабочее давление в газопроводе $P = 0,003\text{МПа}$, минимальная температура стенок трубы при эксплуатации $t_e = 0\text{ }^\circ\text{C}$, температура перепада $\Delta t = 10\text{ }^\circ\text{C}$, радиус упругого изгиба $\rho = 16\text{м}$, сейсмическое воздействие отсутствует.</p> <p>Исходные данные для проведения расчетов объема технологических потерь природного газа при аварии на газопроводе: абсолютное давление газа $P_a = 3000,0\text{ Па}$, время выброса 20 минут, условный диаметр пятого ответвления газопровода $d_y = 0,09\text{ м}$, молярная составляющая азота $x_n = 0,012$.</p>						
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Провести аналитический обзор нормативно-технической документации для определения основных объектов, входящих в состав сетей газораспределения, и выявления проблем, возникающих при эксплуатации их на территории Томской области; определить основные направления повышения эффективности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления, определить источник потерь природного газа и предложить мероприятия по снижению потерь; произвести гидравлический расчет газораспределительной сети; произвести прочностной расчет газопровода; произвести расчет объема технологических потерь природного газа по одному из источников.</p>						
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Карта сегментирования 2. Матрица SWOT 3. График проведения НТИ 						
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Раздел</th> <th>Консультант</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</td> <td>Клемашева Е.И., доцент</td> </tr> <tr> <td>«Социальная ответственность»</td> <td>Гуляев М. В.</td> </tr> </tbody> </table>		Раздел	Консультант	«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Клемашева Е.И., доцент	«Социальная ответственность»	Гуляев М. В.
Раздел	Консультант						
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Клемашева Е.И., доцент						
«Социальная ответственность»	Гуляев М. В.						
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат</p>							
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	14.01.2021						

Задание выдал руководитель:				
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		14.01.2021
Задание принял к исполнению студент:				
Группа	ФИО	Подпись	Дата	
3-2Б6А	Кокоулин Андрей Александрович		14.01.2021	

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА				
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»				
Студенту:				
Группа		ФИО		
3-2Б6А		Кокоулин Андрей Александрович		
Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела	
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:				
1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих		Стоимость материальных ресурсов согласно средней рыночной стоимости. Оклады в соответствии с окладами сотрудников предприятия.		
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов		Коэффициент доп. заработной платы 13%; Премия 30 %; Районный коэффициент 1,3.		
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования		Страховые взносы – 30%.		
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:				
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения		Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.		
2. Планирование и формирование бюджета научно-исследовательских работ		Планирование научно или научно-технологического исследования (НИ); Разработка графика проведения научного исследования. Формирование бюджета научно-технологического исследования.		
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования		Расчет показателей ресурсоэффективности.		
Перечень графического материала:				
1. Карта сегментирования 2. Матрица SWOT 3. График проведения НИ или НТИ				
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику			05.02.2021	
Задание выдал консультант:				
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Клемашева Елена Игоревна	канд.экон.наук		05.02.2021
Задание принял к исполнению студент:				
Группа	ФИО	Подпись	Дата	
3-2Б6А	Кокоулин Андрей Александрович		05.02.2021	

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
3-2Б6А		Кокоулин Андрей Александрович	
Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	<p>Объектом исследования является: Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области Область применения: Обеспечение условий эффективной эксплуатации систем газораспределения и газоснабжения для обеспечения природным газом территориальных объектов Предмет исследования: линии газопровода низкого давления, подземной прокладки, основным рабочем местом при производстве работ являются полевые условия</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ опасных и вредных производственных факторов при эксплуатации исследуемого объекта; – обоснование мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных факторов 	<p>Привести основные характерные правовые нормы трудового законодательства при эксплуатации ГРПШ и подземного газопровода низкого давления, требования специальной оценки и компенсации за вредные условия труда. Определить организацию безопасного и эффективного ведения работ</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p><u>Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Отклонения показателей климата на открытом воздухе; – Образование паров вредных веществ в рабочей зоне; – Недостаточная освещенность. <p><u>Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте; – Электрический ток; – Пожаровзрывоопасность;
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Выполнить анализ и предложить мероприятия по уменьшению воздействия выполняемых работах на:</p> <ul style="list-style-type: none"> – атмосферу, – гидросферу – литосферу

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (бакалавриат) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и
 продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020/2021 учебного года)

Форма представления работы:
 бакалаврская работа

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

Срок сдачи слушателем выполненной работы: 10.06.2021 г.

Дата Контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.01.2021	<i>Введение</i>	5
28.01.2021	<i>Обзор литературы</i>	15
05.02.2021	<i>Характеристика основных объектов, газораспределительных сетей</i>	8
20.02.2021	<i>Характеристика основных направлений повышения эффективности эксплуатации газораспределительных сетей . Анализ источников потерь природного газа и мероприятий по снижению потерь.</i>	5
28.02.2021	<i>Характеристика объектов исследования</i>	6
04.03.2021	<i>Гидравлический расчет сети газораспределения</i>	5
21.03.2021	<i>Расчет газопровода на прочность</i>	8
12.04.2021	<i>Расчет объема технологических потерь природного газа при аварии на газопроводе</i>	15
11.05.2021	<i>Финансовый менеджмент</i>	9
11.05.2021	<i>Социальная ответственность</i>	9
17.05.2021	<i>Заключение</i>	6
27.05.2021	<i>Презентация</i>	9
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		14.01.2021

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В	к.п.н.		14.01.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 101 с., 29 рис., 32 табл., 46 источников

Ключевые слова: газоснабжение, газораспределение, газораспределительная сеть, газопровод, технологические потери, утечки газа.

Объектом исследования является типовой участок газораспределительной сети (газопровод среднего давления).

Цель работы – Разработка мероприятий по безопасной эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления с учетом минимизации технологических потерь.

В процессе исследования проводился анализ возможных технических решений по повышению эффективности эксплуатации газораспределительных сетей путем сокращения потерь природного газа.

В результате исследования был произведён гидравлический расчет тупикового газопровода низкого давления, расчет на прочность полиэтиленового газопровода, расчет объема технологических потерь природного газа при аварии на газопроводе вследствие его повреждения. Также были предложены технические решения по сокращению потерь природного газа по данному источнику потерь

Область применения: описанные технические решения по сокращению потерь природного газа распространены в обществах «Газпром Газораспределение» при эксплуатации сетей газораспределения.

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21	Реферат	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21		ДР	1	102
Консульт.						ТПУ гр 3-2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				

Abstract

Final qualifying work 101 pages, 29 figures, 32 tables, 46 sources.

Keywords: gas supply, gas distribution, gas distribution network, gas pipeline, technical losses in natural gas distribution, gas leaks.

The object of the research is the typical section of gas distribution network (medium pressure gas distribution pipeline).

The purpose of the work is to indicate the main objects that gas distribution networks include and to analyze possible technical solutions for increasing the effectiveness of exploitation of gas distribution networks by minimizing natural gas losses.

In the course of the study, analysis of possible technical solutions for for increasing the effectiveness of exploitation of gas distribution networks by minimizing natural gas losses was carried out.

As a result of the study, hydraulic calculation of medium pressure gas distribution pipeline, calculations of reliability of polyethylene gas distribution pipeline, calculation of volume of technical losses of natural gas were carried out. Also some solutions to minimize the losses were offered.

Application area: the described technical solutions for decreasing technical losses of natural gas can be applied in the company «Gazprom Gas distribution» in the operation of these networks.

					Реферат	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		2

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ 24856-2014 Арматура трубопроводная. Термины и определения ГОСТ Р 53865-2019 Системы газораспределительные. Термины и определения

ГОСТ 54983-2012 Системы газораспределительные. Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация

ГОСТ Р 55474-2013 Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 2. Стальные газопроводы

ГОСТ Р 56019-2014 Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа. Функциональные требования

СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб

СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов

СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы

СТО Газпром РД 2.5-141-2005 Газораспределение. Термины и определения

СТО Газпром газораспределение 2.8-2013 Проектирование, строительство и эксплуатация объектов газораспределения и газопотребления. Методика расчета эффективности энергосберегающих и инновационных мероприятий при разработке и реализации программ ОАО Газпром газораспределение.

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21	Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21		ДР	3	102
Консульт.						ТПУ гр 3-2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				

Определения

В данной работе приведены следующие термины с соответствующими определениями: **Газораспределительная система:** Имущественный производственный комплекс, состоящий из организационно и экономически взаимосвязанных объектов, предназначенных для транспортировки и подачи газа непосредственно его потребителям.

Система газопотребления: Имущественный производственный и технологический комплекс, состоящий из организационно и экономически взаимосвязанных объектов, предназначенных для транспортировки и использования газа в качестве топлива или сырья.

Сеть газораспределения: Единый производственно-технологический комплекс, включающий в себя наружные газопроводы, сооружения, технические и технологические устройства, расположенные на наружных газопроводах, и предназначенный для транспортировки природного газа от отключающего устройства, установленного на выходе из газораспределительной станции, до отключающего устройства, расположенного на границе сети газораспределения и сети газопотребления.

Сеть газопотребления: Единый производственно-технологическим комплексом, который включает в наружные и внутренние газопроводы, сооружения, технические и технологические устройства, газоиспользующее оборудование, размещенное на одной производственной площадке и предназначенное для транспортировки природного газа от отключающего устройства, расположенного на границе сети газораспределения и сети газопотребления, до отключающего устройства перед газоиспользующим оборудованием.

Газопровод-ввод: Газопровод, проложенный от места присоединения к распределительному газопроводу до сети газопотребления.

Вводный газопровод: Газопровод сети газопотребления, проложенный от места присоединения с газопроводом-вводом до внутреннего

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		4

газопровода, включая газопровод, проложенный в футляре через стену здания.

Распределительный газопровод: Газопровод, проложенный от источника газа до места присоединения газопровода-ввода.

Пункт редуцирования газа: Технологическое устройство сети газораспределения, предназначенное для снижения давления газа и поддержания его в заданных пределах независимо от расхода газа

Сокращения

СГР – сеть газораспределения;

ПРГ – пункт редуцирования газа;

АСУ ТП РГ – автоматизированная система управления технологическими процессами распределения газа;

ПРГ – пункт редуцирования газа;

ГРП – газорегуляторные пункты;

ГРПБ – блочные газорегуляторные пункты;

ГРПШ – шкафные газорегуляторные пункты;

ПРГП – подземные пункты редуцирования газа;

ГРУ – газорегуляторные установки

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		5

Оглавление

Введение	8
1 Общие сведения о сетях газораспределения.....	10
1.1 Состав сетей газораспределения и газопотребления.....	10
1.2 Классификация газораспределительных систем	11
1.3.2 Пункты редуцирования газа.....	16
1.3.3 Арматура газораспределительных сетей.....	21
1.3.4 Сооружения на газопроводах.....	23
1.4 Оперативно-диспетчерский контроль	25
1.5 Приборы учета газа	27
2 Основные направления повышения эффективности эксплуатации газораспределительных сетей и выбор наиболее значимого	30
3 Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях.....	32
3.1 Потери природного газа в газораспределительных сетях и их классификация.....	32
3.2 Методы выявления утечек	34
3.3 Источники потерь газа в газораспределительных сетях	36
3.4 Сокращение потерь природного газа на стадии проектирования	37
3.5 Сокращение потерь природного газа на стадии эксплуатации.....	39
4 Характеристика объекта исследования.....	42
5 Расчетная часть.....	43
5.1 Газодинамический (гидравлический) расчет	43
5.2 Расчет полиэтиленового газопровода на прочность.....	48
5.3 Расчет объема технологических потерь природного газа при аварии на газопроводе, связанной с повреждением газопровода ответвление на социальный	51
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	56
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	56
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений	58
6.1.3 Технология QuaD.....	59
6.1.4 SWOT – анализ	62
6.2 Планирование научно – исследовательских работ	65
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	65
6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	66
6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	67
6.3 Бюджет научно – технического исследования (НТИ).....	70
6.3.1 Расчет затрат на специальное оборудование	70
6.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы.....	71

					«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Оглавление	Литера	Лист	Листов
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21		ДР	6	102
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21				
Консульт.								
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				
						ТПУ гр 3-2Б6А		

6.3.3	Дополнительная заработная плата исполнителей	74
6.3.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	74
6.3.5	Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта	75
6.4	Определение ресурсоэффективности проекта	76
Заключение по разделу		78
7	Социальная ответственность	82
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	82
7.2	Производственная безопасность	84
7.2.1	Анализ вредных факторов.....	85
7.2.2	Анализ опасных факторов.....	87
7.3	Экологическая безопасность	92
7.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	93
Заключение по разделу		95
Список использованных источников		97

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Оглавление	

Введение

Актуальность. От месторождения до доставки конечному потребителю газ проходит долгий путь по газотранспортной системе, включающей в себя магистральные газопроводы, распределительные газопроводы сетей газораспределения и внутренние газопроводы сетей газопотребления. Основной задачей газотранспортных сетей является эффективное и бесперебойное обеспечение газом конечных потребителей.

В соответствии с политикой ПАО «Газпром» в области энергоэффективности и энергосбережения приоритетным направлением является максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов, в том числе природного газа, транспортируемого по распределительным газопроводам. Эффективность использования природного газа заключается в сокращении расхода газа на технологические нужды, а также в сокращении утечек на объектах газораспределительных сетей в процессе его транспортирования. В структуре топливно-энергетического баланса газораспределительных организаций преобладает потребление природного газа (около 90 %), большая часть которого безвозвратно теряется вследствие технологических потерь [1].

Прямым результатом потерь природного газа являются бесконтрольные выбросы метана в процессе производственной деятельности, которые не только наносят ущерб экологии, но также приносят экономический ущерб газотранспортным компаниям и конечным потребителям газа.

Вопрос о наиболее эффективной стратегии сокращения потерь природного газа рассматривается авторами следующих статей: [1-3].

Исходя из выше изложенного, все работы, направленные на решение

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21	Введение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21		ДР	8	102
Консульт.						ТПУ гр 3-2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				

проблем, связанных с сокращением потерь природного газа в газораспределительном сегменте, являются актуальными.

Цель работы: разработка мероприятий по безопасной эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления с учетом минимизации технологических потерь.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие **задачи:**

- обзор современных технологий сокращения потерь природного газа в газораспределительных сетях низкого давления;
- характеристика объекта исследования;
- расчет гидравлических параметров тупиковой газораспределительной сети малого населенного пункта;
- определение прочностных характеристик газопровода для обеспечения условий его безопасной эксплуатации;
- выбор основного источника потерь газа и расчет его объема от изменения термобарических условий эксплуатации;
- повышение качества управления процессами по сокращению технологических потерь природного газа.

Объект исследования: технология распределения газа

Предмет исследования: типовой участок газораспределительной сети (газопровод низкого давления).

						Лист
						9
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Введение	

1 Общие сведения о сетях газораспределения

1.1 Состав сетей газораспределения и газопотребления

Сеть газораспределения транспортирует природный газ от отключающего устройства, установленного на выходе из газораспределительной станции, до отключающего устройства, расположенного на границе сети газораспределения и сети газопотребления. Сеть газопотребления транспортирует природный газ от отключающего устройства, расположенного на границе сети газораспределения и сети газопотребления, до отключающего устройства перед газоиспользующим оборудованием.

Граница между сетью газораспределения и сетью газопотребления проходит между газопроводом-вводом и вводным газопроводом [4]. В состав сети газораспределения входят распределительные газопроводы и газопроводы-вводы. Вводный газопровод является объектом сетей газопотребления.

Сеть газопотребления включает следующие объекты, приведенные на рисунке 1.

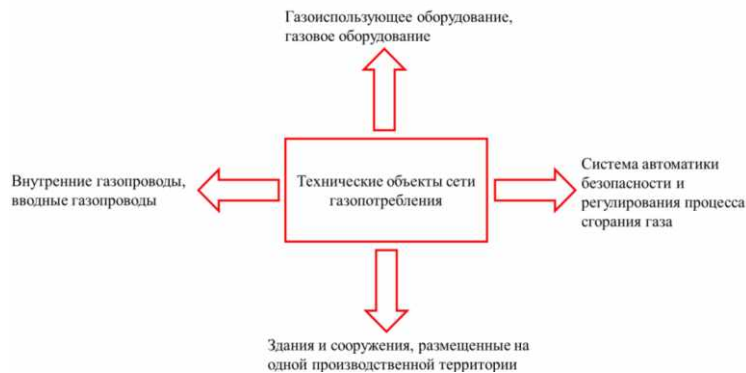


Рисунок 1 - Объекты сети газопотребления

					«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Общие сведения о сетях газораспределения	Литера	Лист	Листов
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21		ДР	10	102
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21		ТПУ гр 3-2Б6А		
Консульт.								
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				

Основные технические объекты сети газораспределения согласно [5] отображены на рисунке 2.

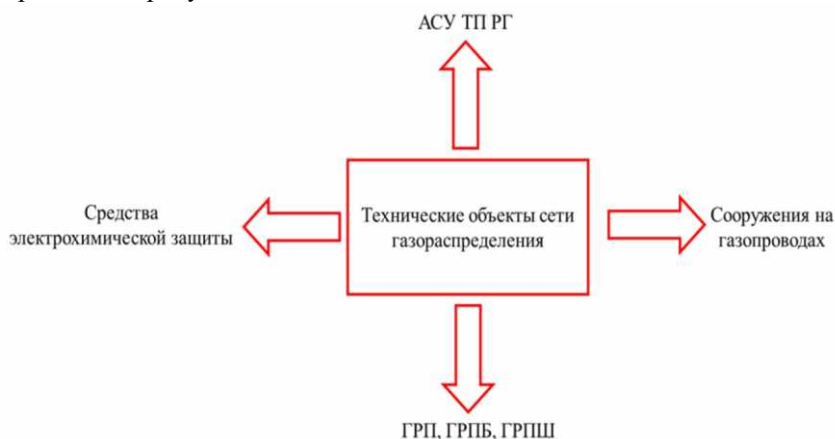


Рисунок 2 - Объекты сети газораспределения

1.2 Классификация газораспределительных систем

В соответствии с СП 42-101-2003 [6] можно выделить 2 основных критерия для классификации систем газораспределения: по числу ступеней регулирования давления и по принципу их построения (рисунок 3).



Рисунок 3 - Классификация газораспределительных систем

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		11

При использовании одноступенчатой системы распределения газ подается по газопроводам низкого давления. Многоступенчатая система представляет собой комбинацию газопроводов нескольких категорий давления, например, двухступенчатая система включает в себя газопроводы низкого и среднего или низкого и высокого давления.

Многоступенчатые системы распределения газа в основном устанавливаются для крупных и средних населенных пунктов.

В малонаселенных городах или небольших микрорайонах в наиболее оптимальной газораспределительной системы является система распределения среднего давления с шкафными регуляторными пунктами у потребителя или у объединенной группы потребителей.

Одноступенчатые газораспределительные системы требуют значительных материал вложений, поэтому в большинстве случаев они используются в малых населенных пунктах, обладающих компактной застройкой и располагающихся рядом с источниками газоснабжения.

На выбор газораспределительной системы того или иного принципа построения влияет ряд факторов, включающий в себя планировочный характер и плотность расположения зданий. Наиболее оптимальными вариантами построения газораспределительных систем являются кольцевой или смешанный [7]. Кольцевание сетей используют для повышения надежности, т.к. при возникновении аварии на одном из участков газоснабжение потребителей не прекращается. В основном кольцевыми делают сети среднего давления. В сетях низкого давления кольцевать следует только основные газопроводы, а второстепенные выполняются тупиковыми [8].

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		12

1.3 Классификация объектов сети газораспределения

Согласно [9] можно выделить следующую классификацию генеральной совокупности объектов, входящих в состав газораспределительной сети (рисунок 4).

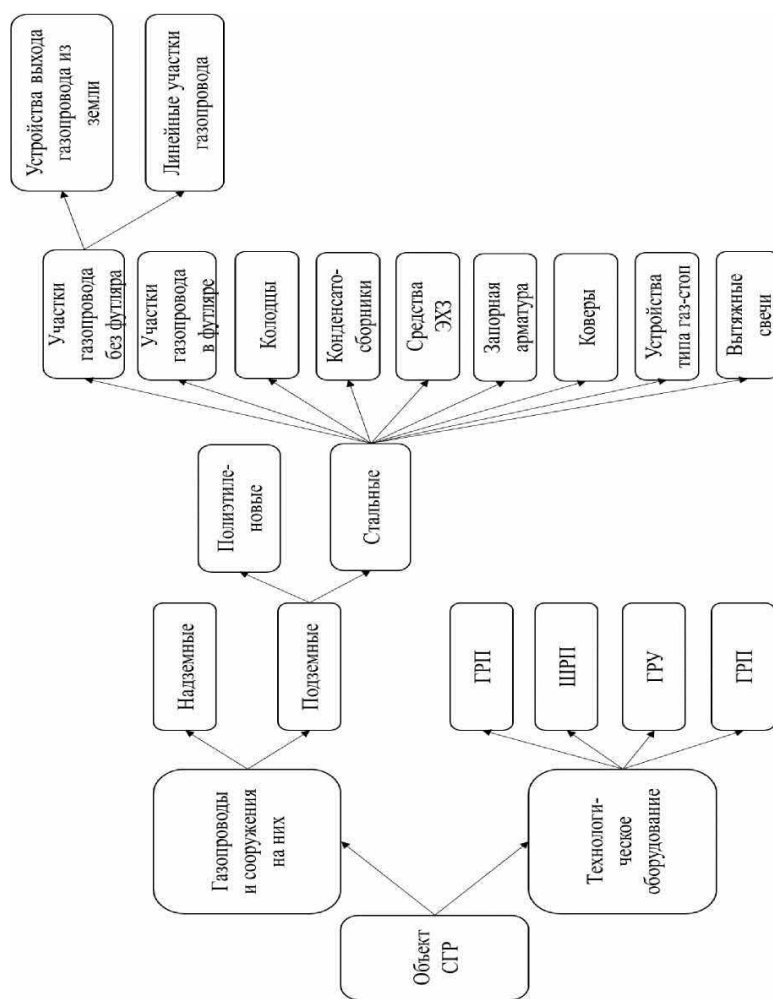


Рисунок 4 - Классификация объектов СГР

Далее рассмотрим особенности основных составных элементов.

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		13

1.3.1 Распределительные газопроводы

В соответствии с СП 62.133330.2011 [10] в зависимости от величины рабочего давления, при котором происходит транспорт газа, распределительные газопроводы разделяются на четыре категории: низкого, среднего и высокого давления (таблица 1).

Таблица 1 - Классификация газопроводов по давлению

Классификация газопроводов по давлению, категория		Вид транспортируемого газа	Рабочее давление в газопроводе
Высокое	1	Природный	Св.0,6 до 1,2 включ.
		СУГ	Св. 0,6 до 1,6 включ.
	2	Природный и СУГ	Св. 0,3 до 0,6 включ.
Среднее	-	То же	Св. 0,005 до 0,3 включ.
Низкое	-	То же	До 0,005 включ.

Газопроводы высокого давления 1 категории подводят газ потребителям промышленного сектора, которым требуются значительные объемы газа под стабильно высоким давлением. Газопроводы высокого давления 2 категории имеют аналогичное назначение, однако по ним транспортируются меньшие объемы газа.

Газопроводы среднего давления обеспечивают топливом общественные постройки, которые нуждаются в повышенном объеме топлива.

Также газопроводы трех первых категорий используются для перекачки газа до газораспределительных станций.

Газопроводы низкого давления нашли свое распространение при поставке газа бытовым потребителям. Использование трубопроводов данной категории для указанных целей обусловлено требованиями безопасности, так как большая часть бытового оборудования рассчитана именно на такие характеристики подачи газа.

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		14

Распределительные газопроводы могут быть наружной, подземной, подводной или надземной прокладки [10] (рисунок 5).



Рисунок 5 - Виды прокладки распределительных газопроводов

Распределительные газопроводы могут быть изготовлены полиэтиленовых, стальных и медных труб. Выбор материала труб зависит от способа прокладки, рабочего давления в газопроводе, а также его расположения.

Полиэтиленовые газопроводы могут применяться при строительстве межпоселковых газопроводов давлением не более 1,2 МПа; газопроводов от ГРС до линии перспективной застройки населенного пункта давлением не более 1,2 МПа; распределительных газопроводов давлением не более 0,6 МПа на территории населенного пункта.

Стальные газопроводы применяются для наружной прокладки для всех давлений для природного газа и до 1,6 МПа включительно - для СУГ. Стальные трубы могут быть изготовлены из спокойной углеродистой и

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		15

низколегированной стали, из полуспокойной и кипящей углеродистой сталей. Область применения каждого отдельного вида стали зависит от местоположения газопровода, минимальной температуры эксплуатации, номинального диаметра, номинального давления [11]. По способу изготовления стальные трубы подразделяются на бесшовные и сварные.

Газопроводы из медных труб и их соединительные детали могут применяться для наружной прокладки при низком давлении природного газа. Допускается применение медных круглых, тянутых, холоднокатаных труб общего назначения для присоединения контрольно-измерительных приборов и приборов автоматики. Соединения медных труб выполняются неразъемными на пайке. Медные трубы обладают высокой коррозионной стойкостью, герметичность и малой шероховатостью стенок, что способствует меньшим потерям давления.

Основные проблемы, возникающие при эксплуатации газопроводов из стали, заключаются в не герметичности разъемных соединений газопроводов с запорно-регулирующей арматурой. Также в связи с высокой теплопроводностью стали стальные трубы подвержены коррозии и образованию конденсата.

Полиэтиленовые трубы, наоборот, отличаются высокой коррозионной стойкостью, однако они, в основном, применяются при подземной прокладке, т.к. они разрушаются под действием ультрафиолетовых лучей. Полиэтиленовые газопроводы также имеют низкие показатели эквивалентной шероховатости стенок труб, что объясняет меньшие потери давления на трение.

1.3.2 Пункты редуцирования газа

В соответствии с [10] для снижения и поддержания давления газа в сетях газораспределения в заданных пределах независимо от расхода газа предусматривают установку пунктов редуцирования газа. Выделяют несколько типов конструкций ПРГ в зависимости от размещения оборудования в нем.

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		16

Согласно ГОСТ Р 56019-2014 [12] и ГОСТ 53865 -2019[13] различают следующие типы ПРГ, указанные на рисунке 6.



Рисунок 6 - Пункты редуцирования газа

В состав ПРГ входят основная и обводная (байпас) линии. На основной линии располагаются следующие элементы: фильтр, предохранительный запорный клапан, регулятор давления, предохранительный сбросной клапан. Помимо перечисленных элементов, в состав ПРГ также входят узлы учета расхода газа и контрольно-измерительные приборы [10]. Обобщенная схема устройства ПРГ представлена на рисунке 7.

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		17

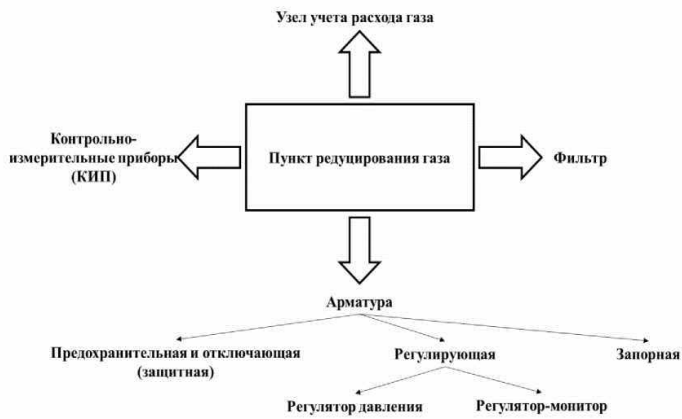


Рисунок 7 - Состав пункта редуцирования газа

Газовое оборудование в газорегулирующих блоках ГРП, ГРПБ и ГРУ располагают в строгой последовательности [6], приведенной на рисунке 8.

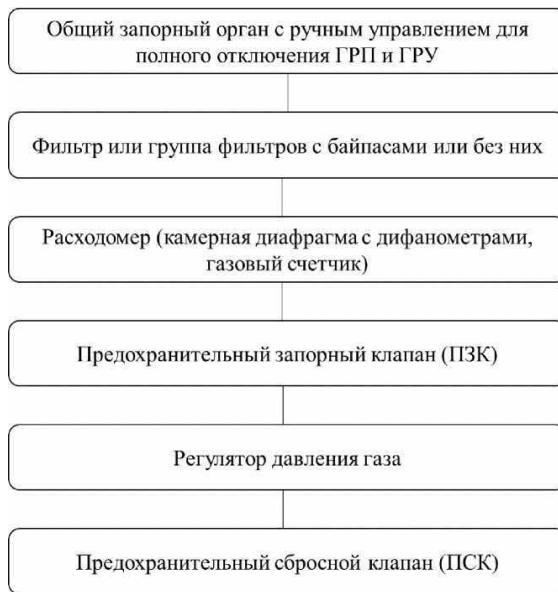


Рисунок 8 - Последовательность расположения газового оборудования в ГРП, ГРПБ и ГРУ

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		18

Современные газораспределительные сети оборудуются пунктами редуцирования газа следующих предприятий-изготовителей: ООО «Завод ПГО «Газовик», ООО «Эльстер Газэлектроника», ООО «Газ-Сервис», ООО ПКФ «Экс-Форма», ООО ЭПО «Сигнал» и др. В основном ГРП данных производителей имеет одну или две основные и резервные линии редуцирования, регуляторы на разные категории давления, счетчики для учета количества газа.

Рассмотрим наиболее простой пункт редуцирования газа шкафного типа ГРПШ-РДНК-400М-1-Б-2.2414-200 с двумя регуляторами РДГК-400М. (рисунок 9).



Рисунок 9 - Внешний вид пункта редуцирования газа с узлом учета

Газорегуляторный пункт шкафной ГРПШ-05-2У1 с двумя регуляторами РДНК-400М применяется для газоснабжения объектов с максимальным расходом газа не более 600 м³/ч. Пункт состоит из двух линий редуцирования - основной и резервной. Для стабильной работы в период низких температур окружающего воздуха рекомендуется купить ГРПШ-05-2У1 с обогревом.

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		19

Таблица 2 - Технические характеристики

Наименование	ГРПШ-05-2У1
Регулируемая среда	Природный газ по ГОСТ 5542
Регулятор давления газа	РДНК-400М
Максимальное входное давление, МПа	0,6
Диапазон настройки выходного давления, кПа	2,0 — 0,5
Пропускная способность, м ³ /ч, при входном давлении, МПа:	РДНК-400М
При Pвх: 0,05 МПа	55
При Pвх: 0,1 МПа	100
При Pвх: 0,2 МПа	180
При Pвх: 0,3 МПа	300
При Pвх: 0,4 МПа	400
При Pвх: 0,5 МПа	500
При Pвх: 0,6 МПа	600
Неравномерность регулирования, %	±10
Диапазон срабатывания запорного клапана, кПа:	
При повышении входного давления, кПа:	не менее 0,5 P вых.
При понижении входного давления, кПа:	1,25 P вых.
Клапан предохранительный сбросной	ПСК-25Н
Давление начала срабатывания сбросного клапана, кПа	1,15 P вых.
Температура окружающего воздуха, °С	-40...+45
Система обогрева	газовый обогрев с автоматикой безопасности
Расход для системы обогрева, м ³ /ч	0,05±15%
Присоединительные размеры:	
входного патрубка, мм	Ду 50
выходного патрубка, мм	Ду 65
импульса, мм	Ду 15
Соединение: входного патрубка, выходного патрубка, импульса	Сварное, по ГОСТ 16037-80
Межремонтный интервал ТР, ТО)	5
Средний срок службы, лет	35
Назначенный срок службы, лет	35
Масса, кг	не более 150

Надежность и безопасность эксплуатации пунктов редуцирования газа зависит от надежности каждого отдельного элемента. При эксплуатации ПРГ производится постоянный контроль уровня засоренности фильтров, т.к. недостаточность фильтрации приводит к образованию твердых механических частиц, которые могут повреждать запорно-регулирующую арматуру, что неизбежно может привести к утечкам газа. Также утечки газа могут образовываться в местах разъемных соединений оборудования ПРГ и арматуры.

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
						20

1.3.3 Арматура газораспределительных сетей

Выделяют два способа установки арматуры: подземная и надземная.

Подземная установка подразумевает собой установку арматуры в грунте.

Арматура в грунте может устанавливаться как в специально оборудованных колодцах, так и без них. При надземной установке арматура размещается на специально обустроенных площадках (для подземных газопроводов), на стенах зданий, а также на надземных газопроводах, прокладываемых на опорах [6].

На распределительных газопроводах предусматривается установка запорной, регулирующей, предохранительной, обратной и разделительной арматуры [10, 14]. Классификация арматуры по функциональному назначению представлена на рисунке 10.



Рисунок 10 - Виды арматуры и их основное назначение

Также может быть установлена арматура комбинированного типа, сочетающая в себе функции нескольких видов арматур (рисунок 11).

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		21



Рисунок 11 - Арматура комбинированного типа и ее основное назначение

При проектировании стальных и полиэтиленовых газопроводов рекомендуется предусматривать типы запорной арматуры, приведенные в таблице 3 [6].

Таблица 3 - Тип арматуры и область ее применения

Тип арматуры	Область применения
Краны конусные натяжные	Наружные надземные и внутренние газопроводы природного газа и паровой фазы СУГ давлением до 0,005 МПа
Краны конусные сальниковые	Наружные и внутренние газопроводы природного газа давлением до 1,2 МПа, паровой и жидкой фазы СУГ давлением до ,6 МПа
Краны шаровые, задвижки, клапаны (вентили)	Наружные и внутренние газопроводы природного газа давлением до 1,2 МПа, паровой и жидкой фазы СУГ давлением до 1,6 МПа

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		22

Выделяют несколько типов уплотнений для запорно-регулирующей арматуры:

- сальниковые;
- бессальниковые;
- мембранные (мембрана выполняет роль уплотнения);
- сильфонная (в качестве уплотнения используется сильфон, представляющий собой упругую гофрированную оболочку из композиционных материалов) [8].

Для уплотнения соединений в газораспределении широко применяются паронитовые прокладки и сальниковые уплотнения. Однако оба эти материала являются негерметичными. Негерметичность материала уплотнения создает утечки газа, что напрямую влияет на эффективность эксплуатации всей системы в целом [15].

1.3.4 Сооружения на газопроводах

Основным назначением сооружений на газопроводе является защита основных элементов СГР от различных повреждений. Однако сами сооружения также могут являться причинами, снижающими надежность системы в целом.

Среди основных проблем, возникающих при эксплуатации сооружений на газопроводе можно выделить следующие [16]:

- герметичность резьбовых соединений трубок конденсатосборников;
- перекосы и оседания коверов, крышек газовых колодцев (может приводить к возникновению утечек газа);
- уплотнения защитных футляров;
- коррозионные повреждения сооружений на газопроводах;
- механические повреждения сооружений на газопроводах.

						Лист
					Общие сведения о сетях газораспределения	23
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

В [6] приведен основной перечень сооружений на газопроводах и назначение каждого элемента (рисунок 12).



Рисунок 12 – Сооружения на газопроводах и их назначение



Рисунок 13 – Газовый ковер (ООО «Гермес»)

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		24

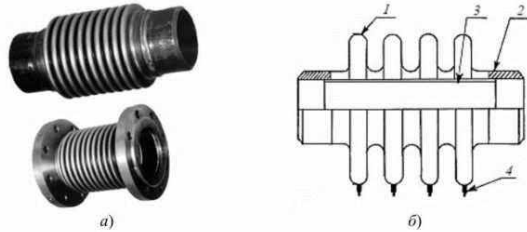


Рисунок 14 – Внешний вид (а) и конструкция (б) сифонного компенсатора:

1 – сиффон; 2 – патрубок; 3 – внутренняя обечайка; 4 – дренажная трубка

1.4 Оперативно-диспетчерский контроль

Для осуществления оперативного контроля за технологическим процессом распределения газа применяются автоматизированные системы управления технологическими процессами распределения газа (АСУ ТП РГ).

В соответствии с [6] АСУ ТП РГ имеет верхний и нижний уровень. Основные элементы каждого уровня представлены на рисунке 16. Верхний уровень АСУ ТП РГ реализуется в ЦДП, в состав которого могут входить один или несколько автоматизированных рабочих мест. Все АРМ связаны между собой локальной вычислительной сетью.

В случае если АСУ ТП РГ имеет несколько уровней, предусматривается наличие промежуточных пунктов управления, управляемых ЦДП. ППУ в свою очередь координируют работу контролируемых пунктов.

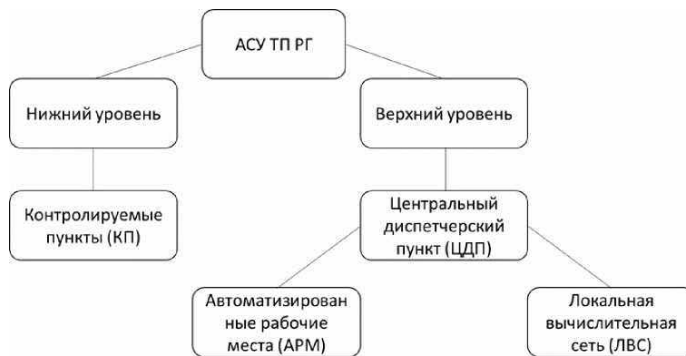


Рисунок 15 – Структурная схема АСУ ТП РГ

					Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	25
Общие сведения о сетях газораспределения					

Для безопасной и бесперебойной работы газораспределительных систем необходим контроль огромного количества параметров, основные из которых представлены на рисунке 16 [17].



Рисунок 16 – Основные контролируемые параметры газораспределительных сетей

Для контроля представленных выше параметров газораспределительные сети оборудуются датчиками давления, расходомерами, датчиками температуры, сигнализаторами загазованности. Данные устройства имеют название «полевые устройства».

В [17] представлен краткий алгоритм работы АСУ ТП РГ на базе системы SCADA.

Вся информация, собранная полевыми устройствами, передается на промышленный логический контроллер (ПЛК). ПЛК управляет газопроводной арматурой в соответствии с полученными результатами и передает информацию на следующий уровень системы – уровень оперативного управления. На уровне оперативного управления переданная информация

					Лист
					26
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Общие сведения о сетях газораспределения

принимается операторами и разработчиками АРМ и далее передается на центральный диспетчерский пункт (рисунок 18).

В свою очередь ЦДП при помощи исполнительных и управляющих устройств, установленных на объектах газораспределительной сети, регулирует параметры технологического процесса распределения газа. Для осуществления данного процесса управления отключающими устройствами применяются задвижки и предохранительные клапаны с возможностью дистанционного управления. Давления газа регулируется переключаемыми или плавно настраиваемыми регуляторами управления [18].

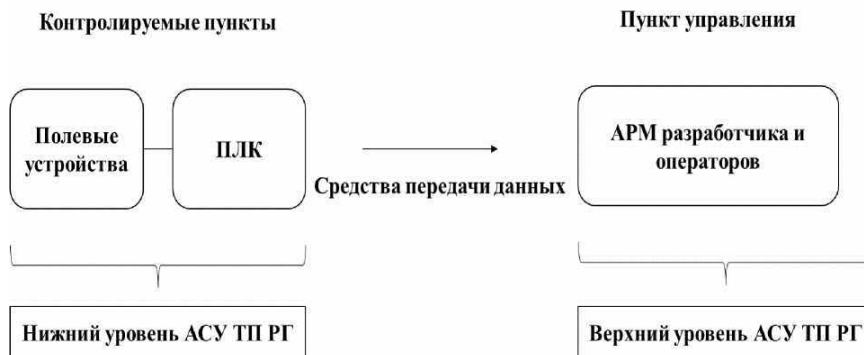


Рисунок 17 – Краткий алгоритм работы АСУ ТП РГ

1.5 Приборы учета газа

Для измерения расхода газа в газораспределительных сетях применяются расходомеры-счетчики различных типов (классификация приведена на рисунке 18) [17].

					Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	27
Общие сведения о сетях газораспределения					

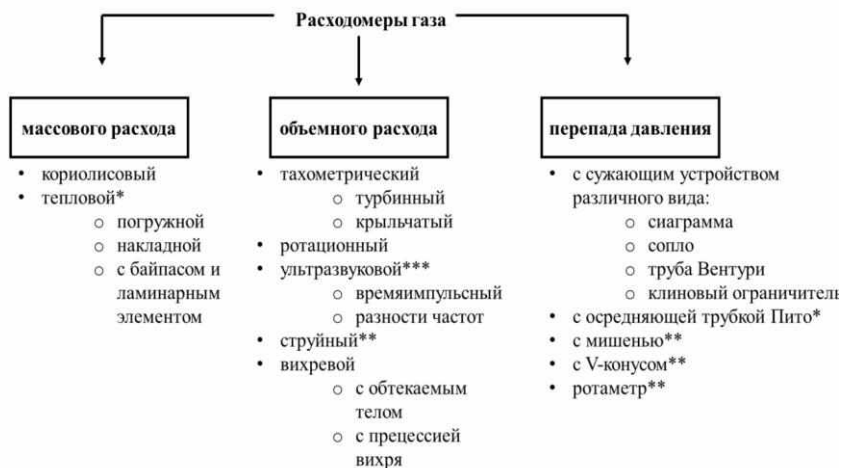


Рисунок 18 – Классификация расходомеров газа по принципу действия

* - расходомеры, не допускаемые к применению в узлах коммерческого учета; ** - расходомеры, не включенные в СТО Газпром 5.32-2009; *** - расходомеры, допускаемые к применению в узлах коммерческого учета при некоторых условиях

Наиболее часто для коммерческих измерений объема газа используются турбинные, диафрагменные, вихревые и ротационные расходомеры счетчики, что объясняется их высокой точностью измерения, широким диапазоном измеряемых расходов, высоким быстродействием, а также небольшими длинами прямых участков трубопроводов, требуемых для установки СГР. Примером счетчика, применяемого на реальных объектах сетей газораспределения для измерения расходов газа, может являться счетчик ВК-G6T.

ВК-G6T – счетчик газа диафрагменного типа. Счетчик состоит из следующих элементов:

- корпуса с патрубками, выполненного из двух половин, соединённых механическим способом;
- мерных диафрагм, размещённых в камерах;
- шиберной системы распределения с золотниками;

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		28

- кривошипного модуля;
- счётного роликового механизма, размещённого в отдельном отсеке верхней половины корпуса;
- механического устройства, корректирующего температурные показатели измеряемой среды, выполненного из биметаллического материала (рисунок 19).



Рисунок 19 – Счетчик газа VK-G6T

Счетчик имеет следующий принцип работы. Поступая через входной патрубок под давлением, газ поочередно двигает диафрагмы в каждой из камер. Движение передаётся через шатуны на счётный узел, преобразовываясь во вращение роликов, отсчитывающих показания. Распределительная система с золотниками обеспечивает попеременное срабатывание обеих мембран, возвращающихся в исходное положение, благодаря естественной упругости материала изготовления.

В ходе проведенного литературного обзора были обозначены границы сети газораспределения и выделены основные объекты газораспределительных сетей и элементы, входящие в их состав. Элементы газораспределительной сети, основной задачей которых является обеспечение бесперебойной поставки газа потребителям, имеют свои слабые стороны, которые негативно сказываются на технологических процессах распределения газа, тем самым снижая эффективность эксплуатации всей системы.

					Общие сведения о сетях газораспределения	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		29

2 Основные направления повышения эффективности эксплуатации газораспределительных сетей и выбор наиболее значимого

В качестве основных направлений повышения эффективности эксплуатации сетей газораспределения можно выделить следующие:

- надежность и безопасность объектов и оборудования СГР;
- повышение гидравлической эффективности газопроводов;
- повышение энергетической эффективности СГР.

Надежность и безопасность объектов и оборудования СГР может быть достигнута при снижении числа отказов и аварийных ситуаций. Повышение гидравлической эффективности достигается увеличением пропускной способности газопроводов и снижением потерь давления. Повышение энергетической эффективности может быть достигнуто при снижении потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).

В качестве основных ТЭР в сетях газораспределения используются природный газ, электроэнергия, дизельное топливо, СУГ и бензин. Однако большая часть потребления приходится на природный газ. Природный газ используется на нужды основного и вспомогательного производства, что составляет около 18 процентов от всего расхода газа. Оставшаяся часть газа безвозвратно теряется в ходе технологических потерь [1].

Неконтролируемые утечки газа, которые являются основной причиной возникновения технологических потерь, не только имеют отрицательный эффект на экономику предприятия, но также оказывают огромное влияние на надежность и безопасность объектов и оборудования СГР. Надежность и безопасность объектов и оборудования СГР напрямую зависит от возникновения утечек газа.

Для того, чтобы минимизировать технологические потери, нужно

					«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21	Основные направления повышения эффективности эксплуатации газораспределительных сетей и выбор наиболее значимого	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21		ДР	31	102
Консульт.						ТПУ гр 3-2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				

выявить основные источники потерь и причины их появления. Далее будет проведен анализ причин возникновения потерь и возможности их минимизации на стадии проектирования и эксплуатации.

					Основные направления повышения эффективности эксплуатации газораспределительных сетей и выбор наиболее значимого	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		31

3 Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях

3.1 Потери природного газа в газораспределительных сетях и их классификация

Величина потерь газа зависит от геометрического объема сетей, давления газа и коэффициента негерметичности [19]. В настоящее время существует два основных подхода к оценке потерь природного газа. Первый подход заключается в расчете потерь по эмпирическим формулам в соответствии с действующей НТД. Второй подход включает в себя измерение потерь с последующей статистической обработкой при помощи предназначенного для этих целей оборудования на реальных объектах-представителях газораспределительной системы.

В соответствии с [2] можно выделить следующую классификацию потерь газа, изображенную на рисунке 20.

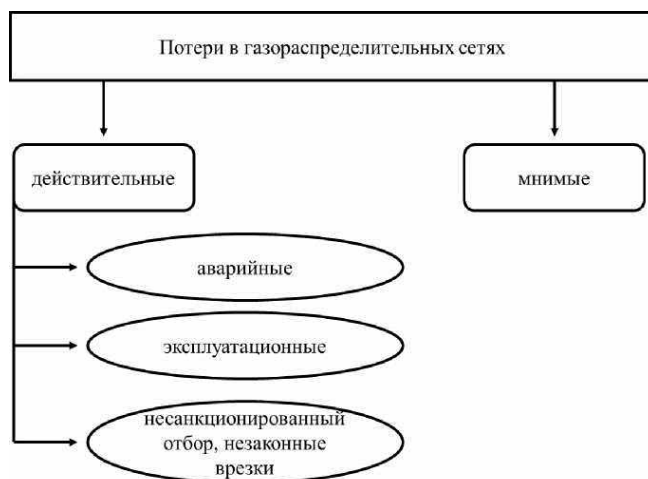


Рисунок 20 – Классификация потерь газа в газораспределительных сетях

					«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях	Литера	Лист	Листов
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21		ДР	33	102
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21		ТПУ гр 3-2Б6А		
Консульт.								
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				

Согласно [13] действительные потери газа в газораспределительных сетях обуславливаются негерметичностью разъемных соединений, негерметичностью объектов сетей газораспределения, проведением сливноналивных операций на газонаполнительных станциях (ГНС), газонаполнительных пунктах (ГНП), автомобильных газозаправочных станциях (АГЗС), резервуарных установках (эксплуатационные потери). К действительным потерям также относят аварийные выбросы при повреждении сети газораспределения.

Мнимые потери представляют собой количество газа, полученное и полезно используемое потребителем, но неучтенное (и поэтому неоплаченное) вследствие несовершенства методов контроля и учета расхода газа. Мнимые потери чаще всего возникают в сетях газопотребления.

Технологические потери складываются из действительных и мнимых потерь природного газа. Действительные потери напрямую создают выбросы в окружающую среду, в то время как мнимые потери, называемые также разбалансом газа, представляют собой виртуальную величину. Разбаланс газа появляется вследствие существующего несовершенства приборов учета газа, а также в ходе их некорректной работы. Свой вклад в величину разбаланса также вносят аварийные ситуации, изменение режимов перекачки газа, ремонтные и поверочные работы при снятых счетчиках газа, некорректный учет у потребителей. Мнимые потери газа могут иметь как отрицательное, так и положительное значение.

Величину технологических потерь природного газа можно записать в виде следующей формулы:

$$Q_{\text{тп}} = Q_{\text{ут}} + Q_{\text{нб}}, (1)$$

где $Q_{\text{ут}}$ - утечки газа, представляющие собой неорганизованное поступление в атмосферу газа в виде ненаправленных потоков в результате не герметичности оборудования, м³ /с;

					Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		33

$Q_{нб}$ - мнимые потери газа, обусловленные небалансом системы учета газа, которые носят случайный характер, м³.

3.2 Методы выявления утечек

Своевременное выявление утечек на объектах газораспределительных сетей газораспределительными организациями позволяет снизить технологические потери природного газа, а также снизить уровень вреда окружающей природной среде. На газопроводах выявление утечек происходит в ходе технического мониторинга охраняемых зон. На ПРГ утечки обнаруживаются в ходе технического мониторинга и технического обслуживания. Выявления утечек осуществляется методами, представленными на рисунке 21.



Рисунок 21 – Методы выявления утечек

В случаях, когда рассеивание утечки происходит на значительных высотах, выявить утечку традиционными методами не представляется возможным. Для этого применяется наиболее совершенные приборы, например, лазерные детекторы метана, позволяющие распознать утечку без контакта с загазованной средой [20].

					Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		34



Рисунок 22 – Лазерный детектор метана, предназначенный для размещения на стационарной опоре или транспорте



Рисунок 23 – Компактный лазерный детектор метана

					Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		35

3.3 Источники потерь газа в газораспределительных сетях

Наибольшая часть потерь природного газа в сетях газораспределения приходится на потери в пунктах редуцирования газа и потери в линейной части. Значительная часть потерь связана с негерметичностью существующего оборудования, т.к. любое оборудование с герметизацией в области стыка двух поверхностей имеет потенциал для утечки. Доля потерь также приходится на аварийные ситуации, вызываемые рядом факторов, например, коррозией оборудования и газопроводов, а также незаконным хищением газа третьими лицами.

На основе статей [1, 3, 21-23] был составлен список объектов СГР и причин возникновения потерь по каждому из них (таблица 4).

Таблица 4 – Возможные причины возникновения потерь природного газа на объектах СГР

Объект сети газораспределения	Причина возникновения потерь
Пункты редуцирования газа	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие газовых фильтров или их некорректная работа в процессе эксплуатации вследствие недостаточного контроля уровня засоренности фильтрующего элемента; - негерметичность отключающих устройств, в том числе вследствие механического повреждения твердыми частицами, которые образуются в результате недостаточной фильтрации; - негерметичность соединений ПРГ с наружными газопроводами; - коррозионные повреждения конструкции ПРГ; - срабатывание предохранительной арматуры ПРГ, вследствие которого происходит принудительный выброс природного газа.
Газопроводы	<ul style="list-style-type: none"> - коррозионные повреждения газопроводов вследствие некорректной работы средств электрохимической защиты и повреждения изолирующих покрытий;

					Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		36

Окончание таблицы 4

	<ul style="list-style-type: none"> - механические повреждения газопроводов вследствие наезда техники; - негерметичность соединений (резьбовых, муфтовых, сварных) газопроводов с другими объектами СГР; - несанкционированное хищение газа; - дефекты сварных швов;
Запорная арматура (пробковые и шаровые краны, задвижки, вентили)	<ul style="list-style-type: none"> - негерметичность вследствие конструкционных особенностей - негерметичность вследствие эксплуатации (образование трещин, свищей, перекосов); - сальниковые и фланцевые уплотнения
Сооружения на газопроводах	<ul style="list-style-type: none"> - негерметичность соединений с другими объектами газораспределительных сетей; - коррозионные и механические повреждения

Исходя из данных таблицы 4 можно выделить следующие группы источников потерь газа в СГР:

- негерметичные разъемные соединения газопроводов и технических устройств СГР;
- потери на ПРГ, связанные с недостатками существующих конструкций и негерметичностью;
- несанкционированное использование газа;
- негерметичность арматуры;
- механические и коррозионные повреждения газопроводов и объектов СГР;
- аварийные выбросы.

3.4 Сокращение потерь природного газа на стадии проектирования

Основной задачей на стадии проектирования является минимизация потерь природного газа на объектах газораспределительных сетей. Потери на

					Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		37

некоторых объектах невозможно полностью исключить, однако в таком случае возникает вопрос о том, как можно свести эти потери к минимальным значениям.

Определение потерь вследствие негерметичности разъемных соединений не представляется возможным по следующим причинам: невозможность определения конкретного негерметичного соединения и невозможность определения фактических объемов утечки в каждом соединении. По этим причинам невозможным является и предсказание вероятностей возникновения утечек, а, следовательно, и применение предупредительных мероприятий во время обслуживания.

Основываясь на [2, 3, 24], можно выделить ряд источников потерь природного газа, для каждого из которых будут рассмотрены мероприятия для полного исключения потерь либо их минимизации (таблица 5).

Таблица 5 – Мероприятия по сокращению потерь природного газа на стадии проектирования

Источник потерь природного газа	Предлагаемые мероприятия
Негерметичность разъемных соединений газопроводов и технических устройств сетей газораспределения	- минимизации количества разъемных соединений газопроводов и технических устройств, выбираемых на этапе проектирования сети газораспределения; - повышения герметичности разъемных за счет подбора и применения для герметизации разъемных соединений надежных современных уплотнительных материалов;
ПРГ	- применение оборудования с увеличенными сроками между техническим обслуживанием и текущим ремонтом; - оснащение регулирующим оборудованием в прогрессивной компоновке с последовательной установкой регулятора-монитора и регулятора

					Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		38

Окончание таблицы 5

<p>Несанкционированное использование газа, транспортируемого по сетям газораспределения</p>	<ul style="list-style-type: none"> - применение газопроводов из полиэтиленовых труб с токопроводящими элементами. В случае нарушения целостности токопроводящего элемента при врезке в газопровод соответствующий сигнал и информация о месте нарушения целостности токопроводящего элемента незамедлительно поступят на диспетчерский пункта управления; - установка приборов учета газа во всех ПРГ; - установка приборов учета газа на линейной части сети газораспределения в местах ответвлений газопровода до групп близкорасположенных потребителей газа; - автоматическое определения разницы объемов газа, зафиксированных приборами учета газа, расположенными выше по потоку газа и приборами учета газа, расположенными ниже по потоку газа
<p>Аварийные выбросы газа на объектах сетей газораспределения</p>	<ul style="list-style-type: none"> - дистанционная передачи данных о давлении газа на источниках газоснабжения (ПРГ) и в точках сети газораспределения, оборудованных приборами измерения давления газа. - секционирование всех разветвлений газопроводов сети газораспределения; - применение в сетях газораспределения запорной арматуры, оснащенной приводами функцией дистанционного управления; - установка приборов учета газа, датчиков для измерения температуры и давления (для ускорения поиска места аварии)
<p>Арматура объектов сетей газораспределения</p>	<ul style="list-style-type: none"> - применение новых видов оборудования, арматуры (например, шаровых кранов с необслуживаемыми сальниковыми камерами) и уплотнительных материалов (например, на основе фторопласта); - использование клапанов безопасности «ГазСтоп»;

3.5 Сокращение потерь природного газа на стадии эксплуатации

Все мероприятия по сокращению потерь природного газа могут так же применяться и на стадии эксплуатации. Однако на стадии эксплуатации большее значение имеет проведение предупредительных профилактических мероприятий по мониторингу и техническому обслуживанию, позволяющих

					Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		39

своевременное обнаруживать места утечек и принимать меры по их ликвидации.

Мониторинг технического состояния объектов СГР включается в себя:

- проверка состояния охранных зон газопроводов;
- технический осмотр (осмотр технического состояния) подземных и надземных газопроводов;
- техническое обследование подземных газопроводов;
- оценка технического состояния подземных и надземных газопроводов;
- техническое диагностирование подземных газопроводов.

Техническое обследование подземных газопроводов делится на плановое и внеплановое. Первое плановое техническое обследование полиэтиленовых и стальных газопроводов должно проводиться через 15 лет после ввода их в эксплуатацию. Последующие плановые технические обследования полиэтиленовых газопроводов должны проводиться не реже одного раза в 10 лет, стальных газопроводов – не реже одного раза в 5 лет. Техническое обследование участков стальных газопроводов, не обеспеченных минимальным защитным потенциалом, при их эксплуатации в зонах опасного действия источников блуждающих токов или в грунтах с высокой коррозионной агрессивностью, включая биокоррозионную, должно проводиться не реже одного раза в год.

Плановое обслуживание проводится через сравнительно большие промежутки времени, а обоснования для внепланового обслуживания имеют очень узкую направленность. За этот промежуток времени потери природного газа могут достигать больших значения, что существенно отражается на балансе природного газа ГРО. В связи с этим авторами статьи [2] предлагается составление балансовых карт для анализа системы газораспределения на наличие утечек, а также в качестве одного из методов повышения

					Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		40

эффективности технического мониторинга и обслуживания СГР.

Балансовая карта представляет собой статистическую карту, демонстрирующую контрольные границы возможного отклонения величины потерь при сведении баланса газа на отдельной ГРС или системе закольцованных ГРС.

При значительном отклонении от границ, обозначенных в балансовой карте, необходимо провести внеплановое техническое обследование.

Для построения балансовой карты нужно рассчитать среднее значение объема технологических потерь ($\overline{Q_{пт}}$) расчетный период, а также нижнюю ($Q_{пт} - \sigma$), и верхнюю ($Q_{пт} + \sigma$) контрольные границы. Значение σ рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(Q_{пти} - \overline{Q_{пт}})^2}}{n - 1},$$

где $Q_{пти}$ - показатели объема технологических потерь

в течение расчетного периода, тыс. м³ ;

n - количество суток в отчетном периоде.

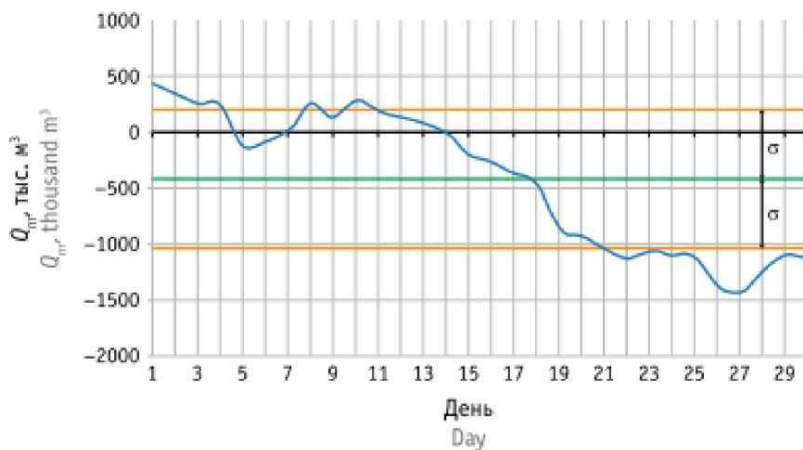


Рисунок 24 – Вид балансовой карты

					Технологические потери природного газа в газораспределительных сетях	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		41

4 Характеристика объекта исследования

Объектом исследования является участок газораспределительной сети, состоящий из полиэтиленового (ПЭ100) тупикового газопровода низкого давления. Газопровод предназначен для подачи газа от ГРПШ к четырем пунктам, в роли которых могут выступать частные домовладения или социальные объекты. Метод прокладки газопровода – подземный. Данный объект исследования является типовым участком, который встречается в схемах многих реальных газораспределительных сетей в их различных исполнениях.

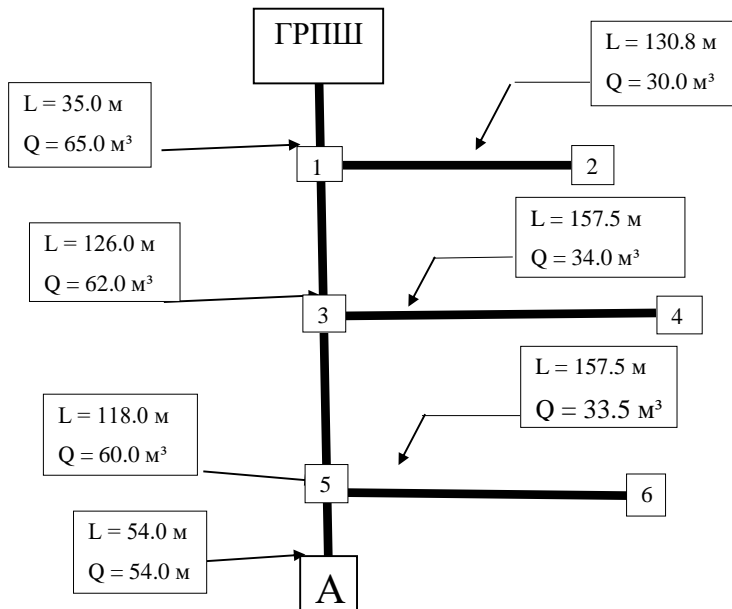


Рисунок 25 – Расчетная схема газопровода низкого давления

					«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21	Характеристика объекта исследования	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21		ДР	43	102
Консульт.						ТПУ гр 3-2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				

5 Расчетная часть

5.1 Газодинамический (гидравлический) расчет

Цель расчета: определение условных диаметров каждой ветви газопровода для последующего присоединения других объектов и удельных потерь давления.

Методика расчета: Расчёт производится по методике «Расчет газопровода согласно СП 42-101-2003».

Таблица 6 – Исходные данные для гидравлического расчета

Начальное давление, Па	Конечное давление, Па	Плотность газа, кг/м ³ .	Кинематическая вязкость, м ² /с
3000,0	1300,0	0,730	14,3·10 ⁻⁶

Рисунок 26 -Алгоритм расчета газопровода низкого давления



Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21	Расчетная часть	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21		ДР	44	102
Консульт.						ТПУ гр 3-2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				

Расчет ведется в следующем порядке:

1. Начальное и конечное давление принимается по режиму работы ГРПШ и по характеристикам газовых приборов (указанных в задании).
Определяется допустимый перепад давления в распределительных газопроводах уличной сети:

$$\Delta P_{\text{доп.}} = \Delta P_{\text{расч.}} = P_{\text{н}} - P_{\text{к}}, \quad (1)$$

2. Определяют средние удельные потери давления в газопроводе по формуле

$$\Delta P_{\text{уд}} = \frac{\Delta P_{\text{доп}}}{1,1L}, \quad (2)$$

где $\Delta P_{\text{доп}}$ – допустимые потери давления, Па;

L – расстояние до самой удаленной точки сети, м.

3. Расчётные диаметры на участках газопровода следует определить по формуле:

$$d_p = \sqrt[n]{\frac{a \cdot b \cdot \rho_0^p \cdot Q_p^m}{\Delta P_{\text{уд}}}}, \quad (3)$$

где Q_p – расчетный расход газа, м³/ч;

a, b, n, m – коэффициенты, в зависимости от категории сети (по давлению) и материала газопровода, для низкого давления $a=626,;$
 $b=0,0446,; n=4,75,; m=1,75;$

ρ_0^p – плотность природного газа при нормальных условиях, 0°С и атмосферное давление 10130 Па;

$\Delta P_{\text{уд}}$ – удельные потери давления, Па/м.

4. Определяют режим движения газа по газопроводу (число Рейнольдца), по формуле:

$$Re = \frac{10 \cdot Q_p}{9\pi \cdot \nu \cdot d_y}, \quad (4)$$

где ν – коэффициент кинематической вязкости газа, м²/с, при нормальных условиях для природного газа составляет $14,3 \cdot 10^{-6};$

d_y – внутренний диаметр газопровода, мм

						Лист
					Расчетная часть	44
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Далее в зависимости от числа Рейнольдса рассчитываем коэффициент гидравлического трения λ (на каждом участке) по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{(1,82 \cdot \lg Re - 1,64)^2}, \quad (5)$$

5. Фактические удельные падения давления R , Па/м, на каждом участке определяются по выражению:

$$R = 62,607 \cdot 10^6 \cdot \lambda_i \cdot \frac{Q_{p_i}^2}{d_{yi}^5} \cdot \rho_0^p, \quad (6)$$

6. Конечное (узловое) давление газа на участке газопровода определяется по формуле:

$$P_k = P_n - R \cdot l_p, \quad (7)$$

где P_n – начальное давление газа на расчетном участке, Па;

R – фактические удельные падения давления на этом участке, Па/м;

l_p – расчетная длина участка газопровода, м.

Расчет:

1. Определяется допустимый перепад давления:

$$\Delta P_{\text{доп.}} = \Delta P_{\text{расч.}} = 3000,0 - \blacksquare = \blacksquare \text{ Па.}$$

2. Определяем длину наиболее протяженного участка

$$\Sigma L = L_1 + L_3 + L_5 + L_7 = 35,0 + 126,0 + 118,0 + 54,0 = 333 \text{ м.}$$

3. Определяют средние удельные потери давления

$$\Delta P_{\text{уд}} = \frac{1700}{1,1 \cdot 333} = \blacksquare \text{ Па/м.}$$

4. Вычисляем расчетные диаметры на участках газопровода

$$d_{p1} = \sqrt[4,75]{\frac{626 \cdot 0,0446 \cdot 0,73 \cdot 65^{1,75}}{4,64}} = \blacksquare \text{ мм.}$$

Так как на участке 1, 3, 5, значения расхода газа равны по значению, принимаем:

$$d_{p1} = d_{p3} = d_{p5} = \blacksquare;$$

$$d_{p2} = \sqrt[4,75]{\frac{626 \cdot 0,0446 \cdot 0,73 \cdot 30^{1,75}}{4,64}} = \blacksquare = 88 \text{ мм.}$$

Так как на участке 2;4;6;7, значения расхода газа равны по значению, принимаем:

						Лист
						45
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Расчетная часть	

$$d_{p2} = d_{p4} = d_{p6} = d_{p7} = \text{■■■■} \text{ мм.}$$

6. Определяем число Рейнольдса на каждом участке газопровода:

$$Re_1 = \frac{10 \cdot 65 \cdot 3600}{9,3,14 \cdot 0,13 \cdot 14,3 \cdot 10^{-6}} = \text{■■■■};$$

$$Re_2 = \frac{10 \cdot 30 \cdot 3600}{9,3,14 \cdot 0,13 \cdot 14,3 \cdot 10^{-6}} = \text{■■■■};$$

$$Re_3 = \frac{10 \cdot 62 \cdot 3600}{9,3,14 \cdot 0,13 \cdot 14,3 \cdot 10^{-6}} = \text{■■■■};$$

$$Re_4 = \frac{10 \cdot 34 \cdot 3600}{9,3,14 \cdot 0,13 \cdot 14,3 \cdot 10^{-6}} = \text{■■■■};$$

$$Re_5 = \frac{10 \cdot 60 \cdot 3600}{9,3,14 \cdot 0,13 \cdot 14,3 \cdot 10^{-6}} = \text{■■■■};$$

$$Re_6 = \frac{10 \cdot 23,5 \cdot 3600}{9,3,14 \cdot 0,13 \cdot 14,3 \cdot 10^{-6}} = \text{■■■■};$$

$$Re_7 = \frac{10 \cdot 25 \cdot 3600}{9,3,14 \cdot 0,13 \cdot 14,3 \cdot 10^{-6}} = \text{■■■■};$$

7. Рассчитываем коэффициент гидравлического трения λ (на каждом участке газопровод

$$\lambda_1 = \frac{1}{(\text{■■■■} \cdot 1g \text{■■■■} - 1,64)^2} = \text{■■■■};$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{(\text{■■■■} \cdot 1g \text{■■■■} - 1,64)^2} = \text{■■■■};$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{(\text{■■■■} \cdot 1g \text{■■■■} - 1,64)^2} = \text{■■■■};$$

$$\lambda_4 = \frac{1}{(\text{■■■■} \cdot 1g \text{■■■■} - 1,64)^2} = \text{■■■■};$$

$$\lambda_5 = \frac{1}{(\text{■■■■} \cdot 1g \text{■■■■} - 1,64)^2} = \text{■■■■};$$

$$\lambda_6 = \frac{1}{(\text{■■■■} \cdot 1g \text{■■■■} - 1,64)^2} = \text{■■■■};$$

$$\lambda_7 = \frac{1}{(\text{■■■■} \cdot 1g \text{■■■■} - 1,64)^2} = \text{■■■■};$$

Так как значения коэффициент гидравлического трения разница в небольших значениях на каждом последующем участке газопровода, принимаем $\lambda = 0,001$; для дальнейших расчетов.

8. Вычисляем фактические удельные падения давления на каждом

					Расчетная часть	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		46

участке газопровода:

$$R_1 = 62,607 \cdot 10^6 \cdot 0,001 \cdot \frac{(65 \cdot 3600)^2}{(1,3 \cdot 10^{-3})^5} \cdot 0,730 = 1,01 \text{ Па/м};$$

$$R_2 = 62,607 \cdot 10^6 \cdot 0,001 \cdot \frac{(30 \cdot 3600)^2}{(1,3 \cdot 10^{-3})^5} \cdot 0,730 = 0,799 \text{ Па/м};$$

$$R_3 = 62,607 \cdot 10^6 \cdot 0,001 \cdot \frac{(62 \cdot 3600)^2}{(1,3 \cdot 10^{-3})^5} \cdot 0,730 = 0,92 \text{ Па/м};$$

$$R_4 = 62,607 \cdot 10^6 \cdot 0,001 \cdot \frac{(34 \cdot 3600)^2}{(1,3 \cdot 10^{-3})^5} \cdot 0,730 = 1,02 \text{ Па/м};$$

$$R_5 = 62,607 \cdot 10^6 \cdot 0,001 \cdot \frac{(60 \cdot 3600)^2}{(1,3 \cdot 10^{-3})^5} \cdot 0,730 = 0,86 \text{ Па/м};$$

$$R_6 = 62,607 \cdot 10^6 \cdot 0,001 \cdot \frac{(33,5 \cdot 3600)^2}{(1,3 \cdot 10^{-3})^5} \cdot 0,730 = 0,98 \text{ Па/м};$$

$$R_7 = 62,607 \cdot 10^6 \cdot 0,001 \cdot \frac{(23,5 \cdot 3600)^2}{(1,3 \cdot 10^{-3})^5} \cdot 0,730 = 0,495 \text{ Па/м};$$

9. Рассчитываем конечное (узловое) давление газа на участке газопровода:

$$P_{k1} = 3000,0 - 1,01 \cdot 35,0 = 2965,0 \text{ Па};$$

$$P_{k2} = 2965,0 - 0,799 \cdot 130,8 = 2860,0 \text{ Па};$$

$$P_{k3} = 2965,0 - 0,92 \cdot 126,0 = 2849,08 \text{ Па};$$

$$P_{k4} = 2849,08 - 1,02 \cdot 157,5 = 2688,43 \text{ Па};$$

$$P_{k5} = 2849,08 - 0,86 \cdot 118,0 = 2747,6 \text{ Па};$$

$$P_{k6} = 2747,6 - 0,98 \cdot 157,5 = 2592,1 \text{ Па};$$

$$P_{k7} = 2747,6 - 0,495 \cdot 54,0 = 2720,85 \text{ Па}.$$

Таблица 7 - Гидравлический расчет распределительных газопроводов низкого давления

№ уч-ка	Длина уч-ка, м	Расход газа, м³/ч	Диам.г/п d, мм	Число Re	λ, коэф-нт трения	Падение давления R, Па/м	Давление на узле, Па
ГРПШ-1	35,0	65,0	160·14,2	4,45·10 ⁶	0,001	1,01	2965,0
1-2	130,8	30,0	110·10	2,67·10 ⁶	0,001	0,799	2860,0
1-3	126,0	62,0	160·14,2	4,25·10 ⁶	0,001	0,92	2849,08
3-4	157,5	34,0	110·10	3,03·10 ⁶	0,001	1,02	2688,43
3-5	118,0	60,0	160·14,2	4,18·10 ⁶	0,001	0,86	2747,6
5-6	157,5	33,5	110·10	2,92·10 ⁶	0,001	0,98	2592,1
5-7	54,0	23,5	110·10	2,99·10 ⁶	0,001	0,495	2720,85

Газодинамический (гидравлический) расчет окончен.

						Лист
						47
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Расчетная часть	

5.2 Расчет полиэтиленового газопровода на прочность

Цель расчета: проверка газопровода на прочность при воздействии силовых и деформационных нагрузениях.

Методика расчета: Расчет производится в соответствии с СП 42-103-2003 [25] по алгоритму, представленному на рисунке 27.



Рисунок 27 – Алгоритм расчета газопровода низкого давления на прочность

Таблица 8 -исходные данные для расчета на прочность

Раб. Давление $P_{\text{раб}}, \text{Па}$	Диаметр тр-да $D_e, \text{м}$	Материал	температура эксплуатации $t_e, ^\circ\text{C}$	температурный перепад Δt	радиус упругого изгиба труб-да, м
3000,0	0,160	ПЭ 100,SDR 11	0	10	10

Расчет:

Проверка прочности газопровода состоит в соблюдении следующих

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Расчетная часть	Лист
						48

условий: – при действии всех нагрузок силового нагружения (МПа):

$$\sigma_{\text{пр}F} \leq 0,4 \cdot MRS, \tag{8}$$

где $\sigma_{\text{пр}F}$ - продольное фибровое напряжение от силового нагружения, МПа;

MRS - минимальная длительная прочность, МПа.

– при совместном действии всех нагрузок силового и деформационного нагружений:

$$\sigma_{\text{пр}NS} \leq 0,5 \cdot MRS, \tag{9}$$

где $\sigma_{\text{пр}NS}$ - продольное осевое напряжение от совместного силового и деформационного нагружений, МПа.

$$\sigma_{\text{пр}S} \leq 0,9 \cdot MRS, \tag{10}$$

где $\sigma_{\text{пр}S}$ – продольное фибровое напряжение от совместного силового и деформационного нагружений, МПа.

Минимальная длительная прочность определяется по формуле:

$$MRS = \text{ПЭ}/10 = 100/10 = 10 \text{ МПа} \tag{11}$$

Значение продольного фибрового напряжения от силового нагружения определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{пр}F} = \frac{2 \cdot \mu \cdot P}{\left[1 - \frac{2}{SDR}\right]^{-2} - 1}, \tag{12}$$

где μ - коэффициент Пуассона материала труб по СП 42-101-2003 принимается равным 0,43.

P - рабочее давление, МПа;

SDR - стандартное размерное отношение.

Тогда значение продольного фибрового напряжения от силового нагружения равно:

$$\sigma_{\text{пр}F} = \frac{2 \cdot 0,43 \cdot 3000,0}{\left[1 - \frac{2}{11}\right]^{-2} - 1} = \blacksquare \text{ Па.}$$

Значение продольного осевого напряжения от совместного силового и деформационного нагружений определяется по формуле:

						Лист
						49
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Расчетная часть	

$$\sigma_{прNS} = \frac{2 \cdot \mu \cdot P}{\left[1 - \frac{2}{SDR}\right]^{-2} - 1} - \alpha \cdot E(te) \cdot \Delta t \quad (13)$$

где α - коэффициент линейного теплового расширения материала труб, °C⁻¹

$E(te)$ - модуль ползучести материала труб при температуре эксплуатации, МПа;

Δt - температурный перепад, °C.

Коэффициент линейного теплового расширения материала труб по СП 42-101-2003 принимается равным $2,2 \cdot 10^{-4}$ °C⁻¹. Модуль ползучести материала труб для срока службы газопровода 50 лет принимается в зависимости от температуры эксплуатации по графику, приведенному в СП 42-101-2003.

Напряжения в стенке трубы определяются по формуле:

$$\sigma = \frac{P \cdot (SDR - 1)}{2} = \frac{0,003 \cdot (11 - 1)}{2} = 0,015 \text{ МПа.}$$

Модуль ползучести материала труб примем равным 100 МПа.

Тогда значение продольного осевого напряжения от совместного силового и деформационного нагружений равно:

$$\sigma_{прNS} = \frac{2 \cdot 0,43 \cdot 3000 \cdot 0}{\left[1 - \frac{2}{11}\right]^{-2} - 1} - 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot 15000 \cdot 10 = \blacksquare \text{ Па.}$$

Значение продольного фибрового напряжения от совместного силового и деформационного нагружений определяется по формуле:

$$\sigma_{прS} = \frac{2 \cdot \mu \cdot P}{\left[1 - \frac{2}{SDR}\right]^{-2} - 1} - \alpha \cdot E(te) \cdot \Delta t + \frac{E(te) \cdot d_e}{2 \cdot \rho}, \quad (14)$$

где d_e - наружный диаметр газопровода, м;

ρ - радиус упругого изгиба трубопровода, м.

Значение продольного фибрового напряжения от совместного силового и деформационного нагружений равно:

$$\sigma_{прS} = \frac{2 \cdot 0,43 \cdot 0,003}{\left[1 - \frac{2}{11}\right]^{-2} - 1} - 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot 100 \cdot 10 + \frac{100 \cdot 0,16}{2 \cdot 10} = 0,003822 = \blacksquare \text{ Па.}$$

						Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Расчетная часть	

Таблица 9- результаты расчета газопровода на прочность.

Расчетное значение напряжения, Па	Значения критерия	Выполнения условия
$\sigma_{прF} = 5233,26$	$\sigma \leq 0,4 \cdot MRS$	Условия прочности выполняются
$\sigma_{прNS} = 5200,26$	$\sigma_{пр SN} \leq 0,5 \cdot MRS$	Условия прочности выполняются
$\sigma_{прS} = 3833,26$	$\sigma_{пр S} \leq 0,9 \cdot MRS$	Условия прочности выполняются

5.3 Расчет объема технологических потерь природного газа при аварии на газопроводе, связанной с повреждением газопровода ответвление на социальный объект

Цель расчета: расчет объема выброса природного газа, а также объема газа, израсходованного на продувку и заполнение газопровода после устранения повреждения.

Методика расчета: Расчёт производится в соответствии с РД 159-39.4-079-01 «Методика определения расходов газа на технологические нужды потребителей», по алгоритму, изображенному на рисунке 28:



Рисунок 28 – Алгоритм расчет объема аварийных выбросов газа

В результате повреждения газопровода низкого давления на участке 5-А

						Лист
						51
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Расчетная часть	

образовалось отверстие диаметром 3 см × 3 см.

Таблица 10 - исходные данные для расчета

Атмосферное давление P_a , Па	Температура газа T_r , °С	Время выброса газа, с	Плотность газа, кг/м ³ .	молярная составляющая азота x_n ,
273200	10	1200	0,73	0,012

Расчет:

1. Скорость звука в природном газе определяется по формуле:

$$W_{\text{звук}} = 18,591 \cdot (T_r \cdot k \cdot Z / \rho_0)^{0,5}; \quad (15)$$

$$W_{\text{звук}} = \dots \cdot (\dots / \dots)^{0,5} = \dots \text{ м/с.}$$

где T_r – температура газа, К;

k – показатель адиабаты;

Z – коэффициент сжимаемости газа;

ρ_0 – абсолютная плотность газа, кг/м³.

2. Показатель адиабаты рассчитывается по формуле:

$$K = 1,556 \cdot (1 + 0,074 \cdot x_n) - 3,9 \cdot 10^{-4} \cdot T_r \cdot (1 - 0,68 \cdot x_n) - 0,20 \cdot \rho_0 + \left(\frac{P_a}{T_r}\right)^{1,43} \cdot$$

$$[384 \cdot (1 - x_n) \cdot \left(\frac{P_a}{T_r}\right)^{0,38} + 26,4 \cdot x_n], \quad (16)$$

Где x_n – молярная составляющая азота;

P_a – абсолютное давление газа, МПа.

$$K = 1,556 \cdot (1 - 0,074 \cdot 0,012) - 3,9 \cdot 10^{-4} \cdot 283 \cdot (1 - 0,68 \cdot 0,012) - 0,20 \cdot 0,73 + (0,003/283)^{1,43} \cdot [384 \cdot (1 - 0,012) \cdot (0,003/283)^{0,38} + 26,4 \cdot 0,012] = 1,552$$

3. Коэффициент сжимаемости рассчитывается по формуле:

$$Z = 1 - ((10,2 \cdot P_a - 6) \cdot (0,00345 \cdot \Delta - 0,000446) + 0,015) \cdot (1,3 - 0,01444 \cdot (T_r - 283,2)) \quad (17)$$

$$Z = 1 - ((10,2 \cdot 0,003 - 6) \cdot (0,00345 \cdot 0,606 - 0,000446) + 0,015) \cdot (1,3 - 0,0144 \cdot (283 - 283,2)) = 0,929$$

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Расчетная часть	Лист
						52

где Δ - относительная плотность газа.

$$\Delta = \frac{\rho_0}{1,2044}, \quad (18)$$

$$\Delta = 0,73/1,2044 = 0,606.$$

4. Скорость истечения газа определяется по формуле:

$$W_{\Gamma} = \sqrt{2 \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \frac{P_a}{\rho_{\Phi}} \cdot \left(\frac{P_{\text{атм}}}{P_a}\right)^{\frac{k}{k-1}}}; \quad (19)$$

где ρ_{Φ} – фактическая плотность газа, кг/м³;

$P_{\text{атм}}$ – абсолютное атмосферное давление, Па.

5. Фактическая плотность газа определяется по формуле:

$$\rho_{\Phi} = \rho_0 \cdot T_1 \cdot P_a / T_r \cdot P_{\text{атм}} \cdot Z, \quad (20)$$

где T_1 – температура воздуха, К.

$$\rho_{\Phi} = 0,73 \cdot 293 \cdot 0,003 / 283 \cdot 0,101 \cdot 0,929 = 0,642/26,55 = 0,025 \text{ кг/м}^3;$$

Тогда скорость истечения газа равна:

$$W_{\Gamma} = \sqrt{2 \cdot 2,8 \cdot 0,12 \cdot 18255,01} = 110,75 \text{ м/с}$$

Т.к. скорость истечения газа меньше скорости звука в природном газе, режим истечения принимается некритическим.

6. Объем выброса природного газа определяется по формуле:

$$V_{\text{выбр}} = 110 \cdot S \cdot P_a \cdot \tau \quad (21)$$

где S – площадь поперечного сечения отверстия выхода газа м²;

τ – время выброса газа.

$$V_{\text{выбр}} = 110 \cdot 0,0009 \cdot 3000 \cdot 1200 = 3564,00 \text{ м}^3.$$

7. Рассчитаем объем природного газа, необходимого на продувку и заполнение газопровода:

$$V_{\text{пр}} = 0,0029 \cdot k \cdot V_{\text{п}} \cdot \frac{(P_a + P_{\text{атм}})}{T_r}; \quad (22)$$

где $V_{\text{п}}$ – объем полости газопровода, м³.

$k = 1,25$ – поправочный коэффициент, учитывающий реальное

					Расчетная часть	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		53

увеличение расхода газа на продувку.

8. Объем полости газопровода рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{п}} = L \cdot \pi \cdot r^2; \quad (23)$$

где L – расстояние между отключающими устройствами, м.

Так как в нашем случае имеется на участке газопровода переход с большего диаметра на меньший, суммарный объем полости будет равен:

$$V_{\text{п}} = V_{\text{п1}} + V_{\text{п2}}; \quad (24)$$

$$V_{\text{п1}} = 279 \cdot 3,14 \cdot 0,00422 = 3,701 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{п2}} = 499,8 \cdot 3,14 \cdot 0,00202 = 3,18 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{п}} = V_{\text{п1}} + V_{\text{п2}} = 6,9 \text{ м}^3.$$

Тогда объем природного газа, необходимого на продувку и заполнение газопровода:

$$V_{\text{пр}} = 0,029 \cdot 1,25 \cdot 6,9 \cdot \frac{101325 + 3000}{283} = 9,22 \text{ м}^3.$$

9. Суммарный объем потерь природного газа при повреждении газопровода:

$$V_{\text{пот}} = 3564,0 + 9,22 = 3573,22 \text{ м}^3.$$

						Лист
						54
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Расчетная часть	

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА			
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»			
Студенту:			
Группа	ФИО		
3-2Б6А	Кокоулин Андрей Александрович		
Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:			
1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих		Расписать стоимость ресурсов по видам в соответствии с бюджетом НТИ	
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов		Коэффициент доп. заработной платы 12%; Районный коэффициент 30%. Премии к заработной плате 30 %; Надбавки за профессиональное мастерство 20%; Районный коэффициент 1,3.	
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования		Расписать стоимость ресурсов по видам в соответствии с бюджетом НТИ	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:			
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения		1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. 2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.	
2. Планирование и формирование бюджета научно-исследовательских работ		Планирование научно или научно-технологического исследования (НТИ); Разработка графика проведения научного исследования. Формирование бюджета научно-технологического исследования.	
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования		1. Определение интегрального показателя эффективности научного исследования; 2. Расчет показателей ресурсоэффективности.	
Перечень графического материала:			
1. Карта сегментирования 2. Матрица SWOT 3. График проведения НИ или НТИ			
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику		05.02.2021	
Задание выдал консультант:			
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Клемашева Елена Игоревна	канд.экон.наук	05.02.2021
Задание принял к исполнению студент:			
Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б6А	Кокоулин Андрей Александрович		05.02.2021

**6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение**

**6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения
научных исследований с позиции ресурсоэффективности и
ресурсосбережения**

В условиях жесткой конкуренции производители товаров и услуг для идентификации целевых рынков и завоевания доверия потребителей предприятия обращаются к целевому маркетингу. Используя приемы целевого маркетинга, продавец выявляет основные сегменты рынка, выбирает один или несколько и только тогда, ориентируясь на конкретный сегмент, разрабатывает конкретный продукт и комплекс маркетинговых воздействий.

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Сеть газораспределения – уникальный технологический комплекс, который включает в себя объекты распределения газа. Такая система обеспечивает непрерывную поставку газа от ГРП до потребителей. В нашей стране программа газификации субъектов РФ осуществляется ПАО «Газпром» с 2001 года. Именно данной компанией осуществляется разработка проектов по газификации определенной территории, строительство сетей газораспределения на выбранной территории, а также контроль над эксплуатацией данных сетей. Вероятность выхода на рынок новой самостоятельной организации, претендующей на место уже существующего звена в цепи газового снабжения, сводится к минимуму, так как получить доступ к магистральным газопроводам можно только после согласия Газпром газораспределения, основной задачей которого является полный контроль над газораспределительной системой.

Одним из составляющих системы газоснабжения является

					«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21		ДР	57	102
Консульт.						ТПУ гр 3-2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				

газораспределительный пункт (ГРП) и сама сеть газораспределения, которые и будет являться продуктом. Целевым рынком будут являться газовые компании, в нашей стране таковое ПАО «Газпром». Критериями сегментирования рынка будут являться развитость региона, в котором непосредственно проектируется сеть газопроводов с ГРПШ, и сам процесс проектирования, состоящий из расчета пропускной способности ГРПШ, подбора оборудования ГРПШ, моделирования сети и анализа работы (рисунок).

		Этапы работ при проектировании		
		Расчет пропускной способности ГРП	Подбор оборудования ГРП	Моделирование схема газораспределения и анализ работы ГРП
Развитость региона	С развитой системой газопроводов и подключенные к Единой системе газоснабжения			
	С местной системой газоснабжения			
	С автономной газификацией			

- крупные города
 - ПГТ

Рисунок 29 – Карта сегментирования рынка услуг по проектированию ГРПШ

В проектах по газификации крупных городов и поселков городского типа проектирование сетей газораспределения и установка ГРПШ занимает важное место. В зависимости от количества населения для каждого газорегуляторного пункта рассчитывается определенная пропускная

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						57

способность. На основе расчетов выбирается комплектация ГРПШ, а уже потом строится модель сети газораспределения с ГРПШ. При газификации удаленных небольших поселков используется автономная газификация (использование баллонов, газгольдеров), поэтому нет необходимости в разработке сети и установке ГРПШ.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, так как рынки пребывают в постоянном движении. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты (таблица).

Таблица 11 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бб	Кф	Кк1	Кб
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Срок службы	0,13	3	2	2	0,39	0,26	0,26
2. Ремонтпригодность	0,10	4	2	3	0,1	0,2	0,3
3. Надежность	0,12	3	3	3	0,36	0,36	0,36
4. Простота ремонта	0,1	3	2	1	0,3	0,2	0,1
5. Удобство эксплуатации	0,08	4	3	3	0,32	0,24	0,24
6. Уровень шума	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Конкурентоспособность	0,03	4	3	2	0,12	0,09	0,06
2. Уровень проникновения на рынок	0,08	4	2	3	0,32	0,16	0,24
3. Цена	0,1	3	3	3	0,3	0,3	0,3
4. Предлагаемый срок эксплуатации	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
5. Послепродажное обслуживание	0,06	4	3	3	0,24	0,18	0,18
6. Наличие финансирования поставщикам	0,02	2	3	2	0,04	0,06	0,04
Итого	1	43	33	32	3,51	2,66	2,69

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		58

Б_ф – собственный проект ГРПШ;

Б_{к1} – проект ГРПШ от завода «Газмашпром»;

Б_б – проект ГРПШ от производителя «Альфа Газ»

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (25)$$

где K - конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i - вес показателя (в долях единицы);

B_i - балл i-го показателя.

По таблице видно, что предлагаемый проект является наиболее конкурентоспособным, так как обладает рядом преимуществ, например, удобство в эксплуатации, минимальный уровень шума, что обеспечивает наиболее благоприятные условия для работы операторов в помещении ГРПШ.

6.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений, описанных в разделе 6.1.2

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.
- правовая защищенность и др.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		59

2) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (табл. 12).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 12 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)	
1	2	3	4	5	6	
Показатели оценки качества разработки						
1. Срок службы	0,13	3	100	0,03	0,0039	
2. Ремонтпригодность	0,1	4	100	0,04	0,004	
3. Надежность	0,12	3	100	0,03	0,0036	
4. Простота ремонта	0,1	3	100	0,03	0,003	
5. Удобство эксплуатации	0,08	4	100	0,04	0,0032	
6. Уровень шума	0,11	4	100	0,04	0,0044	
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 60

Окончание таблицы 12

Показатели оценки коммерческого потенциала разработки

1. Конкурентоспособность	0,03	4	100	0,04	0,0012
2. Уровень проникновения на рынок	0,08	4	100	0,04	0,0032
3. Цена	0,1	3	100	0,03	0,003
4. Предлагаемый срок эксплуатации	0,07	4	100	0,04	0,0028
5. Послепродажное обслуживание	0,06	4	100	0,04	0,0024
6. Наличие финансирования поставщикам	0,02	2	100	0,02	0,0004
Итого	1	43	1200	0,036	0,036

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (26)$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы)

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение $P_{\text{ср}}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $P_{\text{ср}}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам оценки качества и перспективности делается вывод об объемах инвестирования в текущую разработку и направлениях ее дальнейшего улучшения.

Технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенно снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		61

6.1.4 SWOT – анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться. На первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

1. Сильные стороны проекта:

Это те факторы, которые показывают отличительное преимущество и являются особенными с точки зрения конкуренции.

2. Слабые стороны проекта:

Это недостатки или ограниченность проекта, которые препятствуют продвижению его на рынке.

- Возможности:

Возможности предполагают ситуацию, тенденцию проекта, тем самым помогают проекту улучшить свою конкурентную позицию.

- Угрозы проекта:

Угрозы представляют собой нежелательную ситуацию, тенденцию, которая несет разрушительный характер для проекта.

Результаты первого этапа представлены в табличной форме (таблица).

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		62

Таблица 13– Матрица SWOT

Сильные стороны проекта	Слабые стороны проекта	Возможности	Угрозы
С1. Экономичность технологии.	Сл1. Трудность внедрения разработки.	В1. Повышение эффективности работы предприятия за счет модернизации.	У1. Отсутствие спроса на новые производства.
С2. Повышение безопасности производства.	Сл2. Отсутствие на предприятии собственного специалиста, способного произвести внедрение разработки.	В2. Сокращение расходов.	У2. Снижение бюджета на разработку.
С3. Уменьшение затрат на ремонт оборудования.		В3. Качественное обслуживание потребителей.	У3. Высокая конкуренция в данной отрасли.

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 14,15,16.

Таблица 14 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта				
		С1	С2	С3
Возможности проекта	В1	+	+	+
	В2	+	-	+
	В3	-	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта:

В1С1С2С3, В2С1С2.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		63

Таблица 15 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	V1	-	0
	V2	+	-
	V3	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта:

V1Сл1

Таблица 16 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		C1	C2	C3
	У1	-	0	-
	У2	+	-	+
	У3	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта:

У2С1С3, У3С1С2С3.

Таблица 17 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта			
Угрозы проекта		Сл1	Сл2
	У1	+	+
	У2	+	-
	У3	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и слабые стороны проекта: У1Сл1Сл2, У2Сл1, У3Сл1Сл2. В рамках третьего этапа составляем сводную итоговую матрицу SWOT- анализа (таблица 8)

Таблица 18 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны проекта: С1. Экономичность технологии. С2. Повышение безопасности производства. С3. Уменьшение затрат на ремонт оборудования.</p>	<p>Слабые стороны проекта: Сл1. Трудность внедрения разработки. Сл2. Отсутствие на предприятии собственного специалиста, способного произвести внедрение разработки.</p>
<p>Возможности: В1. Повышение эффективности работы предприятия за счет модернизации. В2. Сокращение расходов. В3. Качественное обслуживание потребителей.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Достижение повышения производительности оборудования ГРП. - Исключение поломок оборудования в результате сбоев в электроснабжении. - Своевременная поставка газа потребителям. 	<ul style="list-style-type: none"> - Поиск заинтересованных лиц. - Принятие на работу квалифицированных специалистов. - Переподготовка имеющихся специалистов.
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые производства. У2. Снижение бюджета на разработку. У3. Высокая конкуренция в данной отрасли.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Доработка проекта. - Сложность в реализации проекта 	<ul style="list-style-type: none"> - Приобретение необходимого оборудования опытного испытания. - Остановка проекта. - Проведение других проектов.

6.2 Планирование научно – исследовательских работ

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры,

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		65

техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследований	1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, исполнитель
	2	Выбор алгоритма исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Исполнитель
Разработка технического задания	4	Составление и утверждение тех. Задания	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Исполнитель
	6	Составление схем	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, исполнитель
Оформление отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, исполнитель

6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		66

путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5}, \quad (27)$$

где $t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы;

t_{mini} - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн..

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_r , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (28)$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, раб.дн.;

$ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты расчетов будут представлены ниже в таблице 18

6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		67

датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K_{\text{кал}}, \quad (29)$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

$K_{\text{кал}}$ - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (30)$$

где $T_{\text{кал}}$ - количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ - количество праздничных дней в году.

Тогда коэффициент календарности равен:

$$K_{\text{кал}} = \frac{365}{365-66} = 1,22 \quad K_{\text{кал}} = \frac{365}{365-118} = 1,47$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе округляем до целого числа. Все рассчитанные значения сведены в таблице 20.

Таблица 20 – Временные показатели проведения научного исследования

Наименование работ	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ, раб.дн., T_{pi}	Длительность работ в кал.дн., T_{ki}
	t_{min} , Чел-дни	t_{max} , Чел-дни	$t_{\text{ож}}$, Чел-дни			
Календарное планирование раб.	3	6	4,2	Руководитель, Исполнитель	2	3
Составление и утверждение тех. заданий	1	3	1,8	Руководитель	2	3

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		68

Окончание таблицы 20

Подбор и изучения материалов по теме	10	15	12	Исполнитель	12	16
Согласование материалов по теме	5	8	6,2	Руководитель	6	8
Проведение теор-х расчетов и обоснование	6	18	10	Исполнитель	10	13
Проектирование сети газораспределения	3	12	6,6	Исполнитель	7	9
Оценка результатов исследования	3	5	3,8	Руководитель, исполнитель	2	3
Составления пояснительной записки	3	5	3,8	Руководитель, исполнитель	6	8

По результатам таблицы 20 строим план - график, представленный в таблице 21.

№	Вид работ	Исполнители	Длительность работ в кал.дн., Т _{кi}	Продолжительность выполнения работ													
				Февраль			Март			Апрель			Май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Календарное планирование работ	Руководитель, Исполнитель	3	■													
2	Составления и утверждение тех. задания	Руководитель	3	■	■	■											
3	Подбор и изучения материалов по теме	Исполнитель	16														

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		69

Окончание таблицы 21

4	Согласование материалов по теме	Руководитель	8																
5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Исполнитель	13																
6	Проектирование сети газораспределения и ГРПШ	Исполнитель	9																
7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Исполнитель	3																
8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Исполнитель	8																
		Руководитель																	
																			Исполнитель

6.3 Бюджет научно – технического исследования (НТИ)**6.3.1 Расчет затрат на специальное оборудование**

Материальные затраты включают затраты для моделирования опытного образца. Для газификации небольшого поселка с длиной газораспределительной сети, равной 914,3 м, и с расчетом, что стоимость стальных труб за тонну составляет 87000 рублей, вычисляем стоимость газораспределительной сети $S1 = 87000 \text{ руб.} \cdot \blacksquare \text{ т.} = 367493,74 \text{ рублей}$. Также все необходимое спецоборудование для ГРПШ и затраты на его приобретение представлены в таблице 21.

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

Таблица 22 – Смета затрат на реализацию проекта

Оборудование	Количество, шт.	Цена за шт., руб.
Комплект труб	1	367493,74
Регулятор давления РДНК-400М	2	75541,00
Предохранительный сбросной клапан ПСК-25Н	1	11528,00
Предохранительный запорный клапан ПЗК-50В	1	25442,00
Фильтр сетчатый Ду50	1	16136,00
Иное оборудование		307000,00
Итого		803140,74 (при исполнении 1) 915580,44 (при исполнении 2) 963768,88 (при исполнении 3)

6.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В данную статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, а также рабочих опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется на основе трудоемкости выполняемых работ и действующей системы тарифных ставок и окладов. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы представлен в таблице 23.

Таблица 23 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Трудоемкость, чел.-дн.			Зарплата, приходящаяся на один чел.- раб.дн., руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	20	24	28	2890	2890	2890	53800	69360	80920
Исполнитель	37	43	39	1126	1126	1126	41662	48418	43914
Итого							99460	117770	136090

Настоящая статья включает основную заработную плату работников,

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

непосредственно занятых выполнением научно-технического исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{п} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (31)$$

где $Z_{осн}$ - основная заработная плата;

$Z_{доп}$ - дополнительная заработная плата (12-20 % от основной заработной платы).

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = T_{р} \cdot Z_{дн}, \quad (32)$$

где $T_{р}$ - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$Z_{дн}$ - среднедневная заработная плата работника, руб..

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{F_{д}} = \frac{51413 \cdot 10,4}{175} = \blacksquare \text{ руб.} \quad (33)$$

где $Z_{м}$ - месячный должностной оклад работника, руб.;

M - количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн..

Таблица 24 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней (выходные, праздники)	66	118
Потери рабочего времени (отпуск, не выходные по болезни)	56	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	243	175

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 23264 \cdot (1 + 0,3 + 0,4) \cdot 1,3 = 51413,0 \quad (34)$$

где Z_{tc} - заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ - премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{tc});

k_d - коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 - 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от Z_{tc});

k_p - районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата Z_{tc} находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. За основу оклада берется ставка работника ТПУ, согласно занимаемой должности. Из таблицы окладов для доцента (степень – кандидат наук) – 23264 руб., для ассистента (степень отсутствует) – 14584 руб.

Таблица 25 – Расчет основной заработной платы для исполнения 1

Исполнители	Z_{tc} , тыс.руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, тыс.руб.
Руководитель	23264	0.3	0.4	1.3	51413	2890	20	53,8
Исполнитель	14584	0	0	1.3	18959	1126	37	41,66
Итого								99,46

Таблица 26 – Расчет основной заработной платы для исполнения 2

Исполнители	Z_{tc} , тыс.руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, тыс.руб.
Руководитель	23264	0.3	0.4	1.3	51413	2890	24	69,36
Исполнитель	14584	0	0	1.3	18959	1126	43	48,41
Итого								117,77

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

Таблица 27 – Расчет основной заработной платы для исполнения 3

Исполнители	З _{те} , тыс.руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб	З _{дн} , руб.	Т _р , раб.дн.	З _{осн} , тыс.руб.
Руководитель	23264	0.3	0.4	1.3	51413	2890	28	80,92
Исполнитель	14584	0	0	1.3	18959	1126	49	55,17
Итого								136,09

6.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.). Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп1}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 53800 = 6994 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{доп2}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 41660 = 5416 \text{ руб.}, \quad (35)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Для исполнения 2 расчет дополнительной заработной платы составит:

$$Z_{\text{доп1}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 69360 = 9016,8 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{доп2}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 41660 = 5416 \text{ руб.}$$

Для исполнения 3 расчет дополнительной заработной платы составит:

$$Z_{\text{доп1}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 80920 = 10519,6 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{доп2}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 41660 = 5416 \text{ руб.}$$

6.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и

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

медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.
 Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб (рук.)}} = K_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (53800 + 6994) = 18360 \text{ руб.} \quad (36)$$

$$Z_{\text{внеб (исп.)}} = K_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (41660 + 5416) = 14217 \text{ руб.}$$

где $K_{\text{внеб}}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На основании закона № 212-ФЗ определим величину страховых взносов.

Таблица 28 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	53800	69360	80920	6994	9016,8	10519,6
Исполнитель проекта	41660	48410	55170	5416	5416	5416
Коэф. отчислений во внебюджетные фонды	0,302					
Итого:						
Исполнение 1	Исполнение 2		Исполнение 3			
32577	39925,25		45911,73			

Также существуют накладные расходы, которые учитывают прочие затраты организации, например, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые расходы, затраты на приобретение бумаги и другой канцелярии.

6.3.5 Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 29

Таблица 29 – Расчет бюджета затрат НИИ

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		75

Наименование статьи	Сумма, руб. (исполнение 1)	Сумма, руб. (исполнение 2)	Сумма, руб. (исполнение 3)	Примечание
Материальные затраты	803140,74	915580,44	963768,88	-
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	99460	117770	136090	-
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12410	14432,8	15935,6	-
Отчисления во внебюджетные фонды	32577	39925,25	45911,73	-
Накладные расходы	20000	20000	20000	-
Бюджет затрат НИ	967587,74	1107708,49	1181706,21	-

Добавлено примечание (m1): Посчитайте как 16% от суммы предыдущих расходов и соответственно сумму бюджета

6.4 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (37)$$

где Φ_{ri} - стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} - максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для варианта исполнения 1 имеем:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}1} = \frac{967587,74}{963768,88} = 1,00$$

Для варианта исполнения 2 имеем:

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		76

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{1107708,49}{963768,88} = 1,15$$

Для варианта исполнения 3 имеем:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{1181706,21}{963768,88} = 1,23$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля). Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (38)$$

где a_i - весовой коэффициент разработки;

b_i - балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя представлен в таблице 30.

Критерии	Весовой коэф.	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3
Безопасность	0,1	5	4	4
Удобство в эксплуатации	0,15	4	4	5
Срок службы	0,15	5	3	3
Ремонтопригодность	0,15	4	3	4
Надежность	0,25	4	4	3
Материалоемкость	0,15	5	4	3
Итого	1	4,2	3,5	3,25

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_{\text{рисп1}} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,2$$

Аналогично рассчитываем показатель для 2-го и 3-его исполнения.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		77

$(I_{испi})$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{испi} = \frac{I_{риспi}}{I_{финр}}, \quad (39)$$

$$I_{исп1} = 5,07;$$

$$I_{исп2} = 3,7;$$

$$I_{исп3} = 3,25;$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{срi}$):

$$\mathcal{E}_{срi} = \frac{I_{испi}}{I_{испmin}}, \quad (40)$$

$$\mathcal{E}_{ср1} = 1,56;$$

$$\mathcal{E}_{ср2} = 1,13;$$

$$\mathcal{E}_{ср3} = 1.$$

Таблица 31 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1,00	1,15	1,23
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,2	3,5	3,25
3	Интегральный показатель эффективности	5,07	3,7	3,25
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,56	1,13	1

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта.

Заключение по разделу

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, освоена технология QuaD, был произведен SWOT-анализ. Также был посчитан бюджет НИИ,

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 78
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

основная часть которого приходится на материальные затраты, связанные с оплатой труда руководителя и исполнителя. Все, вышеперечисленные технико-экономические показатели проекта, позволяют сделать вывод о том, что данная проектная разработка экономически выгодна.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		79

Форма задания для раздела «Социальная ответственность»

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
3-2Б6А		Кокоулин Андрей Александрович	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

Тема ВКР:

Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p><u>Объектом исследования является:</u> Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области Область применения: Обеспечение условий эффективной эксплуатации систем газораспределения и газоснабжения для обеспечения природным газом территориальных объектов <u>Предмет исследования:</u> линии газопровода низкого давления, подземной прокладки, основным рабочем местом при производстве работ являются полевые условия</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Привести основные характерные правовые нормы трудового законодательства при эксплуатации ГРПШ и подземного газопровода низкого давления, требования специальной оценки и компенсации за вредные условия труда. <u>Определить организацию безопасного и эффективного ведения работ</u></p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p><u>Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Отклонения показателей климата на открытом воздухе; – Образование паров вредных веществ в рабочей зоне; – Недостаточная освещенность. <p><u>Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте – Электрический ток; – Пожаровзрывоопасность;

3. Экологическая безопасность:	Выполнить анализ и предложить мероприятия по уменьшению воздействия выполняемых работах на: <ul style="list-style-type: none"> - атмосферу, - гидросферу - литосферу 			
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Определить возможные ЧС и возможные причины их возникновения. Предложить основные мероприятия по уменьшению возникновения ЧС. Определить меры и порядок действия аварийно-дежурного персонала при ЧС			
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику				
Задание выдал консультант:				
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милый Всеволодович	-		05.02.2021
Задание принял к исполнению студент:				
Группа	ФИО	Подпись	Дата	
3-2Б6А	Кокоулин Андрей Александрович		05.02.2021	

7 Социальная ответственность.

Целью данной ВКР является рассмотрение основных составляющих сети газораспределения и определение способов повышения эффективности эксплуатации газораспределительных сетей. Исследовательская часть работы представляет газодинамический расчет тупиковой сети низкого давления, расчет газопровода низкого давления на прочность, а также расчет объема технологических потерь природного газа при аварии вследствие повреждения газопровода.

Объектом исследования в данном разделе является газораспределительная сеть, которая является одним из элементов Единой системы газоснабжения. При эксплуатации газораспределительных сетей (СГР) необходимо помнить, что СГР относится к взрывоопасным объектам в соответствии с ФЗ №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». В связи с этим, к СГР применяются особые требования промышленной безопасности, в результате которых обеспечивается снижение или полное исключение вреда на организм человека и окружающую среду.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

Режим рабочего времени и времени отдыха работников устанавливается в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права. Конкретная продолжительность ежедневной работы (смены) определяется с учетом характера и специфики производства, а также условий труда.

Сети газораспределения могут обслуживаться как постоянным, так и

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»		
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21	ДР	83	102
Консульт.					Социальная ответственность		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21			
					ТПУ гр 3-2Б6А		

вахтовым методом. Продолжительность работы при 5-ти дневной рабочей неделе составляет 8 часов в сутки.

Продолжительность рабочего времени при вахтовом методе работы составляет 12 часов в сутки. Для женщин и мужчин, работающих в районах Томской области, при работе вахтовым методом, устанавливается пониженная норма часов в год: 1728 часов в год для женщин, 1920 часов для мужчин (из расчета 36-часовой и 40-часовой рабочей недели соответственно).

В течение рабочего дня (смены) сотрудникам предоставляется перерыв для отдыха и питания не более двух часов и не менее 30 минут.

Всем сотрудникам предоставляются ежегодные оплачиваемые отпуска продолжительностью 28 календарных дней с сохранением места работы (должности) и среднего заработка.

Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере (ТК РФ Статья 147. Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда).

При расчете оплаты труда в районах Томской области учитываются районные коэффициенты и процентные надбавки к заработной плате. Работникам ПАО «Газпром газораспределения Томск» районный коэффициент к заработной плате устанавливается в следующих размерах:

– на объектах, расположенных в Томской области – 1,3;

Работникам, работающим в районах Томской области, выплачивается процентная надбавка к заработной плате за стаж работы в указанных районах (предельный размер процентной надбавки к заработной плате – 60%).

Каждый час работы в ночное время оплачивается в повышенном размере по сравнению с работой в нормальных условиях.

Всем сотрудникам компании предоставляются следующие льготы и компенсации:

						Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата			83

1. ежегодная компенсация стоимости выделенных санаторно-курортных, туристических и других путевок (не более одного раза в год);
2. доплата сверх размера пособия по временной нетрудоспособности;
3. выплата единовременного пособия работникам, увольняющимся по любым основаниям (кроме увольнения за виновные действия) по достижении возраста, дающего право на пенсию по старости.

При обслуживании СГР оператор выполняет свои трудовые обязанности как сидя, так и стоя.

Сидячее рабочее место оператора состоит из рабочего стола, рабочего стула или кресла, а также может быть оборудовано компьютером и средствами связи.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы (ГОСТ 12.2. 032-78). Рабочее место с дисплеем должно обеспечивать оператору возможность удобного выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки костно-мышечной системы.

При работе стоя организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела, работающего или наклон его вперед не более чем на 15° (ГОСТ 12.2.033- 78).

7.2 Производственная безопасность:

Факторы, которые могут воздействовать на организм человека, подразделяют на опасные и вредные.

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ОПФ и ВПФ подразделяются на физические, биологические, химические и психофизиологические. В таблице

Изм. Лист № докум. Подпись Дата Лист 91 Социальная ответственность 29

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		84

представлены основные вредные и опасные производственные факторы при обслуживании и эксплуатации СГР.

Таблица 32 – Опасные и вредные производственные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Проектирование	Строительство	Эксплуатация	
Опасные производственные факторы				
Повышенный уровень шума	-	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ [31]
Электрический ток	-	+	+	ГОСТ 12.1.045-84 [32] ГОСТ 12.1.002-84 [33] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [34]
Пожаровзрывоопасность	-	-	+	ГОСТ 12.1.004-91 [35] ГОСТ 12.1.010-76 [36]
Вредные производственные факторы				
Отклонение показателей климата на открытом воздухе	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 [37]
Образование паров вредных веществ в рабочей зоне	-	-	+	ГН 2.2.5.3532-18 [38]
Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	+	+	СП 52.13330.2016 [39] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [40]

7.2.1 Анализ вредных факторов

Отклонение показателей климата на открытом воздухе

Отклонение показателей климата на открытом воздухе Согласно ГОСТ 12.1.005-88 под микроклиматом производственных помещений понимается метеорологические условия внутри помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Высокая температура способствует ускоренному утомлению работника, может стать причиной перегрева, теплового удара. Низкая температура может также негативно влиять на организм человека, она может вызвать охлаждение организма, простудное заболевание или даже обморожение. Подвижность воздуха увеличивает теплоотдачу организма, она имеет положительное

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

значение при высоких температурах и отрицательное – при низких. Низкая влажность может стать причиной пересыхания слизистых оболочек дыхательных путей.

При проведении работ на открытом воздухе правила безопасности предусматривают мероприятия по защите персонала от неблагоприятных климатических условий: оснащение специальной одеждой и обувью (СИЗ); обустройство рабочего места навесами, тентом, козырьками; оборудование специальных помещений, целью которых является обогрев рабочих в зимнее время и отдых от жары в летнее.

Образование паров вредных веществ в рабочей зоне

Опасность и вредность работы на СГР обусловлена составом природного газа, протекающего по трубам.

Углеводороды, входящие в состав природного газа, образуют с воздухом воспламеняющиеся и взрывоопасные смеси, а повышенная концентрация углеводородов в рабочей зоне создают санитарно-токсикологическую опасность для здоровья обслуживающего персонала. Согласно ГН 2.2.5.3532-18 ПДК газа природного (метан CH_4 99%) в воздухе рабочей зоне производственных помещений равна 7000 мг/м^3 . При концентрациях выше ПДК газ вызывает раздражение слизистых оболочек глаза, отравление, асфиксию и потерю сознания.

Для работы с вредными условиями труда, связанными с агрессивными средами, загрязнениями, повышенными температурами, влажностью, рабочим в соответствии с ГОСТ 12.4.034-2001 выдается спец. одежда, спец. обувь, СИЗ органов дыхания: фильтрующие и изолирующие, например, респираторы, противогазы различных марок в зависимости от места работ (в закрытых помещениях, колодцах используются противогазы изолирующего типа ПШ-1, ПШ-2) и другие средства индивидуальной защиты.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

						Лист
					Социальная ответственность	
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		86

Согласно ГОСТ 12.0.003. -86 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать ослепленность или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Освещенность-важнейший параметр на рабочем месте фрезеровщика, обеспечивающий комфортные условия, повышенную эффективность и безопасность труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

В зависимости от назначения помещения, а также вида зрительных работ нормируются такие показатели освещенности, как естественное освещение или искусственное освещение. Естественное освещение обусловлено прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняется в зависимости от географической широты, времени суток, степени облачности, прозрачности атмосферы. Ограниченная прозрачность остекления светопроемов, их затеняемость, а зачастую и несоответствие их размеров площади и глубине помещений, вызывают повышенный дефицит естественного света в помещениях. Недостаток естественного света восполняется искусственным освещением.

В соответствии со СНиП 23-05-95 (табл.5.5) освещение должно обеспечить: санитарные нормы освещенности на рабочих местах, равномерную яркость в поле зрения, отсутствие резких теней и блескости, постоянство освещенности по времени и правильность направления светового потока. Освещенность на рабочих местах и в производственных помещениях должна контролироваться не реже одного раза в год.

7.2.2 Анализ опасных факторов

Повышенный уровень шума

Основным источником шума при эксплуатации и обслуживании оборудования СГР являются трубопроводы, вентиляторы, запорная и

						Лист
					Социальная ответственность	
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		87

регулирующая арматура.

Шум на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работников: снижается их внимание, увеличивается расход энергии при одних и тех же физических нагрузках, поэтому снижается производительность труда и качество выполняемой работы.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. В соответствии с ГОСТ 12.1.003 – 2014 [31] допустимый уровень шума составляет 80 дБ. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления свыше 135 дБ.

С целью защиты органов слуха и нервной системы, в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80, применять следующие средства: противошумные наушники, вкладыши, шлемы, каски и костюмы. На предприятиях должен быть обеспечен контроль уровней шума на рабочих местах не реже чем один раз в год.

Электробезопасность

Источником поражения током является: электрические провода, вспомогательное оборудование работающие от электричества.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие, включая термическое, электролитическое и биологическое. Опасное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде электротравм (ожоги, металлизация кожи, механические повреждения), электрического удара и профессиональных заболеваний

В электрической цепи значение параметра напряжения должно удовлетворять ГОСТ 12.1.019 – 2009 [34] и быть в свою очередь не более 50 мА

Электрооборудование в помещениях предприятия должно отвечать требованиям правил устройства электроустановок. Все контрольно-измерительные приборы и щиты управления должны быть заземлены

						Лист
					Социальная ответственность	
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		88

независимо от применяемого напряжения согласно ГОСТ 12.4.124-83 [45].
Оборудование и контрольно-измерительные приборы, системы сигнализации и блокировки должны иметь надписи с указанием определяемых параметров и их предельных значений.

Средства индивидуальной защиты тела, рук и ног должны быть антиэлектростатическими в соответствии с ГОСТ 12.4.124-83.

Предусмотреть молниезащиту сооружений в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».

Основные непосредственные причины электротравматизма относят:

- использование электроустановок, не принятых в эксплуатацию;
- несвоевременная замена неисправного или устаревшего оборудования;
- несоблюдение технических мероприятий безопасности при эксплуатации электроустановок (ошибки при отключении электроустановки);
- ошибочная подача напряжения на электроустановку, где работают люди, отсутствие ограждений, предупредительных плакатов у места работы;
- допуск к работе на токоведущих частях без проверки напряжения на них;
- нарушение порядка наложения, снятия и учета переносных заземлений и др.

К организационным причинам электротравм относятся несоблюдение или неправильное выполнение следующих мероприятий безопасности:

- невыполнение или неправильное выполнение организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность производства работ;
- неправильное оформление работы;

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		89

несоответствие работы заданию,
нарушение порядка допуска бригады к работе;
некачественный надзор во время работы и др.

К организационно-социальным причинам электротравм относятся:

допуск к работе лиц, имеющих медицинские противопоказания;
допуск к работе в электроустановках лиц моложе 18 лет;
привлечение к работе лиц, не оформленных приказом о приеме на работу в организацию;
несоответствие выполняемой работы специальности;
недостаточная обученность персонала:
выполнение работы в сверхурочное время;
нарушение трудовой дисциплины,
игнорирование правил безопасности квалифицированным персоналом и др.

Основными техническими средствами защиты человека от поражения электрическим током, используемыми отдельно или в сочетании друг с другом, являются (ПУЭ):

защитное заземление,
защитное зануление, защитное отключение,
электрическое разделение сети,
малое напряжение,
электрозащитные средства,
уравнивание потенциалов.

Пожарвзрывобезопасность

Пожарная опасность СГР, как правило, составляют трубопроводы, работающие под давлением.

Также основными источниками опасности могут являться: оборудование, работающее под высоким давлением; большое число фланцевых

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		90

соединений, сварных стыков - наиболее вероятных мест утечек взрывопожароопасных продуктов; необходимость проведения газоопасных работ; обслуживание оборудования в ночное время и при неблагоприятных метеорологических условиях.

Причины пожаровзрывоопасности

Основными причинами пожара являются: неисправности в электрических сетях, нарушение технологического режима и мер пожарной безопасности (курение, разведение открытого огня, применение неисправного оборудования и т.п.).

В число предупредительных мероприятий могут быть включены мероприятия, направленные на устранение причин, которые могут вызвать пожар (взрыв), на ограничение (локализацию) распространения пожаров, создание условий для эвакуации людей и имущества при пожаре, своевременное обнаружение пожара и оповещение о нем, тушение пожара, поддержание сил ликвидации пожаров в постоянной готовности. Соблюдение технологических режимов производства, содержание оборудования, особенно энергетических сетей, в исправном состоянии позволяет, в большинстве случаев, исключить причину возгорания. Своевременное обнаружение пожара может достигаться оснащением производственных и бытовых помещений системами автоматической пожарной сигнализации или, в отдельных случаях, с помощью организационных мер. Первоначальное тушение пожара (до прибытия вызванных сил) успешно проводится на тех объектах, которые оснащены автоматическими установками тушения пожара.

Первичные средства пожаротушения – это устройства, инструменты и материалы, предназначенные для локализации и (или) ликвидации загорания на начальной стадии (огнетушители, внутренний пожарный кран, вода, песок, кошма, асбестовое полотно, ведро, лопата, багор, топор и др.)

На всех технологических объектах газораспределительных сетей

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		91

должны быть установлены датчики системы пожарной сигнализации о наличии вредных веществ или признаков пожара, которые автоматически включают вытяжные вентиляторы и выдают световые и звуковые сигналы.

7.3 Экологическая безопасность

Деятельность любого промышленного предприятия в той или иной степени представляет опасность как для его работников, так и для окружающей природной среды. Именно поэтому, для обеспечения безопасности граждан и окружающей среды, государство законодательно регулирует деятельность промышленных предприятий.

Анализ воздействия на атмосферу (выбросы)

В период эксплуатации СГР источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются различные вентиляционные трубы технологических установок и агрегатов, свечи и другое.

Мероприятия по защите атмосферы включают в себя проверку оборудования на прочность и герметичность; соблюдение согласованных технологических режимов работы оборудования, своевременную замену уплотнений оборудования и запорной арматуры, использование системы контроля загазованности.

Охрана приземного слоя атмосферы от загрязнения вредными выбросами также обеспечивается высотой свечи и дымовых труб, при которой происходит их рассеивание в верхних слоях атмосферы.

Анализ воздействия на гидросферу (стоки)

Основным источником загрязнения гидросферы являются сточные воды от бытовых помещений СГР. Для защиты гидросферы следует соблюдать определенные требования и прибегать к превентивным мерам:

1. Исключение появления источников утечки вредных веществ (соблюдение правил эксплуатации, противокоррозионная защита, своевременная замена уплотнений оборудования и запорной арматуры).

						Лист
						92
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Социальная ответственность	

2. Своевременная уборка отходов в специально отведенные места с дальнейшей транспортировкой до мест переработки.

Анализ воздействия на литосферу (отходы)

Всевозможные твердые бытовые и строительные отходы (ТБО и ТСО), образующиеся при строительстве и эксплуатации СГР, подлежат селективному сбору, временному хранению на специально отведенных площадках в соответствии с проектом нормативов образования и лимитов размещения отходов и передаче на утилизацию специализированным организациям в соответствии с заключенными договорами.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации возникают на производстве в результате различных аварий. Как правило, они сопровождаются разрушениями оборудования и других материальных ценностей, человеческими травмами и жертвами, а также пагубно влияют на природу.

Классификация чрезвычайных ситуаций

- природного;
- техногенного;
- экологического;
- биолого-социального характера.

Для газовой промышленности характерны следующие производственные аварии: пожары; взрывы; аварийные выбросы газа и токсичных технологических реагентов.

К наиболее распространенным аварийным ситуациям можно отнести: резкое повышение эксплуатационного давления трубопровода; полное отключение электроэнергии; прорыв газа. При резком повышении эксплуатационного давления газопровода срабатывает предохранительный запорный клапан (ПЗК), который прекращает подачу газа. Подача газа по данной линии возможна при устранении неполадок.

						Лист
					Социальная ответственность	
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		93

На случай полного отключения электроэнергии возможен перевод на аварийное электроснабжение установок, который производится автоматически либо вручную.

Аварийная остановка распределения газа по распределительным сетям при утечке/ порыве газа производится в следующей последовательности: остановка технологической нитки; сброс давления с участка, на котором произошел прорыв газа; вызов пожарной команды; устранение дефекта.

Пример чрезвычайной ситуации – взрыв бытового газа.

Причиной таких взрывов может являться либо неисправность газовой сети установки, либо нарушение техники безопасности эксплуатации бытового газа.

План действий в результате возникшей ЧС:

1. Оповещение диспетчера о возникновении аварийной ситуации и вызов аварийных служб;
2. Перекрытие запорной арматуры с целью отключения подачи газа в здание;
3. Взаимодействие и решение вопросов с ответственным лицом органа МЧС России по эвакуации граждан (при необходимости) из опасной зоны;
4. Оказание первой помощи пострадавшим;
5. Работы по тушению очагов пожара;
6. Проведение работ по демонтажу участка сети газопотребления, находящегося в зоне взрыва;
7. Выполнение работ по ликвидации последствий аварии;
8. Производство аварийно-восстановительных работ;
9. Восстановление подачи газа и проверка на герметичность.

В качестве мер предупреждения возникновения данной чрезвычайной ситуации можно выделить периодическую проверку работоспособности измерительной аппаратуры (в частности газоанализаторов), систем оповещения

						Лист
						94
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Социальная ответственность	

об аварийной ситуации; периодическую проверку герметичности газопроводов, газоиспользующего оборудования и своевременное определение, и устранение утечек газа.

Условия работы по обслуживанию сетей газораспределения в Томской области неблагоприятны для человека, поэтому создана нормативно-правовая база, обеспечивающая социальную защищенность работников.

Помимо неблагоприятных условий труда существуют опасные и вредные производственные факторы, которые оказывают влияние на здоровье и трудоспособность работников.

Заключение по разделу

Сети газораспределения, работающие при давлении равным 0,005 МПа, являются опасным производственным объектом, деятельность которого может нанести ущерб окружающей среде. Надёжность и безопасность эксплуатации газораспределительных сетей должны обеспечиваться:

1. Периодическим контролем состояния технологического оборудования и систем;
2. Поддержанием их в исправном состоянии за счёт своевременного выполнения ремонтно-профилактических работ;
3. Своевременной модернизацией и реновацией морально и физически изношенных оборудования и систем;
4. Соблюдением требований к зоне минимальных расстояний до населённых пунктов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений;
5. Своевременным предупреждением и ликвидацией отказов

						Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Социальная ответственность	95

Заключение

В выпускной квалификационной работе:

– выполнен аналитический обзор нормативно-технической документации по проектированию и эксплуатации сетей газораспределения, на основе которого определены основные объекты, входящие в состав СГР;

– современные технологии направлены на обеспечение бесперебойной поставки газа конечному потребителю и обеспечения безопасной эксплуатации опасного промышленного объекта согласно требованиям Ф.З. и регламентов газотранспортной организации;

– получено, что прочностные параметры выбранного участка газопровода низкого давления соответствует следующим условиям:

$\sigma_{прF} \leq 0,4 \cdot MRS$ - продольное фибровое напряжение

$\sigma_{прNS} \leq 0,5 \cdot MRS$ - продольное осевое напряжение

$\sigma_{прS} \leq 0,9 \cdot MRS$ - силового и деформационного нагружений;

– показано, что объем гидравлических потерь тупиковой газораспределительной сети низкого давления составляет – 4,64 Па/м;

– рассчитано, что падение давление в газораспределительных сетях низкого давления от 0,5 до 1 Па/м, способствует увеличению объемов гидравлических потерь на 5 %, и способствует большему объему энергопотребления систем газоснабжения;

– показано, что качество управления процессами по сокращению технических потерь природного газа зависит не только от структуры сетей газоснабжения, но и от времени реагирования и принятия технического решения в момент установления факта обнаружения утечки.

					«Особенности эксплуатации газораспределительных сетей низкого давления на территории Томской области»			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кокоулин А.А.		10.06.21	Заключение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		10.06.21		ДР	97	102
Консульт.						ТПУ гр 3-2Б6А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		10.06.21				

Список использованных источников

1. Демчук В. Ю., Доронин М. С. Газораспределительные системы: возможности повышения энергетической эффективности. // Инженерные системы. АВОК – Северо-Запад. – 2015. – Вып. № 2. – С. 60-64.
2. Тухбатуллин Ф.Г., Семейченков Д.С. Сокращение потерь природного газа в системе газораспределения за счет применения балансовых карт. // Территория «НЕФТЕГАЗ». – 2018. – № 1-2. – С. 12-20.
3. А. Л. Шурайц, М. С. Недлин, Д. А. Коробченко. Концепция проектной минимизации разбаланса природного газа в сетях газоснабжения населенных пунктов. // Инновационная деятельность. – 2018. – № 4. – С. 50- 61.
4. Постановление N 870 Правительства Российской Федерации от 29 октября 2010 года.
5. СТО Газпром РД 2.5-141-2005 Газораспределение. Термины и определения.
6. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
7. Колибаба О.Б., Никишов В.Ф., Ометова М.Ю. Основы проектирования и эксплуатации систем газораспределения и газопотребления: Учебное пособие. – 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 204 с.: ил. – (Учебник для вузов. Специальная литература).
8. Шибeko А.С. Газоснабжение: учебное пособие / А.С. Шибeko. – СанктПетербург: Лань, 2019. – 520 с. – (Учебник для вузов. Специальная литература). – Текст: непосредственный.
9. Недлин М.С., Вольнов Ю.Н., Хомутов А.О., Коробченко Д.А. Классификация объектов сетей газораспределения (СГР). // КАНТ. – 2011. – С. 108-110.
10. СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы.
11. ГОСТ Р 55474-2013 Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 2. Стальные газопроводы.

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		97

12. ГОСТ Р 56019-2014 Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа. Функциональные требования.

13. ГОСТ Р 53865-2019 Системы газораспределительные. Термины и определения.

14. ГОСТ 24856-2014 Арматура трубопроводная. Термины и определения.

15. Рогачев А.Г., Рыбкин Д.Е. Применяемые технологии, материалы и оборудование - факторы влияния на снижения объем потерь природного газа. // Газовая промышленность. – 2018. – Вып. №2. – С. 44-51.

16. ГОСТ 54983-2012 Системы газораспределительные. Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация.

17. Крымский В.Г., Жалбеков И.М., Имильбаев Р.Р., Юнусов А.Р. Автоматизация управлениями технологическими процессами в газораспределительных сетях: проблемы, тенденции и перспективы. // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – Вып. № 2. – С. 70-79.

18. Карев В.Н. Объекты сервиса нефтегазовой отрасли. Газораспределение: учебное пособие / В.Н. Карев, А.Б. Голованчиков, С.М. Леденев, В.Н. Кривко, А.Н. Сидоров, А.В. Рыбалкин; ВолгГТУ. – Волгоград, 2015. – 246 с.

19. Власичев В.Г. Газораспределение: итоги и перспективы. // Газ России. – 2014. – Вып. 4. – С. 8-11.

20. Колобов Д.С., Рыбкин Д.Е. Поиск утечек газа на сетях газораспределения, основанные на новых принципах. // Газовая промышленность. – 2019. – Вып. № 3. – С. 64-67.

21. Аралов Е.С., Тульская С.Г., Скляров К.А., Бугаевский П.О. Анализ статистических данных по аварийности в системах газоснабжения. // Градостроительство, инфраструктура, коммуникации. – 2019. – Вып. № 1. – С.

						Лист
					Список использованных источников	98
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

9-14.

22. Чиликин А.Ю. Анализ риска возникновения аварий на газораспределительных сетях. // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоэнергосбережения. – 2019. – Вып. № 1. – С. 217-222.

23. Вишнякова П.В., Ефрмова Т.В. Анализ основных причин замены ПРГ при реконструкции сетей газораспределения. / Актуальные вопросы в науке и практике. – 2018. – С. 108-114.

24. СТО Газпром газораспределение 2.8-2013 Проектирование, строительство и эксплуатация объектов газораспределения и газопотребления. Методика расчета эффективности энергосберегающих и инновационных мероприятий при разработке и реализации программ ОАО Газпром газораспределение.

25. СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.

26. Саликов А.Р. Технологические потери природного газа при транспортировке по газопроводам: магистральные газопроводы, наружные газопроводы, внутридомовые газопроводы / А.Р. Саликов – М: «ИнфаИнженерия», 2015. – 112 с.: [б.и.].

27. Федеральный закон. О промышленной безопасности опасных производственных объектов от 21.07.1997. №116–ФЗ.

28. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018).

29. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

30. ГОСТ 12.2.033-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

31. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		99

32. ГОСТ 12.1.045-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
33. ГОСТ 12.1.002-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
34. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
35. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.
36. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования.
37. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
38. ГН 2.2.5.3532-18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
39. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
40. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
41. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
42. ГОСТ 12.4.034-2001 (ЕН 133-90). ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка.
43. Амелькович Ю.А. Безопасность жизнедеятельности – Томск, 2010. – 236 с.
44. ГОСТ 12.1.029-80. Средства и методы защиты от шума. Классификация.

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		100

45. ГОСТ 12.4.124-83. ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.

46. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (Техносферная безопасность): Учебник. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 682 с.

						Лист
						101
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Список использованных источников	