

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

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

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

Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Оптимизация методов, исключаящих аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом»

УДК 621.646.98-026.652:622.691.4.053

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Дубровный А. С.		04.06.2018

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Брусник О. В.	к. п. н., доцент		04.06.2018

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОСГН	Макашева Ю. С.			02.04.2018

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОКД	Абраменко Н. С.			11.04.2018

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О. В.	к. п. н., доцент		04.06.2018

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
<i>Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»</i>		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).</i>
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазового промышленного оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</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 магистральных газопроводов".</i>
P10	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>
P11	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>

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

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

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

Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР

_____ Брусник О.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Дубровному Александру Сергеевичу

Тема работы:

«Оптимизация методов, исключая аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой
обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 1626/с от 12.03.2018 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

21.06.2018 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

Объектом исследования является стояк отбора импульсного газа DN 50 PN 9,8 Мпа на крановых узлах DN 1220 на участках МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток». В данной работе рассмотрены технические решения, способные снизить тепловые нагрузки на тупиковые ответвления обвязки кранового узла. Работа направлена на снижение и исключение аномального нагрева тупиковых ответвлений стояков отбора импульсного газа.

Влияние на окружающую природную среду оказывают возникающие при авариях на крановых площадках магистрального газопровода утечки газа.

В работе выполнен экономический анализ методов

	по снижению и исключению стремительного нагрева тупиковых ответвлений стояков отбора импульсного газа, расположенных на крановых площадках МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток».
<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>	<ol style="list-style-type: none"> 1. провести аналитических обзор литературных источников, посвященных области эксплуатации магистральных газопроводов; 2. провести анализ технических решений, способных снизить тепловые нагрузки на обвязку кранового узла (тупиковые ответвления); 3. провести расчет напряжений, вызванных изменением температуры вследствие нагрева тупиковых ответвлений; 4. сделать выводы по проделанной работе <p>Дополнительные разделы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». 2. «Социальная ответственность»;

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

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Макашева Юлия Сергеевна, ассистент ОСГН
«Социальная ответственность»	Абраменко Никита Сергеевич, ассистент ОКД

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2018г
---	-------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Брусник Олег Владимирович	к. т. н., доцент		01.02.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Дубровный Александр Сергеевич		01.02.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕ-
РЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Дубровному Александру Сергеевичу

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 переработ- ки»

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

1. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций.
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения нового решения, а именно установки трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки, сравнительный анализ эффективности установки трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки по сравнению с методом прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	График выполнения работ.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет экономической эффективности внедрения нового решения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Структура затрат на выполнение работ;
2. Линейный календарный график выполнения работ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОСГН	Макашева Ю. С.			26.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Дубровный Александр Сергеевич		26.03.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Дубровному Александру Сергеевичу

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. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)	<p>Объект данного исследования – стояк отбора импульсного газа, располагается на крановом узле магистрального газопровода «Сахалин-Хабаровск-Владивосток»</p> <p>На крановом узле используются и транспортируются взрывоопасные вещества (природный газ).</p> <p>При возникновении аварий на площадке кранового узла магистрального газопровода возможны большие утечки газа, что негативно влияет на окружающую среду.</p> <p>Взрыв газа на крановой площадке магистрального газопровода может стать причиной чрезвычайной ситуации.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	
1.1. Анализ вредных факторов, возникающих на объекте исследования	<p>Проанализировать выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; – недостаточная освещенность на рабочем месте; – превышение уровней шума на рабочем месте; – повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; – повреждения, в результате контакта с животными, насекомыми.

1.2. Анализ опасных факторов, возникающих на объекте исследования	Проанализировать выявленные опасные факторы при ремонте магистрального газопровода в следующей последовательности: – <i>электрический ток;</i> – <i>пожарвзрывобезопасность.</i>
2. Экологическая безопасность	Проанализировать: – <i>воздействие объекта на литосферу;</i> – <i>воздействие объекта на гидросферу;</i> – <i>воздействие объекта на атмосферу.</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	– <i>рассмотреть перечень возможных ЧС на объекте;</i> – <i>рассмотреть меры по предотвращению ЧС</i> – <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Рассмотреть: – <i>специальные правовые нормы трудового законодательства;</i> – <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.04.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОКД	Абраменко Н. С.			02.04.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Дубровный Александр Сергеевич		02.04.2018

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

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

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

Уровень образования бакалавриат

Отделение нефтегазового дела

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	21.06.2018г
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
09.02.2018	<i>Состояние вопроса исследования</i>	10
21.02.2018	<i>Общие сведения об объекте исследования</i>	10
15.03.2018	<i>Анализ технических решений снижения тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла магистрального газопровода</i>	30
22.03.2018	<i>Расчет напряжений, вызванных изменением температуры вследствие нагрева тупиковых ответвлений, расчет на определение толщины стенки трубопровода, расчет на проверку прочности в продольном направлении и наличии пластической деформации трубопровода.</i>	15
02.04.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
11.04.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
18.04.2018	<i>Заключение</i>	5
30.04.2018	<i>Презентация</i>	10
<i>Итого</i>		<i>100</i>

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Брусник О. В.	к. п. н., доцент		01.02.2018

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к. п. н., доцент		01.02.2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 110 с., 27 рис., 20 табл., 47 источников, 2 прил.

Ключевые слова: крановый узел, магистральный газопровод, разогрев тупикового ответвления, отбор импульсного газа, стояк отбора импульсного газа, прямая врезка, трубное соединение тупиковых ответвлений.

Объектом исследования является (ются) стояк отбора импульсного газа на крановых узлах DN 1220 на участках магистрального газопровода «Сахалин-Хабаровск-Владивосток»

Цель работы – выбор оптимального технического решения, направленного на снижение стремительного роста температуры тупиковых ответвлений стояков отбора импульсного газа в режиме перепуска газа.

В процессе исследования проводился анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности при эксплуатации магистрального газопровода и охране окружающей среды.

В результате исследования был определен самый оптимальный и целесообразный метод решения проблемы аномального нагрева тупиковых ответвлений. Был произведен расчет напряжений, вызванных изменением температуры вследствие нагрева тупиковых ответвлений, а также произведены расчеты на определение толщины стенки трубопровода, на проверку прочности в продольном направлении и наличии пластической деформации трубопровода.

Степень внедрения: исследованный метод исключения нагрева тупиковых ответвлений крановой обвязки применен на магистральном газопроводе «Сахалин-Хабаровск- Владивосток», «Ухта - Торжок II».

Область применения: описанные методы, снижения и исключения нагрева тупиковых ответвлений крановой обвязки широко распространены во всем обществе ПАО «Газпром» в области эксплуатации магистрального газопровода .

Экономическая эффективность/значимость работы: затраты при установке трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода меньше в 5 раз, чем при установке прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа.

					<i>Оптимизация методов, исключая аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Дубровный А. С.</i>			<i>Реферат</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О. В.</i>					<i>11</i>	<i>110</i>
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ИШПР ГРУППА 2Б4А		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О. В.</i>						

СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей выпускной квалификационной работе применены следующие сокращения:

ГТС – газотранспортная система;

ГРС – газораспределительная станция;

ЕСГ – единая система газоснабжения;

КС – компрессорная станция;

КУ – крановый узел;

ЛЧ – линейная часть;

МГ – магистральный газопровод;

ЭХЗ – электрохимзащита.

					<i>Оптимизация методов, исключая аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Дубровный А. С.</i>			<i>Сокращения</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О. В.</i>					<i>12</i>	<i>110</i>
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ</i>		<i>ИШПР</i>
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О. В.</i>				<i>ГРУППА</i>		<i>2Б4А</i>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	16
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	19
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	22
1.1 Передовые технологии под руководством АО «Гипрогазцентр»	22
1.2 Краткая климатическая характеристика района работ на участках МГ «Сахалин–Хабаровск–Владивосток»	24
1.3 Гидрография района работ	25
1.4 Техногенные условия участка работ	26
1.5 Классификация и категории магистральных газопроводов	26
1.6 Основные сооружения магистрального газопровода	28
2 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА ТУПИКОВЫЕ ОТВЕТВЛЕНИЯ КРАНОВОГО УЗЛА	30
2.1 Изучение явления стремительного аномального нагрева тупиковых ответвлений	30
2.2 Способы предупреждения нагрева элементов трубной обвязки КУ в режиме заполнения участка газопровода	38
2.3 Метод плавного подъема скорости давления газа в заполняемом участке газопровода	38
2.4 Метод видоизмененной геометрии подсоединения стояков отбора импульсного газа	40
2.4.1 Анализ результатов эксперимента полученных, при подключении стояков отбора импульсного газа прямой врезкой	43
2.5 Метод применения трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ	48
2.5.1 Анализ результатов эксперимента полученных, при использовании метода трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ	53

					<i>Оптимизация методов, исключаящих аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Дубровный А. С.</i>			<i>Оглавление</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О. В.</i>					13	110
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ИШПР		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О. В.</i>				ГРУППА 2Б4А		

3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	58
3.1 Расчёт напряжений, вызванных изменением температуры вследствие нагрева тупиковых ответвлений.....	58
3.2 Определение толщины стенки трубопровода	62
3.3 Проверка на прочность трубопровода в продольном направлении	64
3.4 Проверка на пластические деформации трубопровода	65
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	69
4.1 Расчет нормативной продолжительности выполнения работ	69
4.2 Расчет сметной стоимости, осуществляемый ресурсным методом.....	72
4.3 Обоснование эффективности проекта	79
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	81
5.1 Производственная безопасность	81
5.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	83
5.2.1 Отклонение показателей микроклимата.....	83
5.2.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	84
5.2.3 Превышение уровней шума на рабочем месте	84
5.2.4 Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.....	85
5.2.5 Повреждения, в результате контакта с животными и насекомыми .	86
5.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	87
5.3.1 Электрический ток.....	87
5.3.2 Пожаровзрывоопасность	88
5.4 Экологическая безопасность.....	89
5.4.1 Воздействие на литосферу	89
5.4.2 Воздействие на гидросферу	90
5.4.3 Воздействие на атмосферу	91
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	92
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	94
5.6.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	94

5.6.2 Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	98
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	104
Приложение А	104
Приложение Б.....	108

ВВЕДЕНИЕ

ПАО «Газпром» обладает самой крупной во всем мире газотранспортной системой. Основная часть, которой находится в составе ЕСГ нашего государства. ЕСГ представляется особенным технологическим комплексом, который состоит из объектов добычи, переработки, транспорта, распределения газа в Западной Сибири и европейской части России и его хранение, также она предоставляет непрерывный ряд поставок газа от скважины до основного потребителя. Вследствие централизованного управления, масштабной разветвленности и наличия параллельных маршрутов транспортировки, она владеет серьезным запасом надежности и способна обеспечить гарантию непрерывных поставок газа [1].

Компания владеет магистральными газопроводами Дальнего Востока нашего государства: «Соболево-Петропавловск-Камчатский», «Сахалин-Хабаровск-Владивосток». Суммарная протяженность газотранспортной системы на территории РФ составляет 171,4 тыс. км. При транспорте газа применяются 253 компрессорные станции с общей мощностью газоперекачивающих агрегатов 46,7 тыс. МВт [1].

Газотранспортная система «Сахалин - Хабаровск - Владивосток» представляет собой первую на Востоке России межрегиональную газотранспортную систему. Она рассчитана для доставки газа, добываемого на шельфе Сахалина, потребителям Хабаровского и Приморского краев [2].

ГТС обеспечила условия для их значительной газификации и поставок газа в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Общая протяженность ГТС Дальнего Востока – 1830 км. Первый пусковой комплекс газопровода, обладающий мощностью 6 млрд./м³ газа в год и протяженностью 1350 км. был при-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Дубровный А. С.			<i>Оптимизация методов, исключая аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>		
Руковод.		Брусник О. В.					
Консульт.							
Рук-ль ООП		Брусник О. В.					
<i>Введение</i>					Лит	Лист	Листов
						16	110
					<i>НИ ТПУ</i>		<i>ИШПР</i>
					<i>ГРУППА</i>		<i>2Б4А</i>

веден в эксплуатацию в сентябре 2011 г [3] .

Чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию и надежность трубопроводных систем существует важная необходимость осуществления технических работ по диагностике, реконструкции объектов для транспорта газа и самих ремонтных работ.

Актуальность

Практика эксплуатации МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток» показала, что в процессе перепуска газа из одного участка магистрального газопровода, находящегося под давлением, в другой, находящейся под меньшим давлением довольно часто возникает стремительный аномальный нагрев тупиковых ответвлений обвязки кранового узла, созданных для отбора импульсного газа. Быстрый разогрев выражается в повышении температуры трубопровода и арматуры до значений до плюс 300 - 400⁰С и более, способных вызвать аварийные ситуации (риск возникновения пожара, взрыва на опасном производственном объекте) и порчу оборудования. В связи с этим наиболее актуальной является проблема снижения и предотвращения нагрева тупиковых зон крановой обвязки магистрального газопровода. На данный момент поставленный вопрос изучен не в полном объеме, а настоящая работа способна частично это восполнить[4, с.50].

Целью работы является выбор оптимального технического решения, направленного на снижение стремительного роста температуры, тупиковых ответвлений стояков отбора импульсного газа в процессе перепуска газа.

Исходя из поставленной цели, необходимо выполнить следующие **задачи**:

1. Изучение нормативно-технической документации в области эксплуатации МГ;
2. Анализ технических решений, способных снизить тепловые нагрузки на обвязку кранового узла;
3. Разработка рекомендаций по применению самого целесообразно

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
						17
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

го технического решения по снижению тепловой нагрузки ;

4. Расчёт напряжений, вызванных изменением температуры вследствие аномального нагрева тупиковых полостей байпасных линий кранового узла МГ.

Объект исследования: стояк отбора импульсного газа DN 50 PN 9,8 МПа на крановых узлах DN 1220 на участках МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток».

Предмет исследования: методы, направленные на снижение стремительного аномального нагрева тупиковых ответвлений в режиме заполнения участка МГ.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
						18
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

При написании данной выпускной квалификационной работы для решения проблемы (разогрева тупиковых ответвлений крановой обвязки при заполнении линейных участков МГ) возникшей, в ходе проведения авторского надзора за строительством объектов МГ специалистами компании АО «Гипрогазцентр» совместно ООО «Газпром трансгаз Томск» была изучена и анализирована соответствующая нормативно-техническая и научная литература.

Для решения данной проблемы была создана рабочая группа специалистов проектного института АО «Гипрогазцентр» г. Нижний Новгород (Парфенов Д.В., Савченков С.В., Агинец Р.В., Репин Д.Г., Наместников Г. И. и др.), которая в целях экспериментального изучения нагрева тупиковых ответвлений на крановых узлах МГ совместно с ООО «Газпром трансгаз Ухта» организовала работы по обследованию кранового узла МГ «Ухта-Торжок II» (осуществление работ происходило на отремонтированном участке).

Итогом этой совместной деятельности стала научная статья, в которой были рассмотрены возможные причины появления стремительного нагрева тупиковых ответвлений на крановых площадках в режиме заполнения магистрального газопровода («Численное моделирование в ANSYS CFX явления нагрева тупиковых ответвлений крановых узлов», Савченков С.В., Агинец Р.В., Репин Д.Г., Наместников Г.И., Парфенов Д.В.), которая была опубликована в ведущий научно-технический и производственный журнал «Газовая промышленность» № 10/697/2013г.

В дальнейшем была разработана проектная документация по изменению конфигурации обвязки кранового узла по двум вариантам:

1. дополнительная перемычка на стояках отбора газа (трубное со-

					<i>Оптимизация методов, исключаящих аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Дубровный А. С.			<i>Обзор литературы</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Брусник О. В.					19	110
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ИШПР		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О. В.				ГРУППА 2Б4А		

единение тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ);

2. прямая врезка при подключении стояков отбора газа.

В свою очередь специалисты ООО «Газпром трансгаз Томск» на основании разработанной документации осуществляли работы по изменению конфигурации обвязки крановых узлов МГ Дальнего Востока.

Одно из решений проблемы снижений стремительного нагрева представлено в патенте №2577896 Российской Федерация «Способ предупреждения нагрева элементов трубной обвязки кранового узла при заполнении участков газопроводов», заявитель и патентообладатель АО "Гипрогазцентр", ООО "Газпром трансгаз Ухта".

Помимо информации о новом техническом решении данной проблемы и предложении его для применения на практике, приведенной в патенте №2577896, была опубликована статья «Экспериментальные исследования нагрева тупиковых ответвлений крановых узлов при заполнении газом магистрального газопровода «Сахалин-Хабаровск-Владивосток», Агинеи Р.В., Парфенов Д.В., Трубопроводный транспорт Теория и практика. – 2014. – №3. – С. 50-53.

Научная статья была посвящена экспериментальному исследованию, в которой была рассмотрена целесообразность использования существующей на некоторых крановых площадках дополнительной перемычки DN 15 для предотвращения нагрева.

Важным аспектом, который был подробно рассмотрен в этой статье, являлся метод прямой врезки стояка DN 50 в байпасную линию DN 300 и его применение на крановой площадке МГ Дальнего Востока. Ранее это техническое решение было предложено, как один из возможных методов решения поставленной проблемы, специалистами проектного института АО «Гипрогазцентр» в своем отчете об исследовании явления аномального нагрева с помощью ПО «ANSYS CFX».

					Обзор литературы	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В процессе выполнения данной работы была изучена и рассмотрена нормативно-техническая документация в области эксплуатации МГ, а именно: СТО Газпром 2-3.5-051-2006 «Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов», СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы», СТО Газпром 2-2.2-136-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов. Часть I.», СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы» (актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*).

					<i>Обзор литературы</i>	<i>Лист</i>
						21
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Передовые технологии под руководством АО «Гипрогазцентр»

Учитывая важность МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток» для развития Дальневосточного региона и для энергетической безопасности России, проектный институт АО «Гипрогазцентр» в ускоренном режиме выполнил серию многовариантных технико-экономических расчетов и разработал основные технические решения, положив в основу разработок многолетний практический опыт проектирования. В основу детальной проработки схемы ГТС был положен подход, учитывающий универсальные возможности наращивания газотранспортных мощностей на всем протяжении газопровода «Сахалин-Хабаровск-Владивосток», в том числе за счет приема природного газа от Якутского центра Газодобычи. При проектировании заранее предусматривалась возможность экспортных поставок российского газа в страны Азиатско-Тихоокеанского региона [5].

Основной объем работы АО «Гипрогазцентр» как генеральный проектировщик взял на себя, но для разработки отдельных частей проекта были привлечены субподрядные организации, имеющие необходимый опыт по различным направлениям деятельности [6, с.2].

МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток» по его природно-климатическим и географическим условиям можно отнести к разряду уникальных проектов. Трасса пересекает 56 тектонических разломов (112 км.), 308 км проходит по обводненным участкам и болотам, пересекает 72 км. косогорных участков, 734 водные преграды, 325 балок и оврагов, обходит несколько военных полигонов, 14 особо охраняемых природных территорий, пересекает морской участок 24 км. (пролив Невельского) [6, стр.2].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					<i>Оптимизация методов, исключаящих аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>			
Разраб.		Дубровный А. С.			Общая часть	Лит	Лист	Листов
Руковод.		Брусник О. В.					22	110
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ГРУППА 2Б4А		

Современная тектоническая активность различных регионов Сахалина неоднородна. Исходя из основания карты общего сейсмического районирования территория прохождения МГ по интенсивности сейсмических воздействий располагается в 9 и 10-балльной зоне. Центры землетрясений у восточного побережья Северного Сахалина говорят о наличии и современной активности Восточно-Сахалинской системы разломов. Данные условия прохождения трассы газопровода потребовали разработки сложных технических решений, а для зон пересечения активных тектонических разломов были разработаны Специальные технические условия [6, с.3].

Трубы укладывались в траншее особым способом, размер и механические свойства трубы выбирались с учетом деформации грунта. Интеллектуальные вставки позволяют проводить мониторинг напряженно-деформированного состояния трубопровода и своевременно выявлять участки возможных аварийных ситуаций.

При проектировании компрессорных станций разработан комплекс антисейсмических мероприятий. Для уменьшения воздействия на технологическую обвязку компрессорного цеха разработаны специальные демпфирующие опоры [6, с.3].

Впервые в ПАО «Газпром» применена модульная компоновка компрессорных цехов с индивидуальными системами очистки и охлаждения газа для каждого газоперекачивающего агрегата. По специальному заданию были разработаны фильтры-сепараторы для двухступенчатой очистки транспортируемого газа [6, с.3].

При выборе трассы прохождения газопровода специалисты применяли новые современные методы воздушного лазерного сканирования территории земли, которые в сочетании с уже испытанными наземными методами исследования с использованием электронных тахеометров и спутниковых геодезических приемников позволили в сжатые сроки обеспечить выпуск качественной проектной документации

					<i>Общая часть</i>	<i>Лист</i>
						23
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Для того чтобы поддерживать высокий уровень надежности и безопасности на ГТС Дальнего Востока используются самые современные технологии и оборудование, внедрена система телемеханики, дающая возможность дистанционно управлять объектами линейной части.

Удаленные объекты газопровода оснащены автономными установками бесперебойного питания. Кроме того, в режиме опытно-промышленной эксплуатации используется волоконно-оптическая система геотехнического мониторинга, позволяющая отслеживать состояние газопровода на сейсмически активных территориях.



Рисунок 1.1– Сварка первого стыка ГТС «Сахалин-Хабаровск-Владивосток»

1.2 Краткая климатическая характеристика района работ на участках МГ «Сахалин–Хабаровск–Владивосток»

В районе, в котором производились работы, средняя температура зимнего месяца января составляет от минус 22°С на юге до минус 40°С на севере, в июле месяце – от плюс 11°С в приморской части, до плюс 21°С в

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

южных и внутренних районах. В течение года осадки выпадают неравномерно. Зимние осадки в районе составляют 10% и менее от годовых сумм. Наибольшее количество осадков выпадает в августе месяце, составляя по средним многолетним наблюдениям 78мм. Количество осадков за год составляет от 577мм. до 772мм. Снежный покров максимальной величины достигает в марте месяце и составляет 57см. [7].

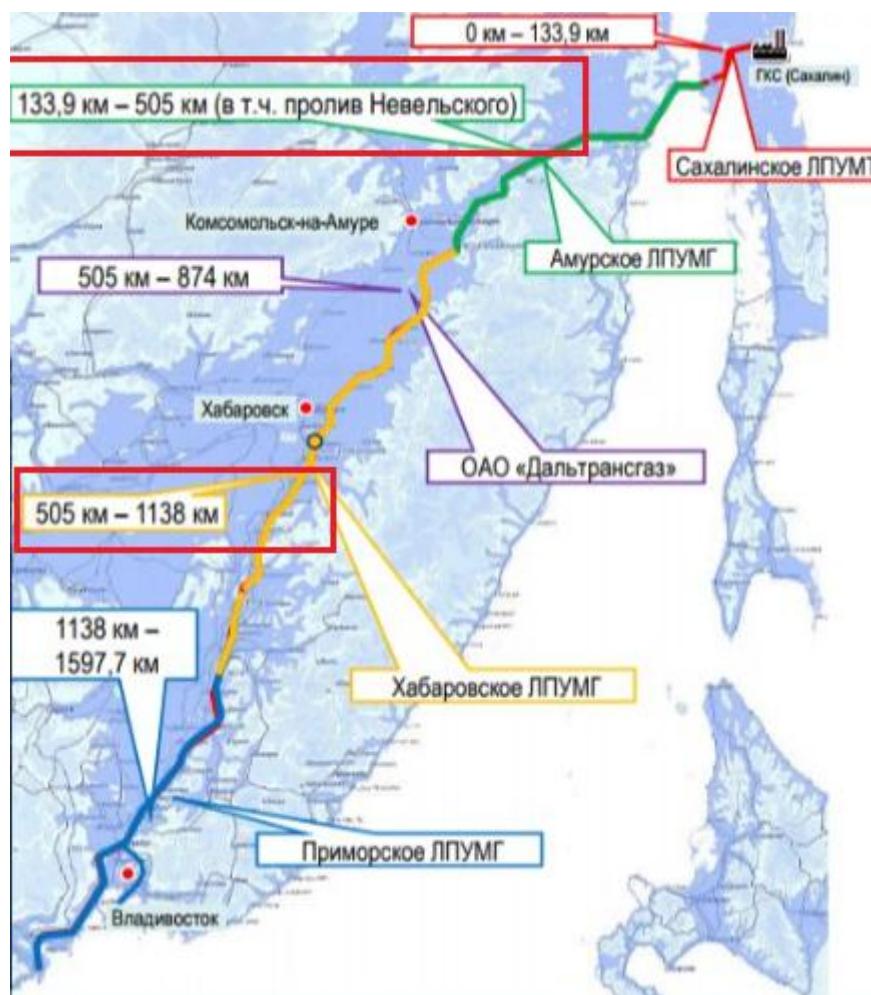


Рисунок 1.2– Расположение участков МГ, где были произведены работы

1.3 Гидрография района работ

Главной водной артерией рассматриваемой территории является река Амур. Наиболее крупные притоки, пересекаемые трассой на описываемом участке – реке Анюй, Пир, Нюра, Гили, а также озера Гасси и Синдинское.

					Общая часть	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Река Амур относится к рекам преимущественно дождевого питания. Половодья на ней вызываются летними ливневыми дождями. Весенние половодья, связанные с таянием снегов, выражены слабо. Зимой наблюдается очень низкий меженный уровень. Наиболее значительные паводки отмечаются в июле-августе. Они нередко ведут к наводнениям, во время которых воды заливают иногда и первые надпойменные террасы [8, с.20-22].

1.4 Техногенные условия участка работ

Техногенные условия участка работ – это факторы, обусловленные хозяйственной деятельностью людей, такими факторами представляются различные загрязнение среды, наличие на данном участке ЖД и автотранспорта, промышленных и строительных объектов [9].

Район по нескольким направлениям находится под пересечением транспортных коммуникаций. Располагается Комсомольск-на-Амуре в «своеобразном» оазисе - поймы Амура, ширина которой составляет около 20 км. Сам город протягивается вдоль левого берега реки Амур более чем на 30 км. и располагается в 348 км. к северо-востоку от города Хабаровска на пересечении транспортных путей: в западном направлении – Байкало-Амурская магистраль, северо-восточном направлении – водный путь по реке Амур до г. Николаевска-на-Амуре, а далее в Охотское море газо нефтепроводы с о. Сахалина; восточном – ж/д путь до морского порта Ванино и г. Советская Гавань; и юго-западном - река Амур, автомобильная и железная дороги до г. Хабаровска, и далее, к портам Владивосток и Находка, побережью Тихого океана,. В с. Хурба в 20 км. от г. Комсомольска-на-Амуре находится аэропорт [10].

1.5 Классификация и категории магистральных газопроводов

Магистральный газопровод – трубопровод, предназначенный для транспортировки газа, который прошел этап подготовки из районов добычи в

					Общая часть	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

районы потребления газа, к МГ относят трубопроводы диаметром от 219 до 1420 мм. и протяжённостью свыше 50 км [11, с.52].

Благодаря КС обеспечивается движения газа по газопроводу, сооружаемым по трассе трубопровода через определенные расстояния.

Ответвление от МГ – трубопровод, присоединенный непосредственно к МГ, предназначенный для отвода части транспортируемого им газа к промышленным предприятиям и отдельным населенным пунктам [11, с.52], также МГ классифицируют по величине рабочего давления и по категориям.

В отношении параметра рабочего давления в трубопроводе МГ делятся на два класса:

- класс I – рабочее давление от 2,5-10 МПа включительно;
- класс II – рабочее давление от 1,2-2,5 МПа включительно.

Газопроводы, эксплуатируемые при величине давления ниже 1,2 МПа, не относятся к группе магистральных газопроводов. Они являются внутрипромысловыми, внутризаводскими, подводными газопроводами, представляют газовые сети в населённых пунктах и городах и другие трубопроводы [12, с.94].

МГ и их участки делятся на категории, к которым требования выдвигаются в зависимости от объёма неразрушающего контроля сварных соединений, условий работы и величин испытательного давления.

На сложных участках, а именно – болота, водные преграды и т. д. и ответственных участках трассы, категория магистральных газопроводов повышается. К примеру, для участков подключения КС, переходов через водные преграды шириной по зеркалу воды в межень 25 м. и более, узлов пуска и приёма очистных устройств нормативный документ устанавливает категорию I [12, с.95].

К категории В относят газопроводы, сооружаемые на территориях КС и внутри зданий и ГРС. В процессе их проектирования допускается повышение категории отдельных участков газопроводов на одну категорию, против установленной согласно нормативному документу, при соответствующем проект

					<i>Общая часть</i>	<i>Лист</i>
						27
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ном и техническом обосновании [12, с.95].

1.6 Основные сооружения магистрального газопровода

Состав МГ включает в себя следующие сооружения:

- ЛЧ с отводами и лупингами, запорной арматурой, переходами через естественные и искусственные препятствия, узлами пуска и приема очистных устройств и дефектоскопов, узлами сбора и хранения конденсата, устройствами для ввода метанола в газопровод, перемычки;
- КС и узлы их подключения, ГРС, подземные хранилища газа, станции охлаждения газа, узлы редуцирования газа, ГИС;
- ЭХЗ газопроводов от коррозии; линии электропередачи, предназначенные для обслуживания газопроводов, устройства электроснабжения и дистанционного управления запорной арматурой и установками ЭХЗ;
- линии и сооружения технологической связи, средства телемеханики, противопожарные средства, противоэрозионные и защитные сооружения;
- здания и сооружения;
- постоянные дороги и вертолетные площадки, расположенные вдоль трассы газопроводов, и подъезды к ним, опознавательные и сигнальные знаки местонахождения газопроводов [13, п.5.4].

Весь производственный процесс транспорта газа состоит, в следующем: осушенный и очищенный в ходе процесса промышленной подготовки газ поступает на головные сооружения газопровода, где в свою очередь подвергается дополнительной обработке и одоризации (придания специфического запаха с помощью одорантов – этилмеркоптана, метилмеркоптана), далее газ направляется непосредственно в газопровод [14, с.166]. От ГРС газ со сниженным давлением, очищенный от механических примесей и одорированный пойдет на заводы и фабрики (газоперерабатывающий завод), электростанции, тепловые станции и на объекты коммунально-бытового назначения.

					Общая часть	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Важную роль в системе поставок газа играют подземные хранилища газа, их использование необходимо в основном для выравнивания сезонной неравномерности потребления газа. Помимо этого, они позволяют более полно использовать пропускную способность газопроводов и создавать резерв газа в случае неисправностей газопровода.

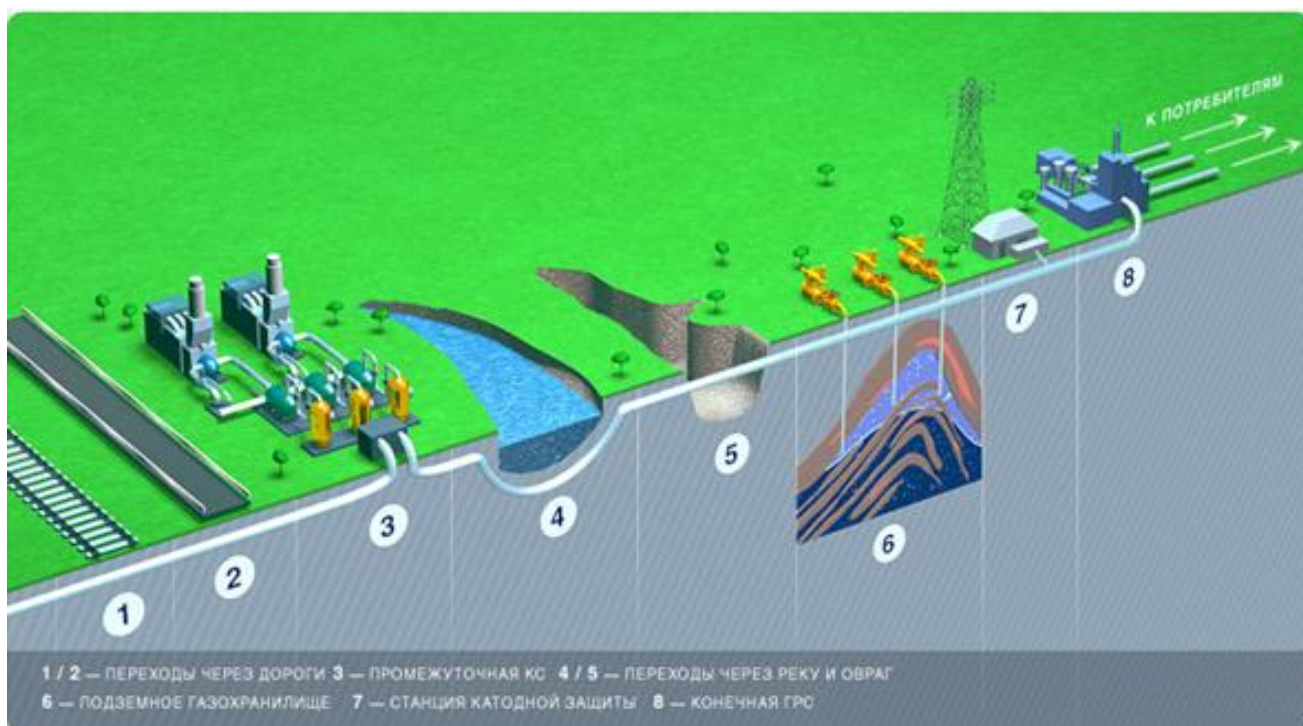


Рисунок 1.3 – Состав сооружений МГ

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

2 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕ- НИЮ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА ТУПИКОВЫЕ ОТВЕТВЛЕ- НИЯ КРАНОВОГО УЗЛА

2.1 Изучение явления стремительного аномального нагрева тупи- ковых ответвлений

Увеличение температуры при стремительном и аномальном нагреве тупиковых ответвлений стояков отбора импульсного газа происходило в процессе перепуска газа из одного смежного участка газопровода, который находился под рабочим давлением, в другой, в котором величина давления была ниже. В процессе перепуска газа нагрев приводил к термическому разрушению изоляции и уплотнений запорной арматуры, что могло бы в дальнейшем привести к аварии на опасном производственном объекте.

Изучение научно-технической информации по данному вопросу показало, что явление нагрева газа может быть связано с возникновением пульсаций в тупиковых ответвлениях при присутствии набегающего потока к открытому концу, в качестве основного источника повышения температуры газа принимались ударно-волновые процессы, происходящие при течении газа.

Появление пульсаций параметра давления при втекании струи в резонансную трубку впервые было обнаружено ученым Гартманом. Экспериментальным путем был обнаружен эффект нагрева газа внутри тупиковой полости на десятки и сотни градусов, превышающей температуру торможения в набегающем потоке [15].

Также одной из первых работ в этой области были проведены Шпренгером с помощью резонансных трубок. Экспериментально было выявлено, что

					<i>Оптимизация методов, исключаящих аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					
<i>Разраб.</i>		<i>Дубровный А. С.</i>			<i>Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О. В.</i>						30	110
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ		ИШПР	
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О. В.</i>				ГРУППА		2Б4А	

возникновение пульсаций газа в тупиковых полостях и разогрев газа в них выше температуры торможения потока газа возможны в условиях набегающего потока под углом к входному отверстию полости [16].

Исходя из результатов, предоставленных в трудах ученых, экспериментальные данные показали что, нагрев дна резонансной трубки, находящейся открытым концом под углом к набегающему потоку газа, достигал порядка 1600К. При этом был зафиксирован пульсационный характер протекающих в тупиковой полости процессов с частотой, равной собственной частоте колебаний газа в резонансной трубке [16].

Сам механизм, вызывающий нагрев газа внутри глубоких полостей, протекал по следующему механизму: при обтекании потоком газа открытого конца полости образуется поддерживаемый за счет энергии внешнего потока автоколебательный процесс с частотой, которая равна частоте собственной столба газа в области его отрыва, далее от колеблющейся поверхности раздела внутрь полости распространяются волны разрежения/сжатия, которые в свою очередь отражаются от закрытого конца при достижении его. Волны сжатия при взаимодействии между собой, на входе в полость образуют ударную волну конечной амплитуды, распространение которой в газе происходит с ростом параметра энтропии, другими словами, необратимым процессом выделения тепла, которое в свою очередь аккумулируется в газе, находящемся в области закрытого конца внутри полости, и приводит к его постепенному нагреву [17].

Конечная температура газа и глухого конца модели будет зависеть от условий теплоотдачи во внешний поток через стенки, а также от интенсивности массообмена у открытого конца полости [18].

В итоге специалистами проектного института АО «Гипрогазцентр» г. Нижний Новгород было констатировано, что вероятной причиной такого стремительного нагрева тупиковых полостей может все-таки служить преобразование механической энергии пульсации потока газа в тепловую энергию (эффект Гартмана-Шпренгера), а источником пульсаций - периодический срыв

					<i>Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

вихрей в полости отрыва потока.

В целях экспериментального изучения разогрева тупиковых ответвлений на КУ МГ АО «Гипрогазцентр» была организована рабочая группа, основной задачей, которой было проведение совместных работ по исследованию нагрева тупиковых ответвлений МГ [REDACTED] кранового узла Г-1, км. [REDACTED], где также наблюдалась подобная проблема стремительного нагрева тупиковых ответвлений. Работы осуществлялись при заполнении газом отремонтированного участка МГ [REDACTED], км [REDACTED] ЛПУМГ [REDACTED] ООО [REDACTED] [19, с.13].

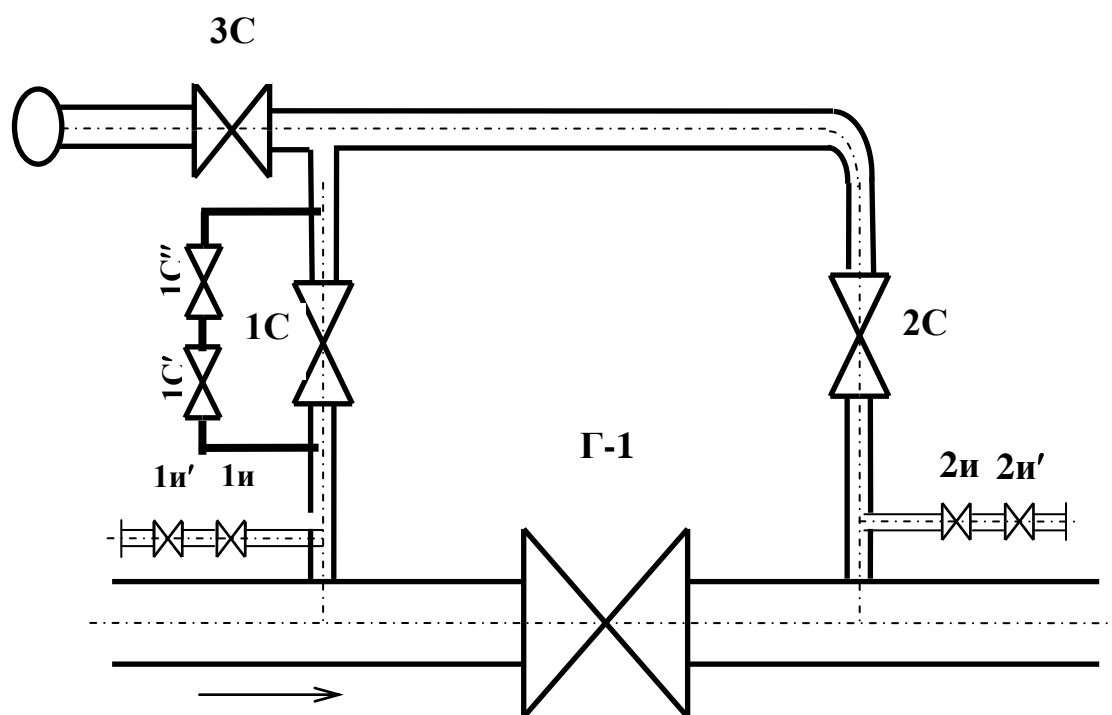


Рисунок 2.1 – Схема линейного крана DN 1200

На байпасной линии DN 300 установлены вертикально два стояка отбора импульсного газа DN 50, которые оснащены с установленными на них кранами (1и, 1и', 2и, 2и'), которые в свою очередь уже необходимы для подачи газа, необходимого для работы пневмопривода линейного крана.

Первый стояк отбора расположен на входе байпасной линии DN300, второй на выходе из нее. Сам стояк отбора импульсного газа – это вертикально установленная труба DN50, соединенная с байпасной линией DN300 через кон-

центрический переход.

Также на стояках отбора установлены манометры и отсечные краны, которые предназначены для контроля уровня давления газа. В ходе процесса заполнения газопровода после линейного крана Г-1, газ поступает по линии DN 300 с переходом через байпасную линию DN 100 крана 1С, с установленными на этой линии краном-регулятором и отсечным краном.

В ходе проведения процесса заполнения были получены результаты измерений: максимальная температура внешней поверхности трубы заглушенного тупикового ответвления DN 50 составила порядка 230°C (дальнейший разогрев был ограничен, во избежание риска возникновения аварии и порче оборудования). При этом давление газа в нижней части стояка составило около 1,5 МПа. Согласно расчетным оценкам специалистов скорость движения газа через тройник находилась в диапазоне 100 – 300 м/с.

Научный интерес данного вопроса заключался, в выполнении анализа рассматриваемого процесса с помощью специализированного программного обеспечения, а именно использование пакетов трехмерного численного моделирования газодинамических процессов. В работе специалистов АО «Гипрогазцентр» г. Нижний Новгород был задействован широко известный программный комплекс (ПК) ANSYS CFX, с помощью которого и была выполнена поставленная задача [19,с.14].

Первым действием рабочей группы по данной проблеме, было произведено моделирование самого стремительного нагрева (эффекта Гартмана-Шпренгера) в тупиковом ответвлении, наклоненном к основному потоку газа, с целью отработки численной модели.

					<i>Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		33

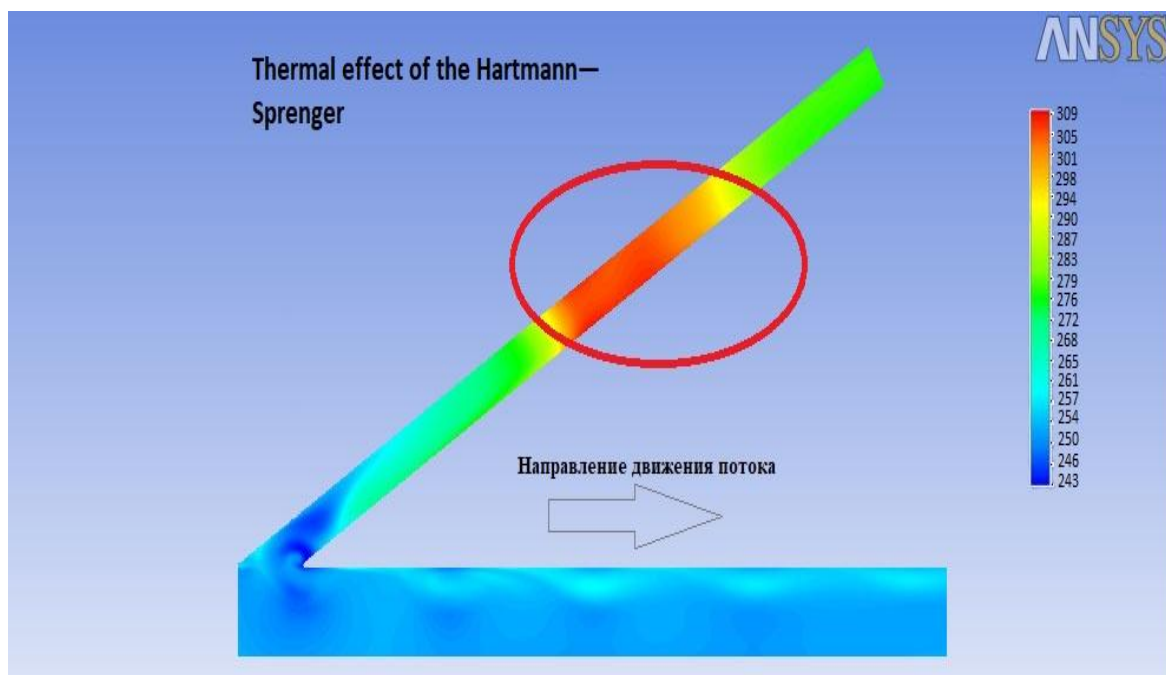


Рисунок 2.2 – Температурное поле в потоке газа, при наличии наклонного отвода

В результате проведения ряда расчетов был выявлен устойчивый пульсационный режим и устойчивый процесс разогрева газа в самом ответвлении. По основному потоку течения газа наблюдались характерные периодические всплески, а именно сорвавшиеся вихри, образованные в месте присоединения трубки малого диаметра (в случае КУ стояк отбора импульсного газа DN 50). В самом ответвлении наблюдались волны разрежения/сжатия, о чём говорилось выше, приводящие к увеличению средней температуры в тупике [19, с.15].

Следующей задачей, которая была успешно выполнена в программном обеспечении ANSYS CFX – расчетное моделирование течения газа в участке трубы DN 300 при наличии заглушенного стояка трубы отбора импульсного газа DN 50.

Было рассмотрено два варианта использования конструкции подсоединения стояка отбора к основной трубе DN 300:

1. подсоединение стояка DN 50 прямой врезкой в основную трубу;
2. подсоединение стояка DN 50 через тройник DN300 - DN200 и конический переход DN200 - DN50.

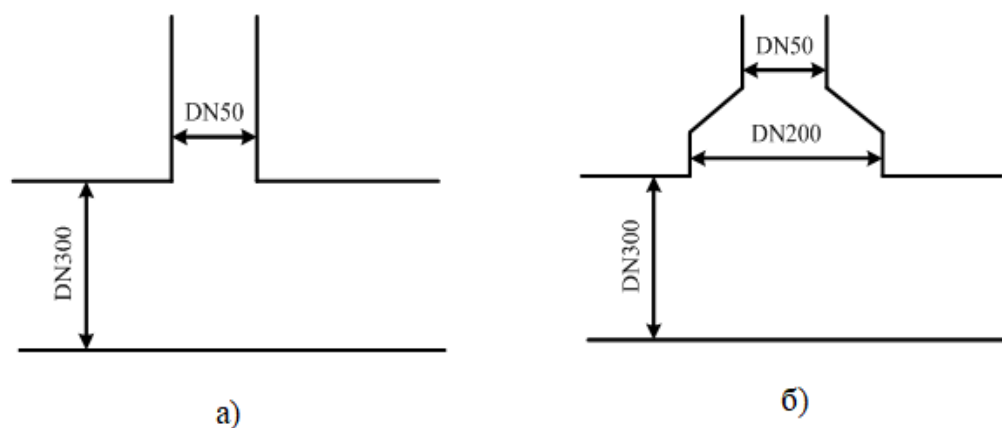


Рисунок 2.3 – а) прямая врезка, б) через тройник и конический переход

Участок трубы DN 300 составлял 6 м., длина стояка DN 50 - 3 м., что соответствовала крановому узлу Г-1 МГ [REDACTED], км. [REDACTED]

В качестве граничных условий задавались значения, взятые из оценочного расчета условий течения при заполнении системы через трубопровод DN 100 из участка МГ с давлением ~ 5 МПа: на входе – скорость 200 м/с, температура порядка $- 20^{\circ}\text{C}$; на выходе – давление 0,3МПа.

Специалистами было решено, что расчетной средой, является реальный газ метан (с уравнением состояния Соав-Редлих-Квонга), которое наиболее верно описывает поведение метановых газов. Теплофизические свойства металла стенки трубы в расчетах не были учтены [19, с.15].

В ходе проведения процесса анализа расчета при подсоединении стояка отбора импульсного газа с помощью технологии прямой врезки было выявлено следующее:

- характерной особенностью данного режима являлось присутствие устойчивого положения вихря в точке присоединения стояка DN 50;
- отсутствие срывных периодических всплесков в основном потоке движения газа, движение газа носит характер установившийся;
- стоячий газ в тупике не подвержен периодическому возмущению;
- температура газа в тупике имеет также стационарный характер.

В ходе анализа протекания процесса в варианте с концентрическим пе-

реходом было выявлено три этапа движения газа [19,с.16]:

1. квазиравновесное положение вихря в тройнике, при этом в стояке наблюдается множество вихрей (последствия ударных движений) (рисунок 2.4 - а);

2. срыв вихря в основной поток, в этом этапе в области подсоединения стояка к основной трубе наблюдается преимущественное движение в сторону основной трубы DN 300 (рисунок 2.4 - б);

3. своеобразное накопление энергии вновь образуемого вихря, при этом в участке подсоединения стояка к основной трубе прослеживается преимущественное движение в сторону заглушенного конца (рисунок 2.4 - в).

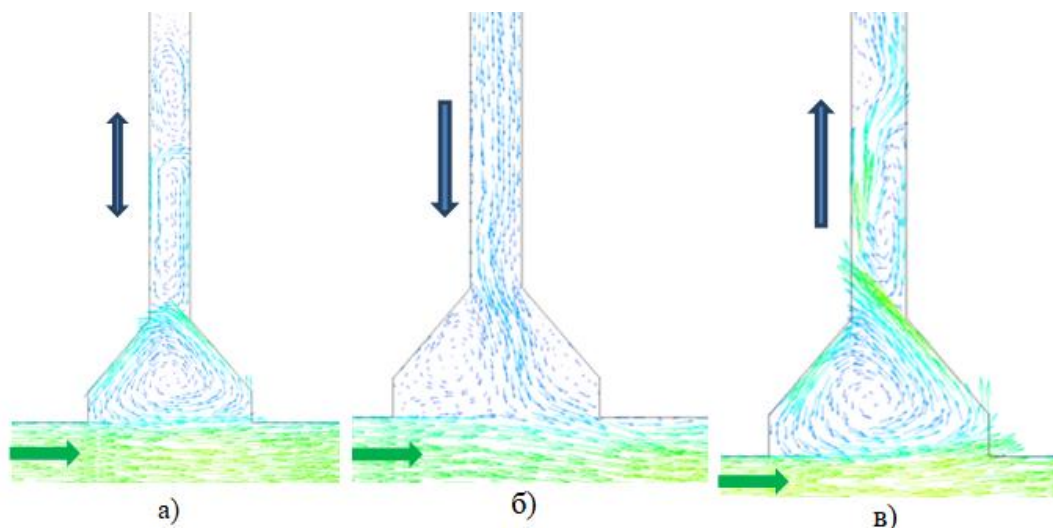


Рисунок 2.4 – Векторное поле скоростей в различные моменты времени

Также в варианте с концентрическим переходом в основном потоке газа трубы DN 300 наблюдались периодические всплески – остатки сорвавшихся вихрей (рисунок 2.5), срывы вихрей, образуемых в области подсоединения стояка DN 50 к основной трубе, привели к пульсации потока газа в заглушенном стояке, в итоге, что за счет необратимости термодинамических процессов в реальном газе вызывали его разогрев.

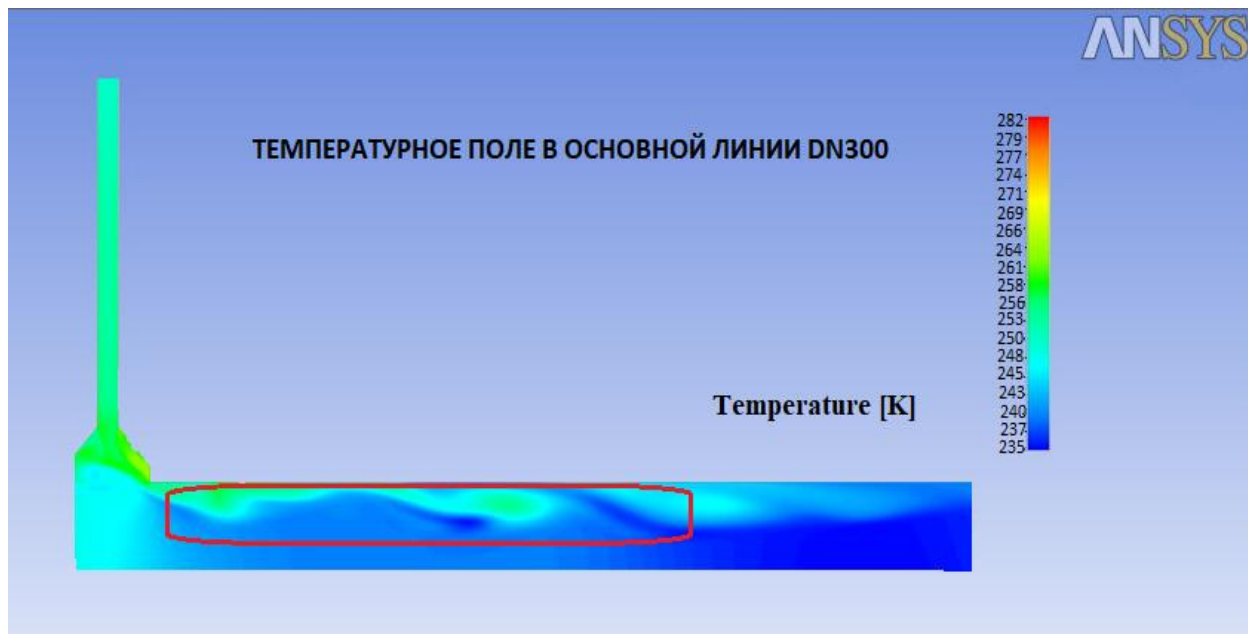


Рисунок 2.5 – Температурное поле в основной линии DN 300

В итоге данных исследований, специалистами были сформулированы следующие выводы, касающиеся стремительного нагрева тупиковых ответвлений, а именно стояка отбора импульсного газа DN 50:

1. численный эксперимент показал, какое влияние оказывает геометрическая особенность подсоединения стояка отбора газа к основной линии байпаса на процесс аномального нагрева газа в стояке.
2. особенными признаками роста показателя температуры рабочей среды являются вихревые потоки, возбуждающие пульсации давления газа в стояке в результате высокой скорости движения газа (~100-300 м/с) в районе тройника байпасной линии DN 300 и стояка DN 50;
3. возможными решениями, исходя из полученных результатов, по исключению нагрева элементов обвязки кранового узла могут являться:
 - изменение конфигурации тройниковых соединений и стояков отбора газа;
 - осуществление выбора оптимальных по расходу и скорости движения газа в трубопроводных обвязках линейных кранов, условий заполнения газом участков газопроводов [19,с.17].

2.2 Способы предупреждения нагрева элементов трубной обвязки КУ в режиме заполнения участка газопровода

Для выполнения технической задачи – оптимизации режимов заполнения участков газопровода предлагаются следующие технические решения:

➤ ограничение скорости подъема давления газа в заполняемом участке газопровода (процесс перепуска необходимо выполнять согласно нормативно-технической документации, в которой описаны действия по проведению пуско-наладочных и регламентных работ);

➤ на крановых площадках осуществить трубное соединение тупиковых ответвлений крановой обвязки (метод байпасной перемычки), который вероятно способен исключить нагрев;

➤ рассмотреть техническое решение, заключающиеся в изменение геометрии подсоединения стояка отбора импульсного газа (метод прямой врезки). Для вновь строящихся крановых площадок, вероятно, это будет самое целесообразное решение возникшей проблемы стремительного нагрева.

Все вышеперечисленные технические решения вероятно способны позволить снижение или исключение нагрева наглухо закрытой тупиковой полости стояков отбора импульсного газа DN 50.

2.3 Метод плавного подъема скорости давления газа в заполняемом участке газопровода

Способ предупреждения нагрева трубных элементов крановой обвязки, взятый в качестве прототипа других методов, заключается в осуществлении ограничения скорости подъема давления газа в заполняемом участке газопровода.

Процесс перепуска должен осуществляться через байпасную линию кранового узла согласно требованиям СП 86.13330.2014 (актуализированная редакция СНиП III-42-80*) подъем давления в трубопроводе следует производить плавно (не более 0,3 Мпа в час с осмотром трассы при величине давления,

					Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

равной 0,3 испытательного давления, но не выше 2Мпа) [20, пункт 19.5.7].

Выполнение данного требования в процессе заполнения газом через байпасный трубопровод DN 300 невозможно, для плавного процесса заполнения трубопровода газом, а также исключения возможных гидроударов в конструкции кранового узла предусмотрен дополнительный байпас – DN 100. Выравнивание параметра давления до $\Delta P=2\text{МПа}$ необходимо только осуществлять через эту дополнительную байпасную линию.

Также необходимо придать внимание тому, что линейная запорная арматура может быть использована в качестве ограничительного элемента при испытании в случае, если перепад давлений не превышает максимальной величины, допустимой для данной арматуры. По информации завода - изготовителя для шарового крана DN 1200 перепад давления на затворе во время его открытия должен составлять максимум 2Мпа.

Во время бесконтрольного перепуска газа через байпасную линию DN 300 может произойти воздействие на шаровую пробку крана DN1200, которое в свою очередь приведет к утрате его герметичности. Для исключения в будущем подобного при производстве работ по пневматическим испытаниям, а также во время процесса заполнения системы рабочей средой (газом) необходимо четко соблюдать технологию заполнения газом. Важным аспектом является момент уделения внимания на состояние уплотнений крана DN 1200.

В моменте возникновения повторного разогрева стояков отбора импульсного газа необходимо будет прекратить операцию по перепуску газа. В качестве профилактики возникновения повторных колебаний в тупиковом участке отбора газа в процессе перепуска по байпасным линиям DN 300 и DN 100 возможно дополнительно выполнить снижение скорости заполнения трубопровода газом в два раза (0,15МПа в час).

Недостатки данного метода

Недостатками данного способа является то, что ограничение скорости подъема давления препятствует процессу быстрого ввода газопровода в экс-

					<i>Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

плуатацию, процесс заполнения может продлиться до 2-3 суток. Важным аспектом также является то, что необходимо вести мониторинг скорости подъема давления заполняемого участка газопровода в его начале, конце и в середине, т.к. скорость будет различная.

Сам же процесс заполнения нужно производить с привлечением нескольких человек: для мониторинга постоянного давления и определения скорости его подъема, контроля температуры тупиковых ответвлений, регулирования скорости заполнения.

Также к недостатку данного метода можно отнести то, что для регулирования скорости заполнения обязательно наличие в обвязке КУ крана-регулятора.

2.4 Метод видоизмененной геометрии подсоединения стояков отбора импульсного газа

Через каждые 25-30 км. на трубопроводе установлены линейные крановые узлы предназначенные для локализации участка между ними, как при аварийном разрыве трубы, так и для проведения плановых ремонтных работ [21].

В ходе осуществления процесса перепуска газа на различных крановых узлах МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток» были выявлены возможные причины аномального нагрева тупиковых ответвлений стояков отбора импульсного газа DN 50, при этом с помощью тепловизора измерялась температура поверхности труб, которая в свою очередь позволяла судить о появлении разогрева газа в тупиковых областях.

Исходя, из результатов работы специалистов АО «Гипрогазцентр», посвященной, численному моделированию в ANSYS CFX о явлении нагрева тупиковых ответвлений крановых узлов, было установлено, что в режимах ускоренного перепуска газа в тупиковых ответвлениях на крановых узлах МГ происходит разогрев. В случае выполнения подсоединения таких ответвлений к

					<i>Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

основной линии байпаса с помощью тройника DN300-DN200 и конического перехода DN200-DN50.

На данном этапе исследования, заключающегося, в исключении стремительного нагрева тупиковых полостей стояков отбора импульсного газа DN 50, производилась модификация существующей крановой обвязки с заменой типа тройникового соединения на прямую врезку.

В осенний период на площадке КУ проводился перепуск газа, после замены вида тройникового подсоединения стояка отбора импульсного газа – DN 50 к байпасной линии кранового узла – DN 300.

Изначально тройниковое соединение представляло собой тройник DN300-DN200 и конический переход DN200-DN50, после замены было осуществлено подсоединение прямой врезкой.

Процесс перепуска газа производился на участках МГ, прилегающих к крановому узлу км. ■■■, в процессе перепуска газа на КУ реализовывались разные режимы заполнения МГ, а именно различное соотношение перепада давлений при различном положении кранов крановой обвязки.

В этот же момент были осуществлены измерительные работы, связанные с фиксацией температуры тупиковых ответвлений. Схема кранового узла км. ■■■ представлена на рисунке 2.6.

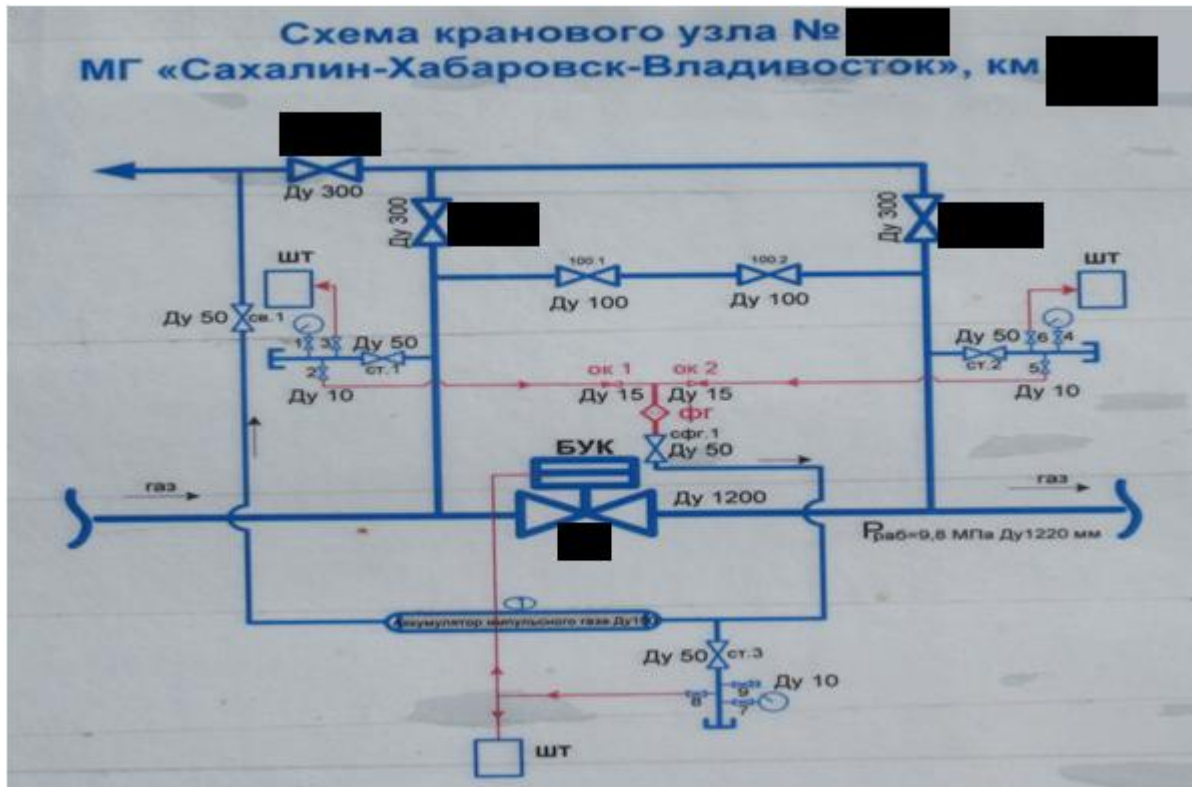


Рисунок 2.6 – Схема КУ [redacted] МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток»

Фото стояка отбора импульсного газа DN 50 до модификации представлено на рисунке 2.7.

Фото соединения стояка отбора импульсного газа DN 50 с байпасной линией DN 300 после изменения геометрии подсоединения приведено на рисунке 2.8



Рисунок 2.7 – Проектное решение установки стояка отбора DN 50



Рисунок 2.8 – Применение метода прямой врезки на практике

Порядок проведения перепуска газа происходил по следующим режимам:

1. перепуск газа на КУ км. █████ осуществлялся при открытии крана DN 300 и закрытой байпасной линии DN 100.
2. в режиме 2 обнаружился разогрев крана DN 100. Поэтому для его исключения было произведено открытие байпасной линии DN 100.

2.4.1 Анализ результатов эксперимента полученных, при подключении стояков отбора импульсного газа прямой врезкой

Результаты эксперимента были занесены в таблицу 2.1. В таблице представлено время эксперимента местное (г. Хабаровск), параметр давления до

					Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

(P₁) и после (P₂) кранового узла, температура вверху (t₁) и внизу стояка (t₂) DN 50, а так же температура байпасной линии DN 100 (t₃).

В последнем столбце данной таблицы указываются тепловизионные снимки, приведенные в **приложении А**. Температура окружающего воздуха составляла ~ 15⁰С

Таблица 2.1 – Результаты измерений на КУ № ██████

№ п/п	Время	P ₁ , МПа	t ₁ , °С	t ₂ , °С	t ₃ , °С	P ₂ , МПа	Примечание	№ рисунка(приложение А)
Режим 1								
1	10:00	0	18	18	18	4.0		
2	10:07	2.0	23	15	55	4.0	DN 300-100%; DN 100-закрыт	1
3	10:10	2.2	23	13	59	4.0		2
4	10:11	3.5	23	17	61	4.0		3
5	10:12	3.9	23	18	54	4.0		
6	10:13	4.0	23	18	48	4.0	(данные по DN 100)	4
7	10:15	4.0	19	21	35	4.0	(DN 50 с высокой стороны)	5
Режим 2								
8	11:30	1.9	19	19	28	4.0	DN 300-100%; DN 100-закрыт	
9	11:35	2.0	19	19	42	4.0		6
10	11:37	2.0	19	19	49	4.0		7
11	11:45	2.0	13	15	77	4.0		8
Режим 3								
12	11:46	2.0	19	18	52	4.0	DN 300-100%; DN 100-100%	9
13	11:47	2.0	19	7	32	4.0		
14	11:48	2.0	19	16	-	4.0		

Продолжение таблицы 2.1

15	11:49	2.0	20	11	-	4.0		
16	11:50	2.0	20	8	-	4.0		
17	11:53	2.0	20	8	-	4.0		
18	11:55	2.0	19	14	20	4.0		10

Пояснения к технологии перепуска газа при использовании данного технического решения, предотвращающего нагрев тупиковых полостей обвязки КУ:

Режим 1. Открытие байпасной линии DN 300 привело к сравнительно быстрому выравниванию давлений. Далее нагрев верхней части стояка DN 50 (t_1) с 18 до 23 °С связан только с повышением температуры газа внутри стояка до температуры торможения, которая не превышала указанное значение.

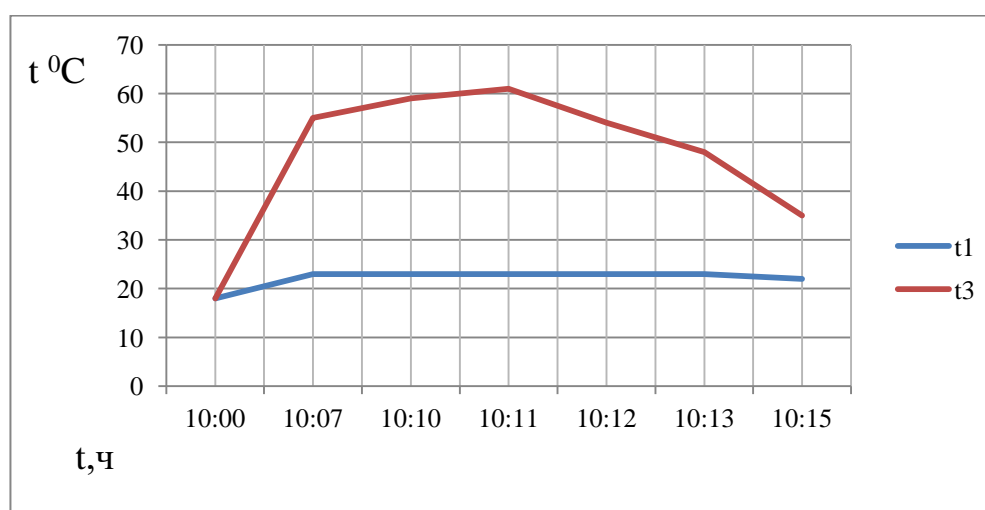


Рисунок 2.9 – График изменения температуры поверхности газопровода при режиме 1

При осуществлении текущего исследования в течение пунктов 1-2 (за 7 мин.) поверхность трубы DN 100 разогрелась с 18 до 55 °С (подсоединение DN 100 в байпасную линию DN 300 осуществлялось через тройник DN300-DN200 и конический переход DN200-DN100, т.е. по аналогии замененному подсоединению трубы стояка отбора импульсного газа DN 50).

Режим 2. Открытие линии DN 300 было осуществлено при меньшем перепаде давлений, тем не менее, данное действие повлекло разогрев тупикового ответвления DN 100 (на тепловизионном снимке было зафиксировано, что температура была порядка 77-78 °С).

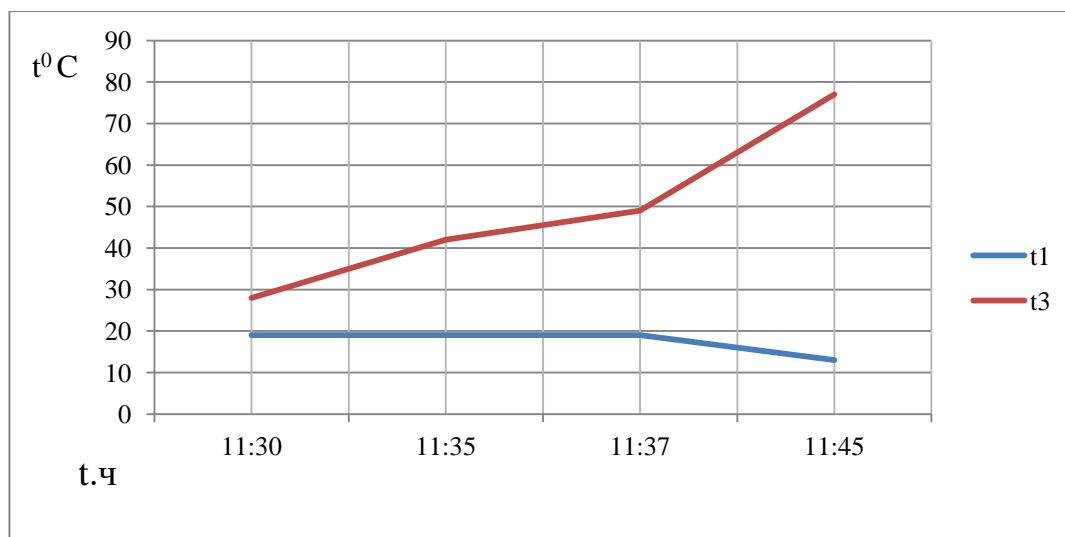


Рисунок 2.10 – График изменения температуры поверхности газопровода при режиме 2

Режим 3. Открытие крана DN 100 остановило разогрев линии DN 100. Температура по стояку DN 50 по прежнему стабилизирована.

Температура стояка DN 50 находилась в пределах 20-23 °С, что составляет, по-видимому, температуру торможения в условиях текущего процесса.

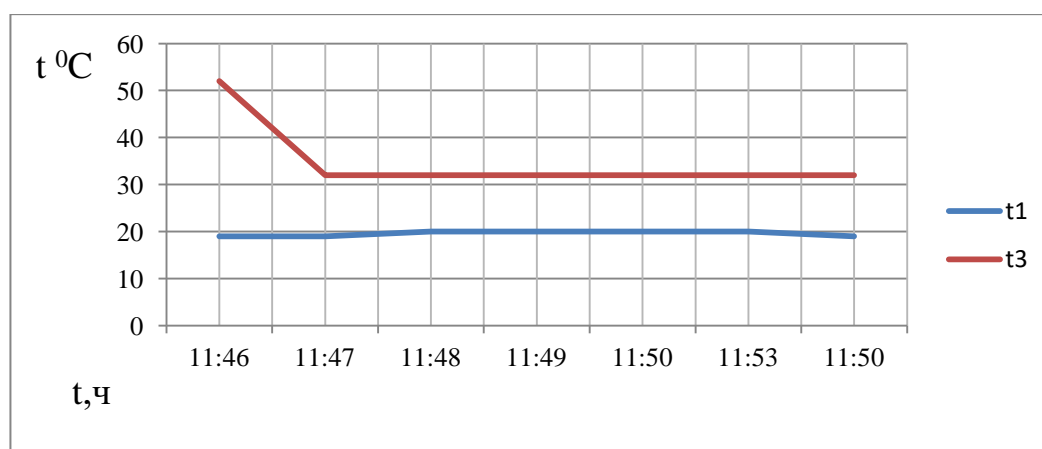


Рисунок 2.11 – График изменения температуры поверхности газопровода при режиме 3

Вывод об использовании данного технического решения на практике

Из всего выше перечисленного можно сделать вывод о том, что использование данного технического решения эффективно, так как в ходе процесса перепуска было установлено исключение нагрева стояка отбора импульсного газа DN 50.

Однако, несмотря на это было замечен нагрев байпасной линии DN 100, но впоследствии при полном открытии байпасной линии DN 100, он был остановлен. Для возможной оптимизации режимов заполнения газопроводов можно предложить данное техническое решение.

Для вновь строящихся крановых площадок рассмотреть применение прямой врезки при подключении стояков отбора газа, выполненной в соответствии с СТО Газпром 2-2.2-136-2007 п.10.8.2, либо с помощью трубопроводного узла, изготовленного в заводских условиях.

Недостатками данного метода будут являться следующие факторы:

- наиболее затратный метод с точки зрения издержек, которые может понести компания при проведении ремонта по замене стояков (сварочно-монтажные и земляные работы);
- негативное воздействие на окружающую среду при стравливании газа;
- негативное влияние при стравливании газа на персонал действуют как вредные, так и жизнеопасные производственные факторы.

Основной рекомендацией по использованию данного метода является осуществление врезки стояков отбора газа в байпасную линию DN 300 без переходников (прямой врезкой) на стадии проектирования новых крановых площадок.

					<i>Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

2.5 Метод применения трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ

Для исключения явления разогрева тупиковых ответвлений, на существующих крановых узлах предлагается осуществить подсоединение трубной конструкции к стоякам отбора импульсного газа, приведенной на рисунке 2.12. При заполнении участка МГ, прилегающего к используемому крановому узлу, была предложена фиксация момента и условия разогрева тупикового ответвления. После этого с целью избавления от явления разогрева необходимо произвести открытие кранов на предлагаемой конструкции.

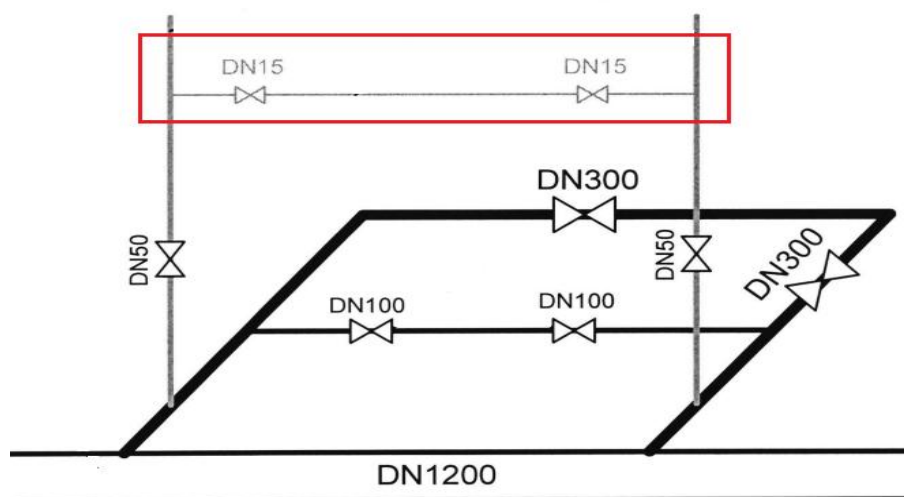


Рисунок 2.12 – Трехмерная схема КУ █████ МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток»

На заполняющем участке газопровода давление выше, поэтому газ сжат и при заполнении скорости его протекания через тупиковое ответвление недостаточно для возникновения эффекта Гартмана-Шпренгера. Далее вследствие снижения давления скорость газа увеличивается, поэтому в тупиковом ответвлении на заполняемом участке газопровода возникает нагрев из-за срыва потока в тупике и его пульсирования. Обеспечение перепуска газа из одного тупикового ответвления в другое позволяет, во-первых, движением газа устранить усло-

					Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

вия для возникновения пульсаций и нагрева, во-вторых, вследствие эффекта Джоуля-Томсона, газ, расширяясь в тупиковом ответвлении, будет охлаждаться, и охлаждать само ответвление [23].

Применение данного технического решения и оценка его эффективности осуществлялось на существующей крановой площадке МГ, также проводились замеры температуры тупиковых ответвлений DN 50 и фиксация режимов перепуска газа, при которых появляется разогрев.

На участках МГ в летний период проводились огневые работы по замене кранов DN 50, установленных на стояках отбора импульсного газа, на крановом узле ■ км. и ■ км.

После проведения огневых работ на указанных крановых узлах производился перепуск газа.

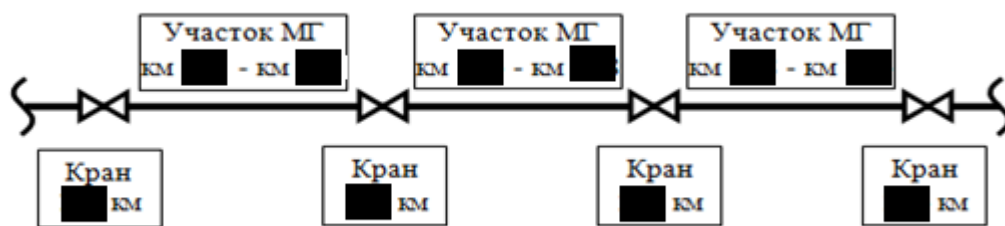


Рисунок 2.13 – Упрощенная схема МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток» на участке ■ км.

Схема КУ [REDACTED] км. представлена на рисунке 2.14.

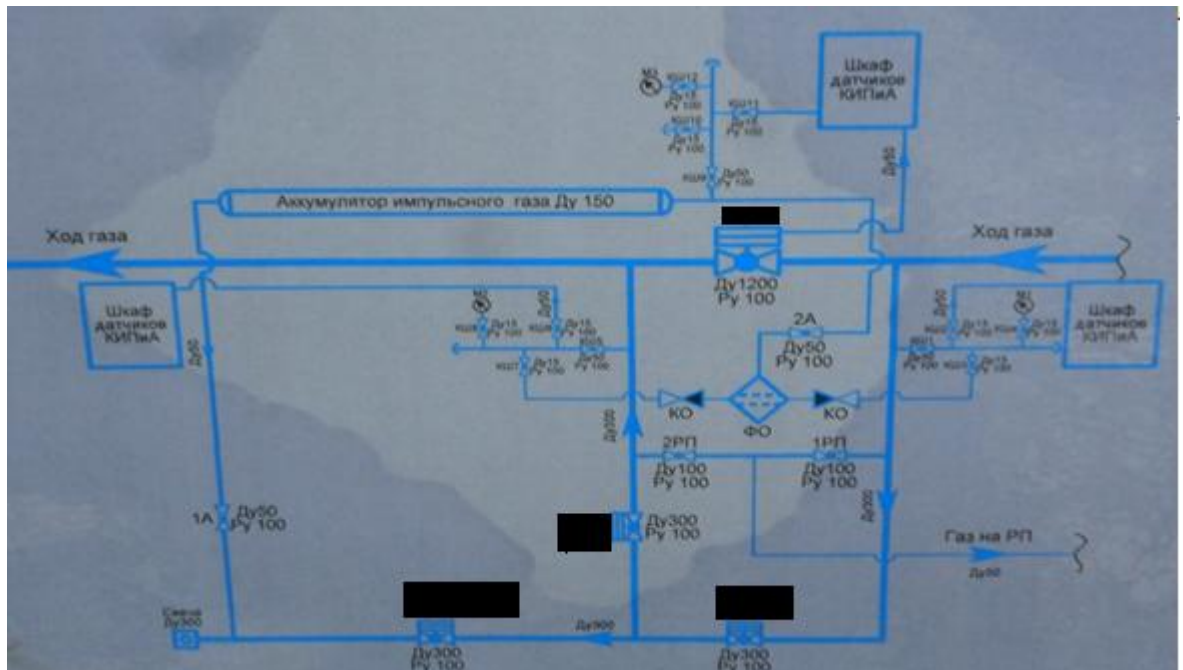


Рисунок 2.14 – Схема КУ [REDACTED] МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток»

На рисунке 2.15 представлена фотография стояка отбора импульсного газа DN 50:

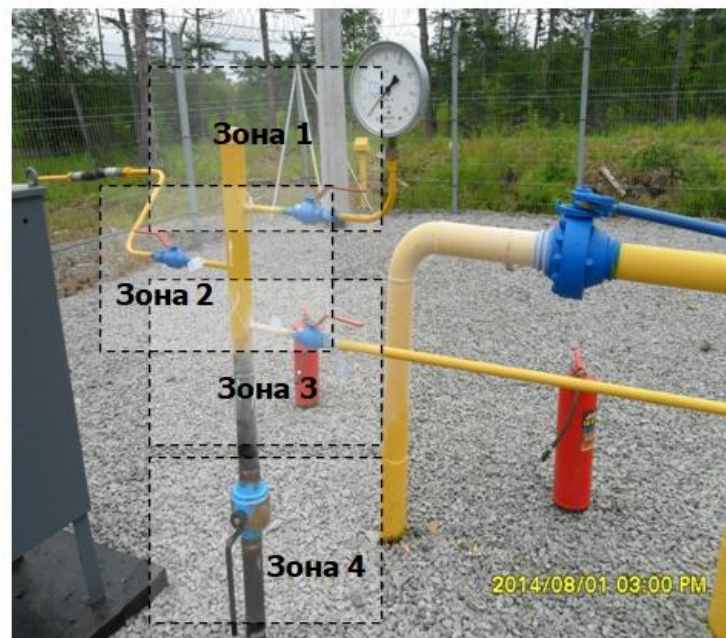


Рисунок 2.15 – Фотография стояка DN 50 КУ [REDACTED] МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток»

На рисунке 2.15 отмечены зоны, которые были зафиксированы тепловизором:

- зона 1 – верх стояка с подключенным манометром;
- зона 2 – линия подсоединения шкафа КИПиА;
- зона 3 – линия отбора импульсного газа;
- зона 4 – низ стояка, с замененным краном DN 50.

Схематично стояк отбора импульсного газа изображен на рисунке 2.16

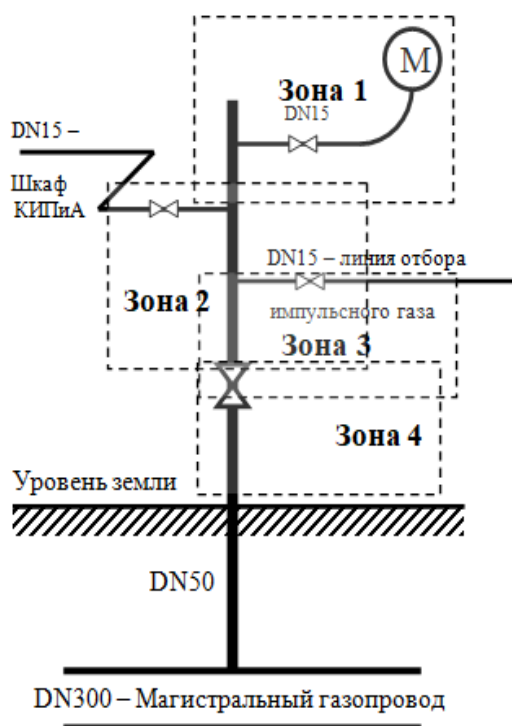


Рисунок 2.16 – Схема стояка DN 50 КУ184 МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток»

Работы проходили на двух крановых площадках ■ км. и ■ км. Замер температуры, времени и условий возникновения разогрева происходил в момент перепуска газа из одного прилегающего участка МГ в другой.

Проведение данного исследования при перепуске газа на крановом узле выполнялось в следующем порядке:

- 1) перепуск газа начинают с открытия кранов байпасной линии

DN 100, при этом наблюдают за равномерным ростом температуры стояка отбора импульсного газа DN 50.

2) по достижении температуры стояка DN 50 порядка 75°C производят открытие байпасной линии DN 15 с целью проверки эффективности данного решения для предотвращения происходящего разогрева. В результате открытия DN 15 рост температуры прекращается, при этом в нижней части стояка (у поверхности земли) температура падает вплотную до значения, при котором происходит обледенение поверхности трубы, в верхней точке наблюдают медленный спад температуры (скорость падения температуры существенно меньше ее нарастания в результате действий по пункту №1).

3) с сохранением предыдущих условий (линии DN 100 и DN 15 открыты) осуществляют поэтапное открытие байпасного крана DN 300 (величина шага открытия около 10%). При этом на некоторой величине открытия крана (каждый раз величину открытия заносят в таблицу измерений) наблюдают за разогревом стояка отбора газа DN 50. Для прекращения разогрева кран DN 300 закрывают (или уменьшают величину открытия крана).

4) с сохранением положений кранов производят заполнение газопровода до меньшего перепада давлений (соотношения давлений в участках МГ прилегающих к крановому узлу).

5) На меньшем перепаде давлений осуществляют повторное пошаговое открытие байпасного крана DN 300 (повторение п.3).

Режим 5 и 4 повторяют до того момента, пока при выполнении открытия крана DN 300 вплоть до значения 100% не перестает происходить разогрев стояка отбора газа DN 50.

После этого заполнение газопровода продолжают до момента полного выравнивания давлений между смежными участками МГ при неизменном положении кранов.

					<i>Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

2.5.1 Анализ результатов эксперимента полученных, при использовании метода трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ

Результаты измерений сведены в таблицы 2.2. В таблице приводится время события (местное г. Хабаровск), давления в линейных участках до (P_1) и после (P_2) кранового узла, температура вверху (t_1) и внизу стояка (t_2) DN 50 (с низкой стороны).

В одном из столбцов таблицы указываются номера тепловизионных фотографий, приведенных в **приложении В**, последний столбец таблицы отражает номер режима из указанного ранее алгоритма исследований. Температура окружающего воздуха $\sim 15^{\circ}\text{C}$ при испытаниях на КУ км. ■■■; $\sim 15^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2.2 – Заполнение участка ■■■ км. – ■■■ км. КУ ■■■

№ п/п	Время	P_1 , МПа	t_1 , $^{\circ}\text{C}$	t_2 , $^{\circ}\text{C}$	P_2 , МПа	Примечание	№ рис. (прил. В)	№ режима
1	14:50	0	21	30	2,8	Исходное состояние	1	1
2	14:52	0	21	30	2,8	Открытие линии DN 100		1
3	14:54	-	37	40	-		2	1
4	14:56	-	45	42	-		3	1
5	14:57	-	-	-	-	Открытие линии DN 15		2
6	14:58	-	73	10	-		4	2
7	14:59	-	75	5	-			2
8	15:02	-	82	0	-		5	2
9	15:07	-	76	-3	-			2
10	15:22	-	37	-5	-			2
11	15:30	0,25	20	-2	-	Открытие линии DN 300 (30%)	6	3
12	15:31	-	37	8	-			3
13	15:32	-	40	8	-	Закрытие линии DN 300		3,4
14	15:35	-	33	3	-			4
15	15:44	-	22	1	-			4

Продолжение таблицы 2.2

16	16:03	0,45	18	0	2,45			4
17	16:10	-	-	-	-	Открытие линии DN 300 (30%)		5
18	16:11	-	26	10	-	Открытие линии DN 300 (45%)		5
19	16:13	-	42	10	-	Открытие линии DN 300 (60%)		5
20	16:14	-	54	12	-		7	5
21	16:15	-	67	14	-	Открытие линии DN 300 (70%)		5
22	16:16	-	78	32	-		8	5
23	16:16	-	78	32	-	Закрытие линии DN 300	9	4
24	16:25	0,75	24	5	2,2			4
25	16:26	-	23	5	-	Открытие линии DN 300 (50%)		5
26	16:28	-	23	5	-	Открытие линии DN 300 (60%)		5
27	16:30	-	30	10	-	Открытие линии DN 300 (70%)		5
28	16:31	0,9	42	20	2,1	Открытие линии DN 300 (70%)		5
29	16:32	0,9	40	18	2,1	Открытие линии DN 300 (60%)		5
30	16:39	1,14	23	8	1,79	Открытие линии DN 300 (90%)	10	5
31	16:40	-	23	8	-	Открытие линии DN 300 (100%)	11	5
32	16:41	-	23	10	-			
33	16:42	1,25	23	13	1,63			
34	16:45	1,34	23	13	1,58		12	

Аналогичными оказались результаты, полученные при заполнении участка газом ■■■ км. - ■■■ км. МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток».

Пояснения к режимам перепуска газа при использовании дополнительного трубного соединения между стояками отбора импульсного газа DN 50:

➤ П/п 1-4 – режим 1. Открытие байпасной линии DN100 привело к разогреву тупикового ответвления стояка DN 50;

➤ П/п 5-10 – режим 2. Открытие трубного соединения DN 15 привело к прекращению разогрева тупикового ответвления стояка DN 50 и резкому охлаждению его на участке от точки подсоединения линии DN 15 до линии DN 300 (зона 3,4), в зоне от линии DN 15 и до тупиковой точки охлаждение происходило медленнее;

➤ П/п 11-13 – режим 3. Плавное открытие крана DN 300 привело к возобновлению разогрева тупикового ответвления DN 50 (несмотря на открытую линию DN 15). Отличие от п/п 1-4 заключалось в том, что в нижней зоне стояка (от точки подсоединения линии DN 15 до линии DN 300) температура ниже, ввиду притока дросселированного газа по линии DN 15;

➤ П/п 13-16 – режим 4. Закрытие крана DN 300 с целью охлаждения стояка DN 50.

➤ П/п 17-22 – режим 5. Плавное открытие крана DN 300 привело к возобновлению разогрева тупикового ответвления DN 50 (несмотря на открытую линию DN 15).

➤ П/п 23-24 – режим 4. Закрытие крана DN 300 с целью охлаждения стояка DN 50.

➤ П/п 25-33 – режим 5. Плавное открытие крана DN 300 привело к незначительному разогреву тупикового ответвления DN 50 (несмотря на открытую линию DN15). Однако по достижении соотношения давлений P2/P1~2 (п/п 29-30) наблюдалась стабилизация температуры стояка.

➤ П 34– при полностью открытом кране DN 300 разогрева не наблюдается. Температура во всех местах обвязки постоянна.

					Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

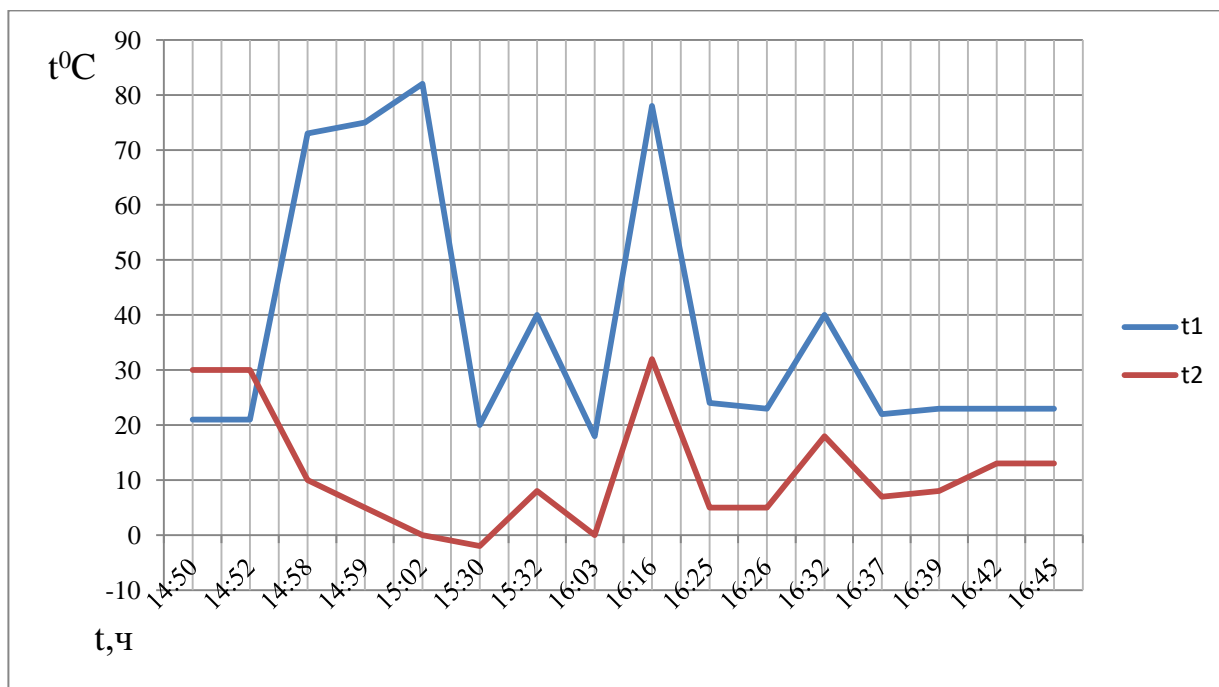


Рисунок 2.17 – График изменения температуры поверхности стояка отбора импульсного газа DN 50

Вывод об использовании данного технического решения на практике

Согласно результату полученному, в ходе перепуска газа из одного участка МГ в другой, находящейся не под давлением, с применением метода байпасной перемычки можно сделать вывод о том, что использование данного технического решения эффективно, так как в ходе процесса перепуска было установлено снижение и впоследствии исключение нагрева стояка отбора импульсного газа DN 50.

Для оптимизации данной технологии в процессе перепуска газа необходимо, на уже построенных крановых площадках организовать соединение стояков отбора импульсного газа между собой с помощью дополнительной перемычки. Предположительно перемычка большего диаметра способна полностью исключить разогрев стояков на любом режиме заполнения МГ.

Достоинства следующего метода заключаются в том, что достигается упрощение способа предупреждения нагрева трубных элементов крановой обвязки. В результате чего обеспечивается технический результат изобретения – увеличение скорости заполнения участка газопровода [23]. Также достоинствами данного технического решения являются следующие аспекты:

- ✓ снижение и впоследствии исключение стремительного роста температуры [23];
- ✓ экономическая целесообразность, заключающиеся в значительном снижении финансовых затрат на сварочно – монтажные работы и исключении земельных работ [23].

					<i>Анализ технических решений по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления кранового узла</i>	<i>Лист</i>
						57
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

В расчетной части данной выпускной квалификационной работе был произведен следующие расчеты:

- расчет напряжений, вызванных изменением температуры вследствие нагрева тупиковых ответвлений;
- расчет на определение толщины стенки трубопровода;
- расчет на проверку прочности трубопровода в продольном направлении;
- расчет на проверку пластической деформации трубопровода.

3.1 Расчёт напряжений, вызванных изменением температуры вследствие нагрева тупиковых ответвлений

В соответствии с СП 36.13330.2012 (п. 12.5.4): продольные напряжения и изгибающие моменты в балочных, шпренгельных, висячих и арочных надземных трубопроводах следует определять в соответствии с общими правилами строительной механики. При этом трубопровод рассматривается как стержень (прямолинейный или криволинейный) [24, с.62]. При нагреве или охлаждении в элементах конструкций возникают напряжения.

В случае если при нагреве или охлаждении стержня, ничего не препятствует изменению его длины, то в нем не возникает никаких напряжений. Другое дело в статически неопределимых системах. При нагреве стержня, жестко защемленного обоими концами, заделки препятствуют его свободному удлинению, и в них возникают реактивные силы, вызывающие сжатие бруса.

Напряжения, вызванные изменением температуры в стержне постоянного сечения, не зависят от его длины, площади поперечного сечения, а зависят от

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					<i>Оптимизация методов, исключаящих аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>			
Разраб.		Дубровный А. С.			Расчетная часть	Лит	Лист	Листов
Руковод.		Брусник О. В.					58	110
Консульт.						НИ ТПУ ИШПР		
Рук-ль ООП		Брусник О. В.				ГРУППА 2Б4А		

модуля упругости (E , МПа), коэффициента линейного расширения (α , K^{-1}) и разности температур (Δt $^{\circ}C$, разность температуры стенки трубы при эксплуатации и температуры фиксации расчетной схемы трубопровода $15^{\circ}C$, определяется по формуле 3.1) и определяются по формуле 3.2 [25]:

$$\Delta t = t_0 - t_{\text{э}} \quad (3.1)$$

$$\sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta t \quad (3.2)$$

При нагреве стержня в нем возникают сжимающие напряжения при невозможности свободного удлинения (рисунок 3.1 – а), при охлаждении – растягивающие, поскольку брус будет испытывать растяжение, не имея возможности свободно укорачиваться (рисунок 3.1 – б) [25].

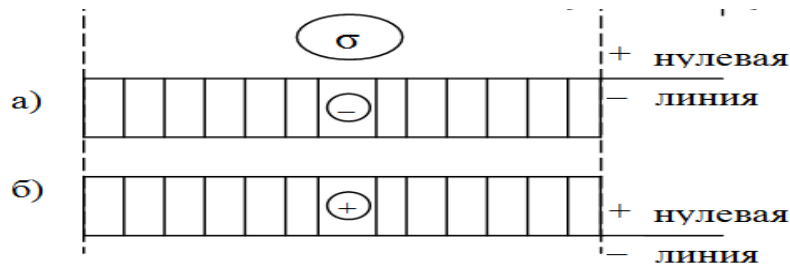


Рисунок 3.1 – Напряжения, вызванные изменением температуры в стержне постоянного сечения

Допускаемое напряжение (σ , МПа) – это наибольшее напряжение, при котором обеспечивается требуемая прочность, жёсткость и долговечность элемента конструкции в заданных условиях его эксплуатации. Допускаемое напряжение составляет некоторую долю от предельного напряжения, при расчете на прочность приходится сравнивать фактические напряжения (в случае с нагревом тупиковых ответвлений стояков отбора газа фактическими напряжениями являются температурные напряжения), возникающие в сечении стержня с некоторыми допускаемыми напряжениями, рассчитанными для данного материала.

То есть необходимо выполнение неравенства 3.3:

$$\sigma \leq \sigma_B \quad (3.3)$$

					Расчетная часть	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Марка стали, из которой были выполнены элементы обвязки кранового узла, которые подвергались тепловым нагрузкам байпасная линия DN 100, тупиковые ответвления стояков отбора импульсного газа DN 50 является сталь 09Г2С.

В настоящее время применяются при строительстве и эксплуатации магистральных газо - нефтепроводов стальные трубы марки стали 09Г2С. Сталь 09Г2С получила распространение благодаря своим высоким химическим и механическим свойствам. Значение допускаемого напряжения для данной марки стали равно $\sigma = 196$ МПа [26].

Расчет напряжений, вызванных изменением температуры тупиковых ответвлений при использовании метода прямой врезки

Характеристики стали, необходимые для расчета при методе прямой врезки представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Параметры стали марки 09Г2С, необходимые для расчета

Сталь	σ , МПа	E, МПа	α , 1/°C
09Г2С	196	210000	0,0000114

Исходные значение температур и давлений при каждом эксперименте и рассчитанные напряжения, вызванные изменением температуры, и их сравнение с допускаемым напряжением представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты расчетов при методе прямой врезки

№ п/п	t_1 , °C	t_2 , °C	t_3 , °C	t_{max} , °C	σ , МПа	Сравнение σ и σ_B
1	18	18	18	18	6,84	Не превышает
2	23	15	55	55	91,2	Не превышает
3	23	13	59	59	100,32	Не превышает
4	23	17	61	61	104,88	Не Превышает
5	23	18	54	54	88,92	Не превышает
6	23	18	48	48	75,24	Не превышает
7	22	21	35	35	45,6	Не превышает
8	19	19	28	28	29,64	Не превышает

Продолжение таблицы 3.2

9	19	19	42	42	61,56	Не превышает
10	19	19	49	49	77,52	Не превышает
11	13	15	77	77	141,36	Не превышает
12	19	18	52	52	84,36	Не превышает
13	19	7	32	32	38,76	Не превышает
14	20	11	32	32	11,4	Не превышает

Расчет напряжений, вызванных изменением температуры тупиковых ответвлений при использовании метода трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки

Характеристики стали 09Г2С, необходимые для расчета при методе байпасной перемычке являются такими же, которые были использованы при вышеприведенном расчете.

Таблица 3.3 – Результаты расчетов при использовании байпасной перемычки

№ п/п	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$	$\sigma, \text{МПа}$	Сравнение σ и σ_B
1	21	30	30	34,2	Не превышает
2	21	30	30	34,2	Не превышает
3	73	10	73	132,24	Не превышает
4	75	5	75	136,8	Не превышает
5	82	0	82	152,76	Не превышает
6	20	-2	20	11,4	Не превышает
7	40	8	40	57	Не превышает
8	18	0	18	6,84	Не превышает
9	78	32	78	143,64	Не превышает
10	24	5	24	20,52	Не превышает
11	23	5	23	18,24	Не превышает
12	40	18	40	57	Не превышает
13	22	7	22	15,96	Не превышает
14	23	8	23	18,24	Не превышает
15	23	13	23	18,24	Не превышает
16	23	13	23	18,24	Не превышает

Исходя из полученных данных расчета на напряжения, вызванных изменением температуры тупиковых ответвлений при использовании ранее предложенных технических решений, можно сказать о том, что не было зафиксировано превышение параметра напряжения, вызванного изменением температуры σ_{ϕ} параметра допусковых напряжений $[\sigma]$ стали.

3.2 Определение толщины стенки трубопровода

Расчетная толщина стенки трубопровода δ определяется по формуле 3.4[27,с.446]:

$$\delta = \frac{n \cdot p \cdot D_H}{2 \cdot (R_1 + n \cdot p)} \quad (3.4)$$

где n – коэффициент надежности по нагрузке - внутреннему рабочему давлению в трубопроводе;

$n=1, 1$; нагрузка и воздействие – внутренне давление для газопроводов, значение коэффициента выбрано из приложения 35 [27];

p – рабочее давление, 6,3 Мпа;

D_H – наружный диаметр трубы, 1220 мм;

R_1 – расчетное сопротивление растяжению, Мпа, определяемое по формуле 3.5:

$$R_1 = \frac{R_1^H \cdot m}{k_1 \cdot k_H} \quad (3.5)$$

где m – коэффициент условий работы трубопровода;

$m=0, 9$, так как осуществляется транспорт природного газа по газопроводу диаметром 1220, значение коэффициента выбрано из приложения 34 [27];

k_1 – коэффициент надежности по материалу, значение коэффициента выбрано из приложения 39 [27], $k_1= 1,47$;

k_H – коэффициент надежности по назначению трубопровода, значение

					Расчетная часть	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

коэффициента выбрано из приложения 37 [27], $k_H=1,05$;

R_1^H – нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла труб, принимается равным минимальному значению временного сопротивления Сталь 17Г1С, значение коэффициента выбрано из приложения 40 [27];
 $R_1^H = 510$ Мпа.

$$R_1 = \frac{510 \cdot 0,9}{1,47 \cdot 1,05} = 297 \text{Мпа}$$

$$\delta = \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 1220}{2 \cdot (297 + 1,1 \cdot 6,3)} = 14 \text{мм}$$

При наличии продольных осевых сжимающих напряжений, толщина стенки определяется по формуле 3.6 [27, стр. 447]:

$$\delta = \frac{n \cdot p \cdot D_H}{2 \cdot (R_1 \cdot \psi_1 + n \cdot p)} \quad (3.6)$$

где ψ_1 – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние труб, определяется формуле 3.7:

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \cdot \left(\frac{|\sigma_{np.N}|}{R_1} \right)^2} - 0,5 \cdot \frac{\sigma_{np.N}}{R_1} \quad (3.7)$$

где $\sigma_{np.N}$ – продольное осевое сжимающее напряжение, МПа.

$$\sigma_{np.N} = -\alpha_t \cdot E \cdot \Delta t + 0,3 \cdot \frac{n \cdot p \cdot D_{вн}}{2 \cdot \delta_n} \quad (3.8)$$

где α_t – коэффициент линейного расширения металла труб; $\alpha_t = 1,2 \cdot 10^{-5}$

Δt – расчетный температурный перепад; $\Delta t = 50$;

E – модуль упругости стали; $E = 2,1 \cdot 10^5$ Мпа, приложение 38 [27];

$D_{вн}$ – диаметр внутренний, мм, с толщиной стенки δ_n .

$$D_{вн} = D_H - 2 \cdot \delta_n \quad (3.9)$$

					Расчетная часть	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sigma_{np.N} = -1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 50 + 0,3 \cdot \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 1192}{2 \cdot 14} = -37,49 \text{ МПа}$$

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \cdot \left(\frac{|-37,49|}{297}\right)^2} - 0,5 \cdot \frac{|-37,49|}{297} = 0,93$$

$$\delta = \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 1220}{2 \cdot (297 \cdot 0,93 + 1,1 \cdot 6,3)} = 14,9 \text{ мм}$$

Если мы примем эту толщину стенки трубы, то значение продольных осевых напряжений:

$$\sigma_{np.N} = -1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 50 + 0,3 \cdot \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 1192}{2 \cdot 14,9} = -42,84 \text{ МПа}$$

Тогда

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \cdot \left(\frac{|-42,84|}{297}\right)^2} - 0,5 \cdot \frac{|-42,84|}{297} = 0,92$$

$$\delta = \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 1220}{2 \cdot (297 \cdot 0,92 + 1,1 \cdot 6,3)} = 15 \text{ мм}$$

Толщину стенки труб следует принять не менее $\frac{1}{140} D_H$, но не менее 4мм – для труб условным диаметром свыше 200мм :

$$\frac{D_H}{140} = \frac{1220}{140} = 8,7 < 15 \text{ мм.}$$

В итоге приходим к тому, что значение стенки трубопровода будет составлять 15мм.

3.3 Проверка на прочность трубопровода в продольном направлении

Проверку подземных трубопроводов на прочность в продольном направлении следует производить из следующего условия 3.10 [27, стр. 447]:

					Расчетная часть	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$|\sigma_{пр.N}| \leq \psi_2 \cdot R_1 \quad (3.10)$$

$$\sigma_{пр.N} = -1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 50 + 0,3 \cdot \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 1190}{2 \cdot 15} = -43,53 \text{ Мпа}$$

где

$\sigma_{пр.N}$ – продольное осевое напряжение от расчетных нагрузок и воздействий, Мпа; (определяемое по формуле 3.11, но для принятой толщины стенки трубопровода);

ψ_2 – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб, при растягивающих осевых продольных напряжениях ($\sigma_{пр.N} > 1$) принимаемый равный единице, при сжимающих определяется по формуле 3.12:

$$\sigma_{кц} = \frac{n \cdot p \cdot D_{вн}}{2 \cdot \delta_H} \quad (3.11)$$

$$\psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \cdot \left(\frac{\sigma_{кц}}{R_1}\right)^2} - 0,5 \cdot \frac{\sigma_{кц}}{R_1} \quad (3.12)$$

$$\sigma_{кц} = \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 1190}{2 \cdot 15} = 274,9 \text{ Мпа};$$

$$\psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \cdot \left(\frac{274,9}{297}\right)^2} - 0,5 \cdot \frac{274,9}{297} = 0,14;$$

$$\psi_2 \cdot R_1 = 0,14 \cdot 297 = 40,7781 \text{ Мпа}$$

Следовательно, условие 3.10 выполняется:

$$|-43,53 \text{ Мпа}| < 40,78 \text{ Мпа}$$

Исходя из полученного неравенства можно сделать вывод о том, что при заданных эксплуатационных характеристиках газопровода, можно продолжать бесперебойную транспортировку энергоносителя.

3.4 Проверка на пластические деформации трубопровода

Для предотвращения недопустимых пластических деформаций подзем-

					Расчетная часть	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ных трубопроводов в продольном и кольцевом направлениях проверку производят по условиям 3.13,3.14:

$$|\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}}| \leq \psi_3 \cdot \frac{m}{0,9 \cdot k_{\text{H}}} \cdot R_2^{\text{H}} \quad (3.13)$$

$$\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}} \leq \frac{m}{0,9 \cdot k_{\text{H}}} \cdot R_2^{\text{H}} \quad (3.14)$$

где $R_2^{\text{H}} = \sigma_m$ – предел текучести стали, МПа, приложение 40 [27];

$\sigma_m = 400\text{Мпа}$;

где $\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}}$ – максимальные суммарные продольные напряжения в трубопроводе от нормативных нагрузок и воздействий определяется по формуле 3.15 [27, стр. 448] :

$$\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} = 0,3 \cdot \sigma_{\text{кц}}^{\text{H}} - \alpha \cdot E \cdot \Delta t \pm \frac{E \cdot D_{\text{H}}}{2R} \quad (3.15)$$

где R – радиус упругого изгиба, мм; $R = 1000 \cdot D_{\text{H}}$;

ψ_3 – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб, при растягивающих продольных напряжениях ($\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} \geq 0$), принимаемый равной единице, при сжимающих ($\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} \leq 0$), определяемый по формуле 3.16:

$$\psi_3 = \sqrt{1 - 0,75 \cdot \left(\frac{\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}}}{\frac{m}{0,9 \cdot k_{\text{H}}} \cdot R_2^{\text{H}}} \right)^2} - 0,5 \cdot \frac{\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}}}{\frac{m}{0,9 \cdot k_{\text{H}}} \cdot R_2^{\text{H}}} \quad (3.16)$$

Кольцевые напряжения от действия нормативной нагрузки – внутреннего давления определяются по формуле 3.17 [27,стр.448]:

$$\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}} = \frac{p \cdot D_{\text{вн}}}{2 \cdot \delta_{\text{H}}} \quad (3.17)$$

$$\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}} = \frac{6,3 \cdot 1190}{2 \cdot 15} = 249,9 \approx 250\text{Мпа}$$

$$\psi_3 = \sqrt{1 - 0,75 \cdot \left(\frac{250}{\frac{0,9}{0,9 \cdot 1,05} \cdot 400} \right)^2} - 0,5 \cdot \frac{250}{\frac{0,9}{0,9 \cdot 1,05} \cdot 400} = 0,49$$

					Расчетная часть	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Положительное значение продольного напряжения от нормативных на грузок и воздействий:

$$\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} = 0,3 \cdot 250 - 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 50 + \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 1220}{2 \cdot 1000 \cdot 1220} = 54 \text{ Мпа}$$

Отрицательное значение продольного напряжения от нормативных на грузок и воздействий :

$$\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} = 0,3 \cdot 250 - 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 50 - \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 1220}{2 \cdot 1000 \cdot 1220} = -156 \text{ Мпа}$$

$$\psi_3 \cdot \frac{m}{0,9 \cdot k_{\text{H}}} \cdot R_2^{\text{H}} = 1 \cdot \frac{0,9}{0,9 \cdot 1,05} \cdot 400 = 381 \text{ Мпа, т. к. } \sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} > 0, \text{ то } \psi_3 = 1$$

$$\psi_3 \cdot \frac{m}{0,9 \cdot k_{\text{H}}} \cdot R_2^{\text{H}} = 0,49 \cdot \frac{0,9}{0,9 \cdot 1,05} \cdot 400 = 188 \text{ Мпа, при } \sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} < 0,$$

$$\psi_3 = 0,49$$

Условие 3.13 для положительного значения продольного напряжения от нормативных нагрузок выполняется:

$$54 \leq 1 \cdot \frac{0,9}{0,9 \cdot 1,05} \cdot 400$$

$$54 \leq 381 - \text{условие 3.13 соблюдается.}$$

Условие 3.13 для отрицательного перепада температур:

$$-156 \leq 0,494 \cdot \frac{0,9}{0,9 \cdot 1,05} \cdot 400$$

$$|-156| \leq 188 - \text{условие 3.13 соблюдается.}$$

Условие 3.14 по нормативным кольцевым напряжениям также было со блюдено:

$$250 \leq \frac{0,9}{0,9 \cdot 1,05} \cdot 400$$

$$250 \leq 381 - \text{условие 3.14 соблюдается.}$$

					Расчетная часть	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Из выполнения вышеперечисленных условий следует, что при заданных эксплуатационных характеристиках газопровода, можно продолжать бесперебойную транспортировку энергоносителя.

					<i>Расчетная часть</i>	<i>Лист</i>
						68
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данной главе будет проведен сравнительный анализ экономической эффективности проведения работ по устранению нагрева тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода методом установки трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки или методом прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа.

4.1 Расчет нормативной продолжительности выполнения работ

Для того чтобы обеспечить надежность эксплуатации МГ необходимо максимально снизить или предотвратить рост аномального стремительного нагрева тупиковых ответвлений обвязки кранового узла МГ.

Нормы времени для проведения ремонтных работ, заключающихся в установке необходимого технического решения (байпасной перемычки, или изменении геометрии подсоединения стояка отбора импульсного газа к байпасной линии) составлены на основе опыта сотрудников предприятия ООО «Газпром трансгаз Томск».

Нормы времени на установку трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Нормы времени на установку трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ

№ п/п	Наименование работ	Продолжительность работ, часов	Состав бригады, человек
-------	--------------------	--------------------------------	-------------------------

						<i>Оптимизация методов, исключая аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>										
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>												
<i>Разраб.</i>		<i>Дубровный А. С.</i>			<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>						<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>			
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О. В.</i>									69	110				
<i>Консульт.</i>											<i>НИ ТПУ</i>			<i>ИШПР</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О. В.</i>									<i>ГРУППА</i>			<i>2Б4А</i>		

Продолжение таблицы 4.1

1	Оформление документов для допуска к проведению работ по установке трубного соединения	11	
2	закрытие кранов стояков отбора импульсного газа DN 50	0,1	6
3	снятие заглушек с фланцев у стояков DN 50	0,5	6
4	Сварочно-монтажные работы по установке трубного соединения DN 15 (DN 50)	4	6
5	Опрессовка трубного соединения, состоящего из фланцев, прямолинейных участков и крана	1	6
	Продолжительность работ по установке трубного соединения, ИТОГО	16,6	

Нормы времени на установку прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа приведены в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Нормы времени на установку прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа

№ п/п	Наименование работ	Продолжительность работ, часов	Состав бригады, человек
1	Оформление документов для допуска к проведению работ по установке прямой врезки стояков отбора газа DN 50	12	3

Продолжение таблицы 4.2

2	Участок МГ, который необходимо вывести в ремонт перекрывается линейными кранами	0,5	14
3	Для ремонта участка МГ газ из газопровода стравливается до атмосферного давления	5	14
4	Выполнение земельных работ (рытье траншеи крановой площадки)	2	14
5	Проведение огневых работ, по вырезке участка газопровода с проектным решением	3	14
6	Проведение работ, связанных с установкой прямой врезки стояков отбора импульсного газа DN 50	2	14
7	Заключительные работы при использовании данного технического решения	4	14
	Продолжительность работ по установке прямой врезки стояков отбора газа соединения, итого	28,5	

Составим линейные календарные графики проведения работ по применению технических решений, направленных на снижение аномального стремительного нагрева тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ. Будем учитывать, что продолжительность рабочего дня составляет 8 часов.

Таблица 4.3 – График проведения работ по установке трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки

Наименование операции	Всего часов	Дни						
		1	2	3	4	5	6	7
Оформление документов	11	■	■					
Подготовительные работы	0,6		■					
Сварочно - монтажные работы	5		■					
Итого	16,6							

Таблица 4.4 – График проведения работ по установке прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа

Наименование операции	Всего часов	Дни						
		1	2	3	4	5	6	7
Оформление документов	12	■	■					
Подготовительные работы	7,5		■					
Сварочно - монтажные работы и завершающие работы	9		■	■	■			
Итого	28,5							

4.2 Расчет сметной стоимости, осуществляемый ресурсным методом

Ресурсный метод – это метод, который основывается на оценке элементов прямых затрат (ресурсов) в текущих рыночных ценах и условиях. В процессе составления смет используются натуральные измерители расходов материалов, а также конструкций, затрат времени эксплуатации оборудования, затраты труда рабочих. Цены на все эти ресурсы принимаются текущие (т.е. на момент составления смет). Данный метод способен определить сметную стоимость необходимого объекта на данный момент времени [28,с.14].

Основной частью сметных расчетов являются затраты на материальные

ресурсы, трудовые затраты на страховые взносы, заработную плату и амортизацию основных фондов.

Проведем расчет данных затрат на применение метода трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ и метода прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа (таблицы 4.5, 4.6).

Таблица 4.5 – Расчет стоимости материалов при установке трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки

Наименование материала, единица измерения	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./ нат. ед.	Стоимость материалов, руб.
Труба марки стали 09Г2С, Ду=14×2.	1 шт.	1200	1200
Кран шаровый полнопроходный, газовый, Ду=15	1 шт.	750	750
Электроды LB 52-U	5 кг	306	1530
Итого			3480

Таблица 4.6 – Расчет стоимости материалов при установке прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа

Наименование материала, единица измерения	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./ нат. ед.	Стоимость материалов, руб.
Стояк отбора импульсного газа прямая врезка DN 50 PN10	2 шт.	75000	150000
Электроды LB 52-U	10 кг	306	3060
Труба марки стали 09Г2С, Ду=14×2.	1 шт.	1200	1200
Итого			154260

Расходы, которые идут на оплату труда включают суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с

принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда. Премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство и др. Начисления стимулирующего или компенсирующего характера – надбавки за работу в ночное время, в много-сменном режиме, совмещение профессий, работу в выходные и праздничные дни и др. [28, с.16].

Надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др. Суммы платежей (взносов) работодателей по договорам обязательного и добровольного страхования. Расчет заработной платы можно свести в таблицы 4.7, 4.8.

Таблица 4.7 – Расчет заработной платы при установке трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки

Должность	Количество	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Начальник службы	1	6	300	16,6	9063,6
Трубопроводчик линейный 5 разряд	3	5	200		18127,2
Сварщик	1	6	110		3323,32
Водитель автомобиля Урал	2	-	90		5438,16
Дефектоскопист	2	5	140		8459,36
ИТОГО					44411,64

Таблица 4.8 – Расчет заработной платы при установке прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа

Должность	Количество	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Заработная плата с учетом надбавок, руб.

Продолжение таблицы 4.8

Начальник службы	1	6	300	28,5	15561
Трубопроводчик линейный 5 разряд	4	5	200		41496
Инженер	1	2	370		19191,9
Сварщик	4	5	110		22822,8
Водитель автомобиля Урал	4	-	90		18673,2
Дефектоскопист	2	5	140		14 523,6
Инженер по охране труда и промышленной безопасности	1	2	340		17653,8
Машинист Эскаватора	1	6	120		6224,4
ИТОГО					156128,7

Страховые взносы определяются согласно установленным Налоговым кодексом РФ. Основная сумма страховых взносов складывается из страховых взносов в государственные внебюджетные фонды и страховых взносов в фонд социального страхования на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, составляющих 30% и 20% соответственно от фонда заработной платы (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Страховые взносы

Метод снижения аномального нагрева тупиковых ответвлений стояков отбора газа КУ МГ	Сумма страховых взносов, руб.
Установка трубного соединения тупиковых ответвлений краевой обвязки	22206
Установка прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа	78064

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений можно свести в таблицы 4.10 и 4.11 для каждого метода соответственно [28,с.17].

Для расчета нормы амортизации нужно всю амортизацию (принятую за 100 %) поделить на полезный срок службы объекта (в данном случае 10 лет). Затем можно посчитать сумму амортизации за прошедший год, то есть умножить первоначальную стоимость на норму и разделить на 100 %. Чтобы рассчитать амортизационные отчисления за сутки, нужно всего лишь поделить полученную предыдущим действием сумму на количество дней в году (365).

Рассчитаем амортизационные отчисления за сутки при установке при установке трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки. Основное средство имеет первоначальную стоимость 3500 руб. Срок полезного использования 10 лет. Рассчитаем ежесуточные амортизационные отчисления:

Норма амортизации: $100 \% / 10 \text{ лет} = 10 \%$.

Годовая амортизация: $3500 * 10 \% / 100 \% = 350 \text{руб.}$

Ежесуточная амортизация: $350 / 365 = 0,9 \text{ руб.}$

Аналогично рассчитываются амортизационные отчисления при установке прямой врезке стояков отбора импульсного газа.

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

Таблица 4.10 – Расчет амортизационных отчислений при установке трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, руб./смену
		одного объекта	всего		
Установка трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки	1	3500	3500	10	0,9
ИТОГО					0,9

Таблица 4.11 – Расчет амортизационных отчислений при установке прямой врезке стояков отбора импульсного газа

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, руб./смену
		одного объекта	всего		
Установка прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа	1	154300	154300	10	42
ИТОГО					42

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма прямых затрат на проведение работ (таблица 4.12).

Таблица 4.12 – Затраты на проведение работ

Состав затрат	Сумма затрат, руб.	
	Установка трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки	

Продолжение таблицы 4.12

Материальные затраты	3480	154260
Затраты на оплату труда	44411,64	156128,7
Страховые взносы	22206	78064
Амортизационные отчисления	0,9	42
ИТОГО	70098,54	388494,7

Составим общую смету затрат на проведение работ по снижению аномального стремительного нагрева тупиковых ответвлений стояков отбора импульсного газа DN 50 на КУ МГ (таблица 4.13).

Таблица 4.13 – Смета затрат на выполнение работ

Статьи затрат	Сумма затрат, руб.	
	Установка трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки	Установка прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа
Материалы и комплектующие	3480	154260
Оплата труда	44411,64	156128,7
Страховые взносы	22206	78064
Амортизация основных средств	0,9	42
Накладные расходы	1350	3400
Прочие расходы	600	1200
ИТОГО	72049	393094,7

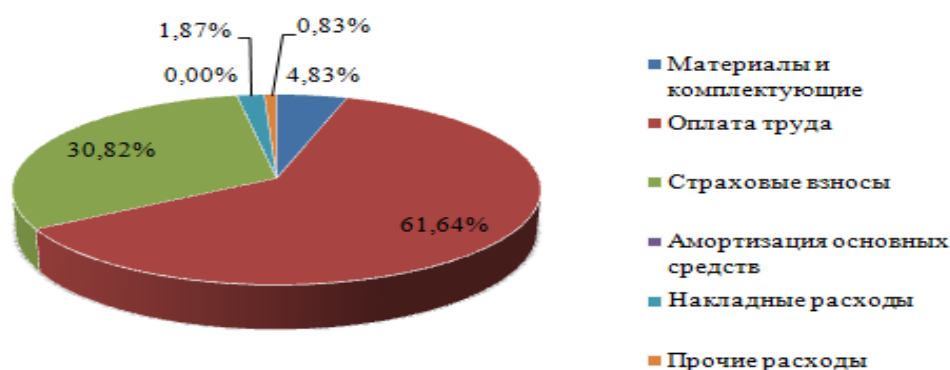


Рисунок 4.1 – Структура затрат на установку трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки

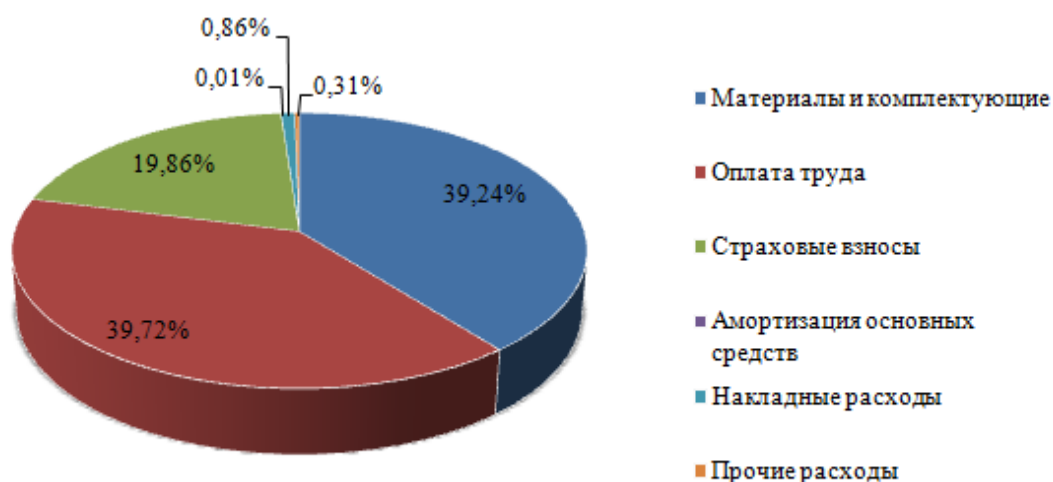


Рисунок 4.2 – Структура затрат на установку прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа

4.3 Обоснование эффективности проекта

В результате проведенных расчетов и полученных данных можно сделать вывод, что установка трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки в отличие от установки прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа позволяет сократить общую стоимость проведения работ.

Экономический эффект (Θ_T) рассчитывается, как разница между затратами на установку прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа (Z_2) и установку трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки (Z_1):

$$\Theta_T = Z_2 - Z_1 \quad (4.1)$$

$$\Theta_T = 393094,7 \text{ руб.} - 72049 \text{ руб.} = 321045,7 \text{ руб.}$$

Для наглядности покажем разницу затрат на диаграмме (рисунок 4.3).

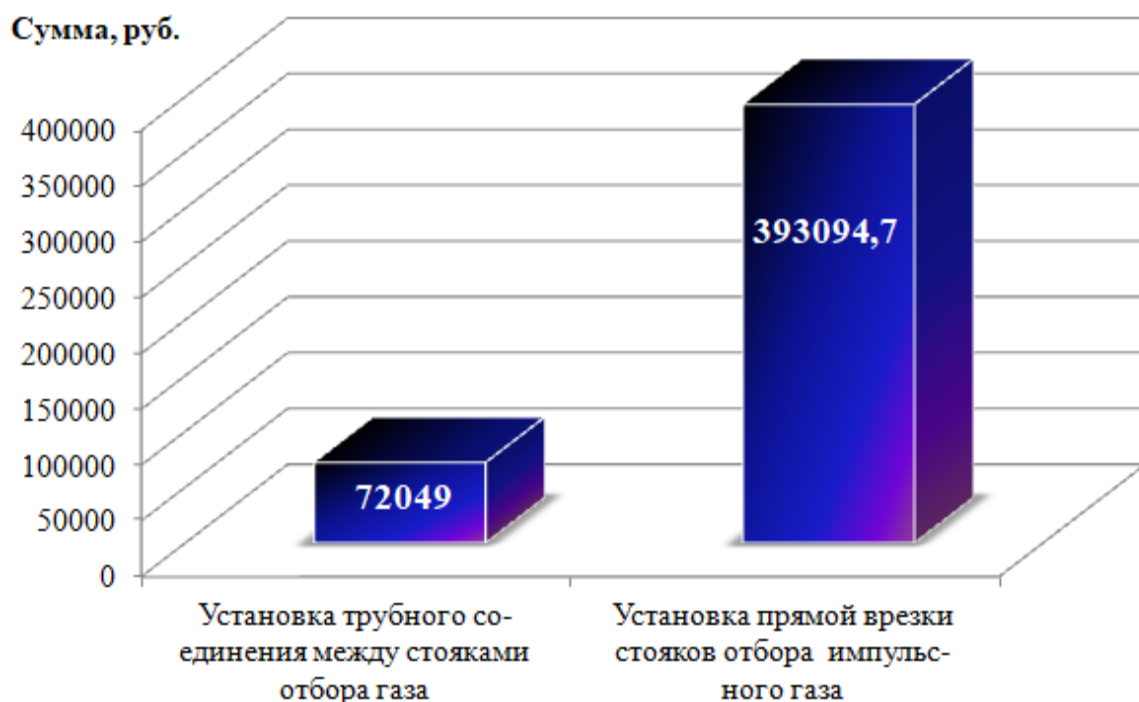


Рисунок 4.3 – Общие затраты методов, направленных на снижение аномального нагрева тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ

Таким образом, расчетами подтверждено, что установка трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ экономически эффективней, чем установка прямой врезки при подключении стояков отбора импульсного газа.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данном разделе рассматриваются опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при производстве работ по замене стояков отбора импульсного газа DN 50 и установки трубного соединения между стояками DN 50 на крановых площадках №■■■■, №■■■■ МГ «Сахалин-Хабаровск-Владивосток», а также мероприятия с помощью, которых возможно устранить эти факторы. В разделе рассмотрены вопросы, касающиеся производственной безопасности, экологической, безопасности при возникновении чрезвычайных ситуациях, а также правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

В процессе ремонта МГ необходимо руководствоваться нормативными документами, также при проведении ремонтных работ на линейной части МГ необходимо уделять большое внимание экологической и производственной безопасности.

5.1 Производственная безопасность

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [29] факторы производственной среды делятся на опасные и вредные факторы.

Опасный производственный фактор – это фактор среды и трудового процесса, при воздействие которого на рабочего при определенных условиях, приводит к травме или другому резкому внезапному ухудшению состоянию здоровья.

Вредный производственный фактор – это фактор трудового процесса и среды, воздействие которого на рабочего в определенных условиях способно привести к заболеванию или снижению его работоспособного состояния.

К определенным условиям следует относить следующие условия труда:

					<i>Оптимизация методов, исключая аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					
<i>Разраб.</i>		<i>Дубровный А. С.</i>				<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О. В.</i>						81	110
<i>Консульт.</i>							<i>НИ ТПУ</i>		<i>ИШПР</i>
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О. В.</i>			<i>ГРУППА</i>		<i>2Б4А</i>		

интенсивность, длительность, тяжесть, напряженность.

Неблагоприятные условия труда, это те условия, которые способны вызывать профессиональные заболевания, временные или стойкие снижения работоспособности, привести к нарушению здоровья.

По своей природе вредные и опасные производственные факторы подразделяют на виды групп: физические, химические, биологические, психофизиологические.

Для обеспечения или исключения минимального влияния опасных и вредных факторов в процессе трудовой деятельности человека существуют системы законодательных актов и мероприятий, которые направлены на сохранения жизни и здоровья работников. Данный свод правил способен регулировать такие факторы, как санитария, пожарная и взрывная безопасность, техника безопасности. Эти факторы представлены на рисунке 5.1

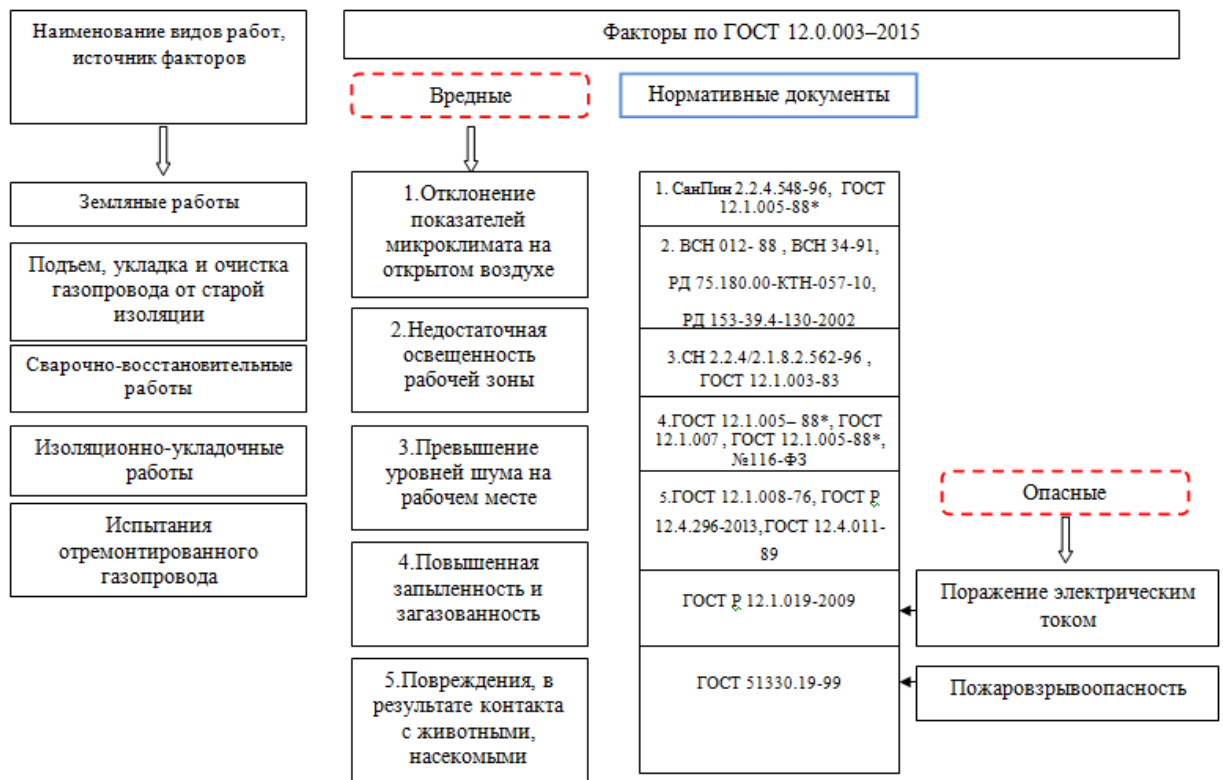


Рисунок 5.1 – Опасные и вредные факторы, возникающие в процессе выполнения ремонтно-восстановительных работ

5.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

5.2.1 Отклонение показателей микроклимата

Наиболее вредным и распространенным фактором является отклонение показателей микроклимата. Важно принимать во внимание географическое положение региона, где проложен газопровод, так как работы по ремонту проводятся на открытых площадках (на трассе линейной части МГ).

Условия и климат непосредственно оказывают влияние при производстве работ на способность организма осуществлять тепловой баланс. При понижении температуры происходит ограничение теплоотдачи, что снижает кровоток в кожных покровах и уменьшает влажность кожи. В ходе повышения температуры протекают обратные процессы. Длительная и интенсивная работа на открытом воздухе может явиться причиной солнечного удара [30].

Для осуществления безопасных условий работ были созданы санитарные правила и нормы (СанПин 2.2.4.548-96 [30]), определяющие допустимые и оптимальные параметры микроклимата. В случае отклонения данных параметров работы считаются опасными или вредными для здоровья.

При определенной температуре воздуха и скорости ветра в холодной период года работы приостанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88* (таблица 5.1) [31]

Таблица 5.1 – Погодные условия, при которых должны быть остановлены работы на открытом воздухе [31]

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С
При безветренной погоде	-40
Не более 5,0	-35
5,1-10,0	-25
10,0-15	-15
15,1-20,0	-5
Более 20,0	0

5.2.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

При недостаточном освещении снижается производительность труда и все это способно привести к негативным последствиям для здоровья персонала. Электрическое освещение рабочих участков и строительных площадок подразделяется: рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное [32].

Для того чтобы поддерживать освещенность в нормальных пределах в темное время суток часто используется искусственное освещение. Искусственное освещение должно быть равномерным и исключать возникновение слепящего действия осветительных приспособлений на человека.

Уровень освещенности при использовании ламп накаливания должен быть не менее 50 лк и при использовании газоразрядных лампах не менее 100 лк [33]. По периметру площадки организуется охранное освещение, и устанавливаются светильники во взрывозащищенном исполнении [34].

На бровках рабочего котлована устанавливаются светильники и прожектора во взрывозащищенном исполнении. Для местного освещения необходимо применение светильников во взрывозащищенном исполнении с напряжением не более 12В или применять аккумуляторные лампы, соответствующие по исполнению категории и группе взрывоопасной смеси [35].

5.2.3 Превышение уровней шума на рабочем месте

На рабочем месте при производстве работ шум может создаваться различным работающим оборудованием, а именно машинами (КАМАЗ, ЗИЛ, Краз), бульдозерами, трубоукладчиками и другим оборудованием.

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты. Рабочие должны находиться в наушниках, так как длительное воздействие шума способно оказывать вредное влияние на организм рабочего.

Громкость ниже 80дБ, как правило, не оказывает никакого влияния на

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

органы слуха, а воздействие шума выше 85дБ в соответствии с нормативными документами СН 2.2.4/2.1.8.2.562-96 [36] и ГОСТ 12.1.003-83[37], способно привести к постоянному повышению порога слуха, к повышению кровяного давления в организме человека. Основные методы борьбы с шумом приведены в таблице 5.2

Таблица 5.2 – Основные методы борьбы с шумом

Основные методы борьбы с шумом
снижение шума в источнике (применение звукоизолирующих средств)
снижение шума на пути распространения звука
применение средств индивидуальной защиты СИЗ (наушники, ушные вкладыши) в соответствии с [37]
использование средств автоматизации для управления технологическими процессами
соблюдение режима труда и отдыха

5.2.4 Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей

зоны

Главным источником запыленности является пыль от технологических процессов, в процессе проведения самих работ, она оседает на коже и слизистых оболочках. Пыль способна препятствовать нормальной терморегуляции и может привести раздражению и даже дерматиту.

Причиной загазованности в первую очередь является транспортируемый продукт (газ). На месте проведения газоопасных работ согласно наряду-допуску должен быть организован контроль воздушной среды, он должен проводиться не реже одного раза в час, по первому требованию работника, после каждого перерыва в работе, перед началом и после окончания работ.

Природные горючие газы по токсикологической характеристике отно-

сятся к веществам 4-го класса опасности в соответствии с [38]. Их относят к группе веществ, которые способны образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Предельно допустимая концентрация (ПДК) углеводородов природного газа в воздухе рабочей зоны равна 300 мг/м³ [31]. ПДК пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м³, для сероводорода (H₂S) 10 мг/м³ [31].

При превышении ПДК необходимо сразу прекратить проведение работ, поставить в известность лиц, которые несут за это, и принять определенные меры к нормализации ситуации на рабочем месте.

Для защиты от пыли необходимо применять ватно-марлевые повязки, респираторы, фильтрующие противогазы, защитные очки и специальная одежда из пыленепроницаемой ткани [39]. Для защиты органов дыхания от большой загазованности рабочему необходимо использовать шланговые противогазы типа ПШ-1, ПШ-2.

5.2.5 Повреждения, в результате контакта с животными и насекомыми

При проведении работ в теплый период года появляется вероятность повреждения рабочего от укусов насекомых: комаров, слепней, мошки и др. Помимо этого насекомые могут переносить различные инфекции, приводящие к тяжелым последствиям (например, клещевой энцефалит) [40].

Для обеспечения безопасности работающие должны быть обеспечены спецодеждой, согласно ГОСТ Р 12.4.296-2013 [41], и отпугивающими средствами. Категорически нельзя контактировать с дикими животными, т.к. они могут переносить вирусные инфекции. К СИЗ от повреждения насекомыми относятся сапоги с высоким голенищем, энцефалитные куртки и штаны, накомарники, перчатки и др., предотвращающие контакт насекомых с кожей работающих [42].

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						86
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

5.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

5.3.1 Электрический ток

Поражения электрическим током могут быть вызваны различными источниками, к примеру, плохо изолированные токопроводящие части, провода от сварочного аппарата, или дизельного электродвигателя. Поражение рабочего электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, то есть при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках [43].

Самой основной опасностью при поражении человека электрическим током являются ожоги разной степени тяжести. Различают 2 основных вида электроожогов по способу их получения:

- токовый (контактный) вид – возникает непосредственно при появлении контакта человека с токоведущей частью, когда электрический ток проходит через тело человека;
- дуговой вид – данный вид, обусловлен тепловым воздействием электрической дуги на тело человека (такие ожоги обычно серьезные и глубокие).

В случае получения ожога, вызванного поражением электрического тока, необходимо оказать первую помощь пострадавшему человеку. Первым делом важно прекратить воздействие тока на человека, в дальнейшем, если человек в сознании, расспросить о его самочувствие и доставить его в ближайший медицинский пункт или больницу.

В электрической цепи значение параметра напряжения должно удовлетворять ГОСТ 12.1.019 – 79 [43] и быть в свою очередь не более 50 мА. В целях защиты от поражения током применяются коллективные и индивидуальные средства.

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



Рисунок 5.2 – Коллективные и индивидуальные средства защиты

5.3.2 Пожаровзрывоопасность

Предотвращение пожаров и взрывов на рабочем месте можно обеспечить различными способами и средствами: технологическими, строительными, организационно-техническими.

Опасные факторы, воздействующие на людей при пожаре: высокая температура воздуха или отдельных предметов, открытый огонь и искры, низкое содержание кислорода в воздухе, взрывы, токсичность продуктов сгорания, дым и т.п.

Источниками возникновения пожаров могут быть различное оборудование и устройства электропитания. В результате различных нарушений и неисправностей, в которых могут образовываться перегретые элементы, электрические искры, способные вызвать возгорание горючих материалов, короткие замыкания, различные перегрузки, также источник взрыва может быть газопровод под давлением, а также газовые баллоны, использующиеся при производстве работ.

Ожоги различной степени тяжести являются результатами негативного воздействия пожара и взрыва на организм человека являются, различные по-

вреждения, а также не исключен летальный исход.

В соответствии с ГОСТ 51330.19-99 [44] нижний концентрационный предел распространения (НКПР) пламени CH₄ (метана) 2900 мг/м³. Предельно-допустимая взрывоопасная концентрация (ПДВК) на рабочем месте составляет до 5% от НКПР и равна приблизительно 1450 мг/м³.

Средствами тушения пожара на участке производства работ являются: огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла, вода. В ходе проведения огневых работ на МГ в двух и более местах необходимо привлекать пожарные машины. В мерах безопасно для избежания взрыва на участке производства работ должен проводиться постоянный контроль давления в трубопроводе, а также каждые 30 минут необходимо производить замер газовой смеси, с помощью газоанализатора.

5.4 Экологическая безопасность

5.4.1 Воздействие на литосферу

При осуществлении работ по ремонту магистрального трубопровода почвенно-растительный покров является одним из объектов воздействия. Процесс уничтожения растительного покрова является предпосылкой к развитию эрозионных процессов.

Работы, которые связаны с нарушением плодородного слоя почвы, будут происходить в результате непосредственного механического воздействия на территорию: при разработке траншеи на участке ремонта трубопровода, при проезде строительной техники.

По технической рекультивации комплекс мероприятий на землях, отведенных для производства работ, должен быть направлен на сохранение плодородного слоя почвы и создание условий для их быстрого восстановления. Техническая рекультивация предусматривает выполнение следующих видов работ представленных на рисунке 5.3

					Социальная ответственность	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Техническая рекультивация предусматривает выполнение следующих видов работ:

- снятие плодородного слоя почвы мощностью 0,45 см бульдозером, с перемещением во временный отвал;
- складирование снятого плодородного слоя почвы во временный отвал, находящийся в пределах полосы отвода земель;
- засыпка и послойная трамбовка или выравнивание рытвин, возникших в процессе производства работ;
- уборка бытового и строительного мусора, удаление со строительной полосы всех временных устройств;
- засыпка траншеи трубопровода грунтом с отсыпкой валика, обеспечивающего создание ровной поверхности после уплотнения грунта;
- возвращение и равномерное распределение плодородного слоя почвы на площади снятия, при этом мощность слоя восстановления равна мощности снятого плодородного слоя;
- окончательная планировка строительной полосы после окончания работ для восстановления естественного стока.

Рисунок 5.3 – Работы, выполняемые при технической рекультивации

Для восстановления плодородного слоя почвы должен быть проведен комплекс мероприятий по биологической рекультивации.

5.4.2 Воздействие на гидросферу

В ходе проведения ремонтных работ существует вероятность попадания в воду бытового и строительного мусора, хозяйственно-бытовых и фекальных стоков, также возможно попадание нефтепродуктов в водные объекты.

При проведении работ по капитальному ремонту газопровода необходимо обеспечить следующие мероприятия по охране водных ресурсов:

- организация системы водопотребления и водоотведения, контроль за рациональным использованием водных ресурсов и недопущением использования их не по назначению;
- организация транспортной схемы;
- устройство площадок для заправки техники, исключаящих попа-

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

дание нефтепродуктов на прилегающую территорию и в водный объект;

- вынос площадок базирования и заправки техники за пределы водоохраной и рыбоохранной зон водного объекта;
- размещение туалетных кабинок для обеспечения санитарно - гигиенических нужд работающих на строительном участке;
- исключение сброса в водный объект хозяйственно-бытовых и фекальных стоков путем их вывоза на утилизацию по договору;
- организованный сбор и вывоз на утилизацию бытового и строительного мусора;
- исключение неорганизованных съездов к водному объекту.

5.4.3 Воздействие на атмосферу

Отрицательное воздействие загрязнителей воздуха обуславливается их токсическими и раздражительными свойствами. При обустройстве и эксплуатации проектируемых объектов загрязнение атмосферы предполагается в результате выделения: легких фракций углеводородов и серы от технологического оборудования.

В период производства строительного-монтажных работ источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются строительная площадка и бытового городок.

При проведении работ по капитальному ремонту газопровода необходимо выполнять следующие действия по охране атмосферного воздуха:

- необходимо рассредоточить во времени проведения работ технику и оборудование, которые не задействованы в едином непрерывном технологическом процессе;
- организовать транспортную схему доставки-вывоза отходов;
- соблюдать периодичность планово-предупредительных ремонтов и определенного регламента по обследованию состояния оборудования;

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

- необходимо заправить все транспортные средства горюче-смазочными материалами на специально оборудованном пункте по «герметичной» схеме, исключающей попадание летучих компонентов в окружающую среду;
- важно соблюдать технологии и обеспечение качества работ, которые совершаются;
- применять защитные брезентовые кофухи для грузовых автомобилей, перевозящих навалом различный мусор, в целях исключения падения перевозимого мусора на дорогу и пылевыведения при перевозке его.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) – ситуация, сложившаяся на определенной территории в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного происшествия, которое способно повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Важной и главной задачей при чрезвычайных ситуациях – защита населения от возможных средств поражения. Выполнение этой задачи может быть достигнуто лишь эвакуацией из городов и обеспечением индивидуальными средствами защиты от оружия массового поражения, укрытием населения в защитных сооружениях.

ЧС при осуществлении ремонта трубопровода могут возникать по разным причинам: наводнения, связанные с паводком, пожары в лесу, терроризм, по причинам, имеющий техногенный характер (авария) и др.

ЧС, имеющие техногенный характер – наиболее вероятные ЧС на трубопроводном транспорте. Вероятными причинами аварии могут стать: действия, совершенные персоналом по ошибке при осуществлении работ, выход из

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

стройка приборов контроля и сигнализации, отказ электрооборудования и исчезновение электроэнергии, проведение работ по ремонту трубопровода без необходимого соблюдения организационно-технических мероприятий, износ оборудования, коррозионная опасность, гидравлический удар, факторы, возникающие в результате внешнего воздействия (ураганы, удары молнией и др.) [45].

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются пожары и взрывы, которые происходят на промышленных объектах.

Рабочий в случае обнаружения очага возгорания или возможных признаков самого горения, а именно: задымленность, запах гари, повышение температуры должен:

- мгновенно сообщить о данном происшествии в службу пожарной охраны, рабочий должен назвать наименование объекта, место пожара или взрыва, а также свою фамилию;
- необходимо принять меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранению материальных ценностей.

Требования по использованию первичных средств пожаротушения: Огнетушители углекислотного типа (ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5, ОУ-6, ОУ-7 и т. д.) нужны для осуществления тушения загораний различных горючих веществ, за исключением тех, горение которых происходит без доступа воздуха. Двуокись углерода является огнетушащим средством.

Полотно из асбеста, войлок (кошма) необходимы для того, чтобы тушить небольшие очаги возгорания любых веществ и материалов, процесс горения которых не может происходить без доступа воздуха. Для механического сбивания пламени применяют песок, и для осуществления изоляции горящего или тлеющего материала от доступа воздуха. В очаг пожара подается лопатой.

Для того чтобы предотвратить ЧС, связанных с возникновением взрывов или пожаров необходимо применять следующие меры безопасности:

- необходимо переносным газоанализатором проверить уровень за-

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		93

газованности воздушной среды, важно, чтобы содержание газов не превышало ПДК по санитарным нормам;

- проведение работ разрешается в том случае, когда устранены после устранения опасные условия, в ходе работ необходимо периодически осуществлять контроль загазованность воздушной среды;
- для того чтобы обеспечить пожаровзрывобезопасность работники должны быть оснащены спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.6.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

По степени опасности или вредности условия труда делятся на следующие четыре класса: оптимальные, допустимые, вредные, опасные условия труда.

Условия труда при капитальном ремонте трубопровода являются допустимыми. Условиями труда, которые являются допустимыми (2 класс) являются те условия, при которых происходит воздействие на рабочего вредного или опасного производственного фактора, уровни воздействия, которых не превышают уровни, установленные в нормативных документах, а измененное функциональное состояние организма человека может восстанавливаться во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня или смены.

Работа осуществляется вахтовым методом. Применяется вахтовый метод, когда необходимо сократить сроки строительства или ремонтных работ, при значительном удалении места работы от места постоянного проживания работников или места нахождения работодателя.

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						94
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Рабочим, которые выезжают для производства работ в режиме вахты в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности из других районов:

– обязательно устанавливается районный коэффициент и происходят выплаты процентной надбавки к зарплате в порядке и размерах, предусматриваемых для лиц, постоянно работающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним;

– предоставляется ежегодный дополнительный отпуск, который оплачивается в порядке и на условиях, предусматриваемых для людей, постоянно работающих:

I. в районах Крайнего Севера – 24 календарных дня;

II. в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера – 16 календарных дней.

Компенсации и гарантии людям, работающим вахтовым методом устанавливаются в соответствии ТК РФ [46].

Охрану труда рабочих следует обеспечивать путем выдачи администрацией необходимых средств индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), выполнения мероприятий по коллективной защите рабочих (ограждения, освещение, вентиляция, защитные и предохранительные устройства и приспособления и др.), установки санитарно-бытовых помещений и устройств в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ [47].

5.6.2 Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны

Рабочая зона, ее оснащенность и ее оборудование, которые применяются в соответствии с характером выполняемой работы, должны обязательно обеспечивать безопасность рабочего, сохранение его здоровья и поддержание работоспособности всего персонала организации.

Важно, чтобы организация осуществляла проверку и оценку состояния охраны труда и промышленной безопасности, которая включает в себя сле-

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

дующие уровни и формы контроля [39]:

➤ проведение постоянного контроля рабочими исправности технологического оборудования, приспособлений, инструмента, проверка наличия и целостности ограждений, защитного заземления и других средств защиты до начала работ и в процессе работы на рабочих местах согласно инструкциям по охране труда;

➤ проведение периодического оперативного контроля, который проводится руководителями работ и подразделений организации согласно их должностным обязанностям;

➤ проведение выборочного контроля состояния условий труда в подразделениях предприятия, проводимый службой охраны труда согласно утвержденным планам.

Проведение инструктажа по технике безопасности и обучение безопасным приемам и методам работы проводит инженер по охране труда (при наличии данной должности) или лицо, исполняющее его обязанности.

Также важно осуществлять проведение регулярных учебно-тренировочных занятий, направленных на приобретение устойчивых навыков применения технических средств и приспособлений, СИЗ и соблюдения мер безопасности в период проведения производственных мероприятий.

Лица, являющиеся виновными в нарушении правил техники безопасности и охраны труда, несут ответственность (дисциплинарную, административную) в порядке, определенном действующим законодательством [39].

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						96
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе были рассмотрены технические решения по снижению тепловой нагрузки на тупиковые ответвления крановой обвязки магистрального газопровода в процессе перепуска газа. Помимо этого, в работе были представлены и проанализированы результаты экспериментов по применению методов способных снизить и исключить стремительный нагрева тупиковых полостей стояков отбора импульсного газа.

В ходе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрена и изучена нормативно -техническая документация, действующая в области эксплуатации МГ;
- на основе нормативно-технической документации был проведен анализ технических решений, направленных на исключение нагрева стояков отбора газа на байпасных линиях крановых узлов МГ;
- исходя из анализа предложенных технических решений, поставленной проблемы, наиболее целесообразным является использование метода трубного соединения тупиковых ответвлений (метод байпасной перемычки Пат. RU 2577896);
- разработаны рекомендации по применению этого метода борьбы с аномальным стремительным нагревом в режиме заполнения участка МГ;
- выполнен расчет напряжений, вызванных изменением температуры вследствие нагрева тупиковых ответвлений.

					<i>Оптимизация методов, исключаящих аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Дубровный А. С.</i>			<i>Заключение</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О. В.</i>					97	110
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ИШПР		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О. В.</i>				ГРУППА 2Б4А		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Единая система газоснабжения России / ПАО «Газпром»; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gazprom.ru/about/production/transportation/> (дата обращения: 05.03.2018).

2. «Сахалин – Хабаровск – Владивосток» / ПАО «Газпром»; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/pipelines/active/shvg/> (дата обращения: 07.03.2018).

3. Газотранспортная система Дальнего Востока / ООО «СТРОЙ-ГАЗМОНТАЖ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ooosgm.ru/projects/construction/gazotransportnaya-sistema-sakhalin-khabarovsk-vladivostok/> (дата обращения: 07.03.2018).

4. Экспериментальные исследования нагрева тупиковых ответвлений крановых узлов при заполнении газом магистрального газопровода «Сахалин–Хабаровск–Владивосток» /Агиней Р.В., Парфенов Д.В. // Трубопроводный транспорт. Теория и практика. – 2014. – №3. – С. 50-53

5. История строительства ГТС Дальнего Востока / Портал Torgoil [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://torgoil.com.ua/gazoprovody/sahalin-%E2%80%94habarovsk-%E2%80%94vladivostok.html> (дата обращения: 10.03.2018).

6. Информационный бюллетень ОАО «Гипрогазцентр». Спецвыпуск №1/2011 г. Нижний Новгород, ОАО «Гипрогазцентр»

7. Климат Амурской области / Главное управление МЧС России по Амурской области; [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

					<i>Оптимизация методов, исключая аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Дубровный А. С.			<i>Список использованных источников</i>		
<i>Руковод.</i>		Брусник О. В.					
<i>Консульт.</i>							
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О. В.					
					<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
						98	110
					НИ ТПУ		ИШПР
					ГРУППА		2Б4А

<http://28.mchs.gov.ru/folder/519006> (дата обращения: 12.03.2018)

8. Алексеев, И. А. География природных ресурсов и природопользования Амурской области: учебное пособие / И. А. Алексеев, В. Г. Козак, В. Д. Мельников, В.С. Онищук, А.В.Чуб, М.А.Чуб, В.Т.Яборов // Природопользование Амурской области. – Благовещенск: Изд-во «Зея», 2003.– С 20 - 22.

9. Инженерно – экологические изыскания/ Геополис – инженерные изыскания; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geopolus.ru/3.htm> (дата обращения: 12.03.2018)

10. Комсольск – на – Амуре / Портал sensAgent; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dictionary.sensagent.com/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA_%D0%BD%D0%B0_%D0%90%D0%BC%D1%83%D1%80%D0%B5/ru-ru/(дата обращения: 22.03.2018)

11. Крец, В.Г. Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ: Учебное пособие / В.Г. Крец, А.В.Шадрина, Н.А. Антропова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012.– 386 с.

12. Полубоярцев, Е.Л. Трубопроводный транспорт нефти и газа: учебное пособие / Е.Л. Полубоярцев, Е.В.Исупова,– Ухта: Изд-во УГТУ, 2014.– 144 с.

13. СТО Газпром 2- 3.5 -051-2006. Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов. – Введ. 2006-07-03 – М.: ПАО «Газпром» 2006. – 197 с.

14. Сваровская, Н.А. Подготовка, транспорт и хранение скважинной продукции – Томск: Изд-во ТПУ, 2004.– 268с.

15. Гринь В. Т. Об устойчивости обтекания цилиндрических каналов и полостей сверхзвуковым потоком идеального газа с головной ударной волной / Гринь В. Т., Славянов Н. Н., Тилляева Н. И. // Механика жидкости и газа. - 1987.-№ 4. – с. 114-121.

16. Геометрическая оптимизация газодинамического немашинного

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

генератора холода на основе трубы Гартмана-Шпренгера для применения в технологии очистки неонгелиевой смеси /Бондаренко В.Л., Кошевой С.А., Зимин Д.Е. //Оборудование и технологии пищевых производств. – 2009. – №21. – С.157 – 164.

17. Ли Чжун Мин. Исследование термо-акустического нагрева газа в газоструйных генераторах Гартмана: диссертация на соискание ученой степени канд. тех. наук, – Москва 2004 – 160с.

18. Шпаковский Д.Д. Аэродинамический нагрев тупиковой полости в набегающем потоке: диссертация на соискание ученой степени канд. тех. наук – Омск, 2002. – 180 с.

19. Численное моделирование в ANSYS CFX явления нагрева тупиковых ответвлений крановых узлов / Савченков, С.В. Р.В. Агинеи, Д.Г. Репин. // Газовая промышленность. № 10. – 2013 – с.13–17.

20. Свод правил. СП 86.13330.2014. Магистральные трубопроводы: нормативно-технический материал. – Москва: [б. и], 2014 – 137 с.

21. Учебный фильм. Образовательное подразделение «Учебно-производственный центр» (ОП УПЦ) ООО «Газпром трансгаз Ухта» - Магистральный транспорт газа./ ООО «Газпром трансгаз Ухта»; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=kC3-4ikYLTU> (дата обращения: 27.03.2018).

22. СТО Газпром 2-2.2-136-2007. Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов. Часть I: стандарт организации – Введ.2007-09-22 – Москва,2007. – 126 с.

23. Пат. 2577896 Российская Федерация, МПК F16D3/00. Способ предупреждения нагрева элементов трубной обвязки кранового узла при заполнении участков газопроводов / Парфенов Д.В., Адаменко С.В., Савченков С.В, Репин Д.Г. [и др.]; заявитель и патентообладатель АО "Гипрогазцентр", ООО "Газпром трансгаз Ухта"– RU 2577896, заявл. 31.12.2014; опубл. 20.03.2016.

24. Свод правил. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы:

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

нормативно-технический материал.- Москва: [б. и],2012 – 137 с.

25. Напряжения, возникающие под действием температуры / Портал ПроСопромат.ру; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prosopromat.ru/sopromat/rastyazhenie-szhatie/napryazheniya-voznikayushhie-pod-dejstviem-temperatury.html> (дата обращения:28.03.2018)

26. ГОСТ 10705 – 80.Трубы стальные электросварные. Технические условия . – Взамен ГОСТ 10705 – 63; Введ. с 01.01.1982 . Дата изд. 01.03.2008 – Москва: Изд-во: Стандартиформ, 2009. – 25 с.

27. Земенков, Ю.Д. Типовые расчеты процессов в системах транспорта и хранения нефти и газа: Учебное пособие /Под общей редакцией Земенкова Ю.Д. – СПб: Недра, 2007.– 599 с.

28. Боярко, Г. Ю. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: методические указания / Г. Ю. Боярко, О. В. Пожарницкая, В. Б. Романюк и др. – Томск: НИ ТПУ, 2017. – 42 с.

29. ГОСТ 12.0.003–2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Взамен ГОСТ 12.0.003–74; Введ. с 01.03.2017. Дата изд. 18.07.2016 – Москва: Изд-во: Стандартиформ, 2016. – 10 с.

30. Санитарные правила и нормы (СанПиН) 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – Введ.01.10.1996.–Москва: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001. – 20 с.

31. ГОСТ 12.1.005-88*.Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Взамен ГОСТ 12.1.005 – 76; Введ. с 01.01.1989 – Москва: Изд-во: Стандартиформ, 2006. – 50 с.

32. Ведомственные строительные нормы (ВСН) 012-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов.– Введ. с 01.07.1989. – Москва: Миннефтегазпром СССР, 1989. – 151 с.

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

33. Ведомственные строительные нормы (ВСН) 34-91. Отраслевые нормы проектирования искусственного освещения предприятий нефтяной и газовой промышленности. – Введ.04.01.1991. – Москва: Миннефтегазпром СССР, 1991. – 57 с.

34. Руководящий документ (РД) 75.180.00-КТН-057-10. Нормы проектирования узлов запуска, пропуска и приема средств очистки и диагностики магистральных нефтепроводов. – Введ.24.02.2010. – Москва: ОАО «АК «Транснефть», 2010.

35. Руководящий документ (РД) 153-39.4-130-2002. Регламент по вырезке и врезке катушек соединительных деталей, заглушек, запорной и регулирующей арматуры и подключению участков магистральных нефтепроводов. – Введ. 08.10.2002. – Москва: ОАО «АК «Транснефть», 2002.

36. Санитарные нормы (СН) 2.2.4/2.1.8.2.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Введ. 31.10.1996.– Москва: Изд-во: Информационно-издательский центр Минздрава России,1997.

37. ГОСТ 12.1.003-83.Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – Взамен ГОСТ 12.1.003 – 76; Введ. с 01.07.1984 – Москва: Изд-во: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 12 с.

38. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Введ. с 01.01.1977. Дата изд. 01.04.2007 – Москва: Изд-во: Стандартиформ,2007. – 6 с.

39. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (в ред. от 21.07.1997) // Собр. законодательства РФ. – 1997. – № 30. – Ст. 3588.

40. ГОСТ 12.1.008-76. Система стандартов безопасности труда. Биологическая безопасность. Общие требования. – Введ. с 01.01.1977. Дата изд. 01.09.1999 – Москва: ИПК Издательство стандартов,1999 – 2 с.

41. ГОСТ Р 12.4.296-2013. Система стандартов безопасности труда.

					Список использованных источников	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов (насекомых и паукообразных). Общие технические требования. Методы испытаний. – Введ. с 01.12.2014. Дата изд. 01.04.2014 – Москва: Изд-во: Стандартинформ,2014. – 10 с.

42. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – Введ. с 30.06.1990. Дата изд. 01.08.2004 – Москва: Изд-во: ИПК Издательство стандартов,2004 – 6 с.

43. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – Введ. с 01.01.2011. Дата изд. 30.11.2010 – Москва: Изд-во: Стандартинформ, 2010. – 28 с.

44. ГОСТ Р 51330.19-99. Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 20. Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования. – Введ. с 01.01.2001. Дата изд. 01.01.2007 – Москва: Изд-во: Стандартинформ, 2007. – 22 с.

45. СТО Газпром 2-3.5-454-2010. Правила эксплуатации магистральных газопроводов: стандарт организации – Введ.2010-05-24 – Москва,2010. – 230 с.

46. Трудовой кодекс Российской Федерации. Официальный текст: текст Кодекса приводится по состоянию на 1 января 2018 г. – Москва: Статус, 2018. – 280 с.

47. Ведомственные строительные нормы (ВСН) 51-1-97. Правила производства работ при капитальном ремонте магистральных газопроводов. – Введ. с 01.05.1997. – Москва: ИРЦ Газпром № 1997. – 90 с.

					<i>Список использованных источников</i>	<i>Лист</i>
						103
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А (обязательное)

Тепловизионные снимки, полученные при использовании метода видоизмененной геометрии подсоединения стояков отбора импульсного газа

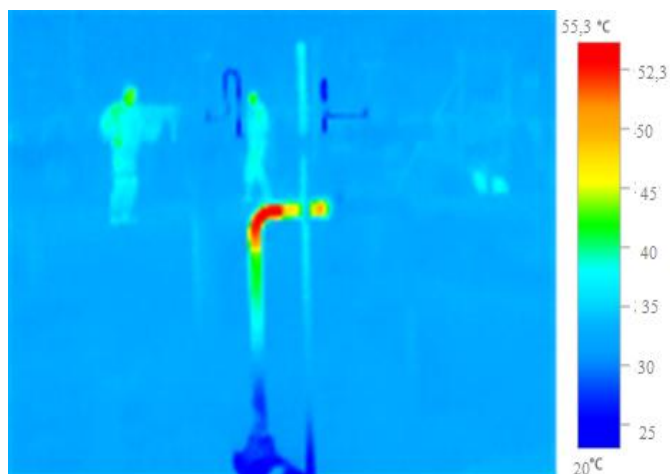


Рисунок 1

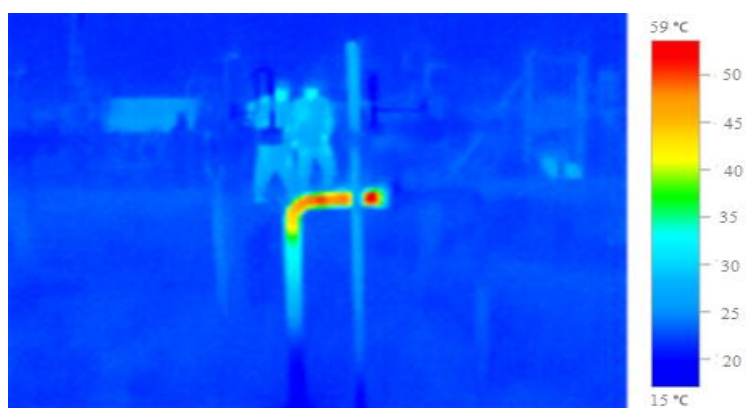


Рисунок 2

					<i>Оптимизация методов, исключая аномальный нагрев тупиковых ответвлений крановой обвязки магистрального газопровода в режиме заполнения газом</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Анисимов В. В.</i>						
<i>Руковод.</i>		<i>Брусник О. В.</i>				104	110	
<i>Консульт.</i>					<i>Приложения</i>			
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О. В.</i>						НИ ТПУ
					ГРУППА	2Б4А		

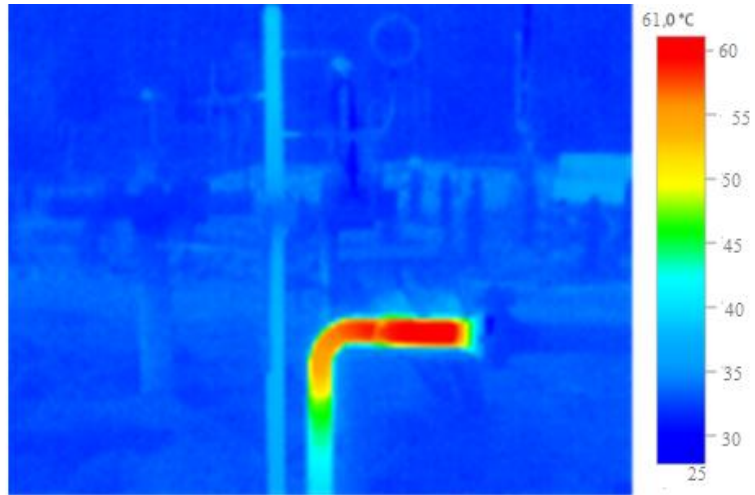


Рисунок 3

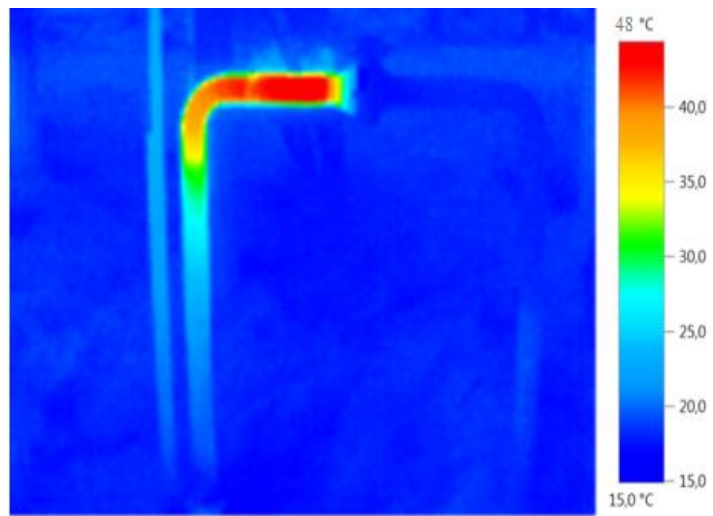


Рисунок 4

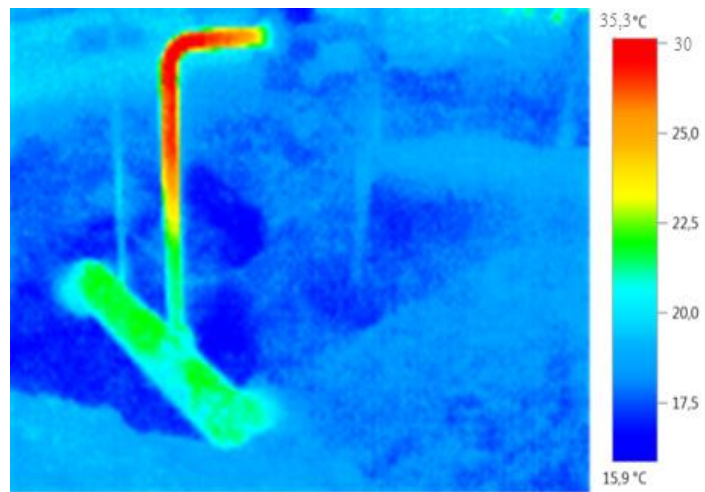


Рисунок 5

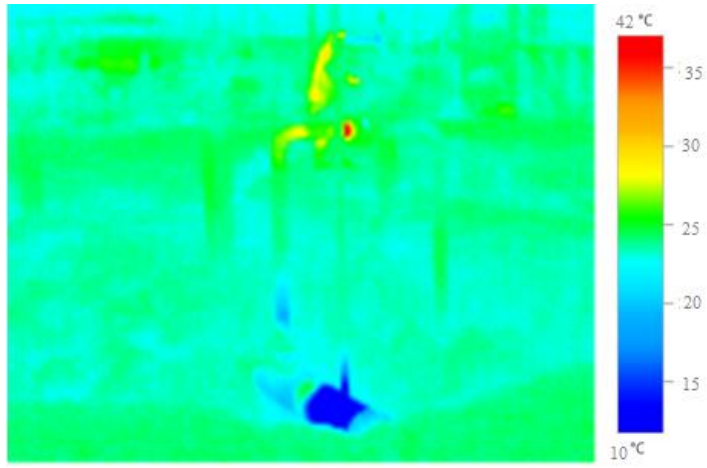


Рисунок 6

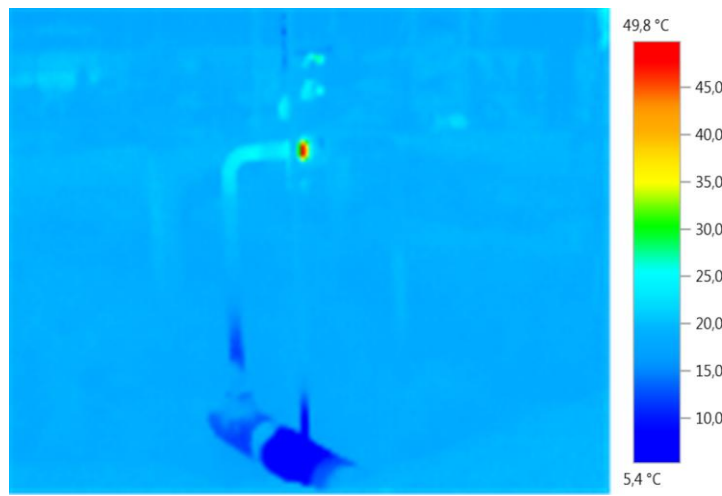


Рисунок 7

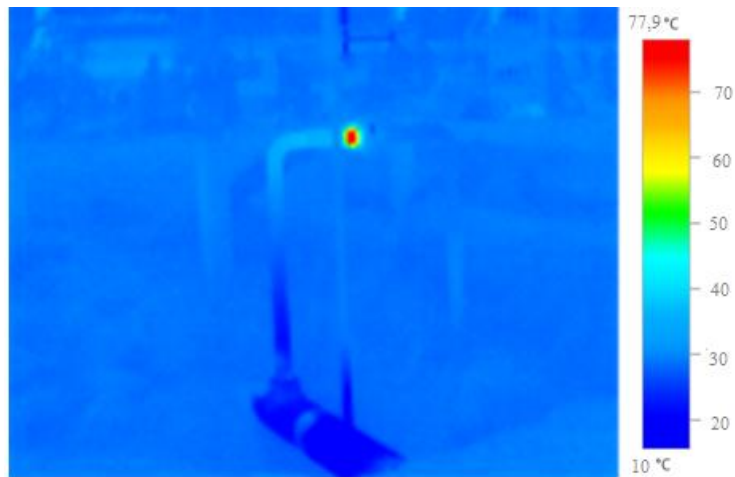


Рисунок 8

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

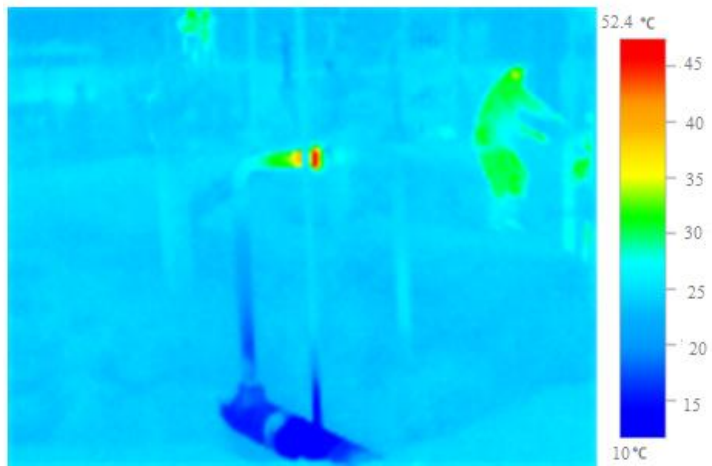


Рисунок 9

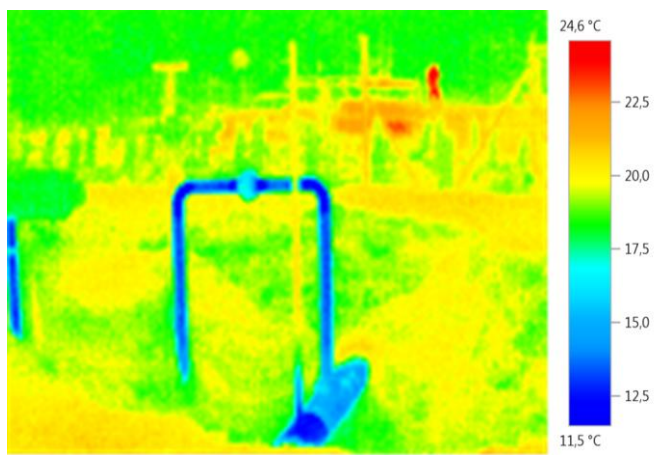


Рисунок 10

					<i>Приложения</i>	<i>Лист</i>
						107
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Приложение Б

(обязательное)

Тепловизионные снимки, полученные при использовании метода трубного соединения тупиковых ответвлений крановой обвязки МГ

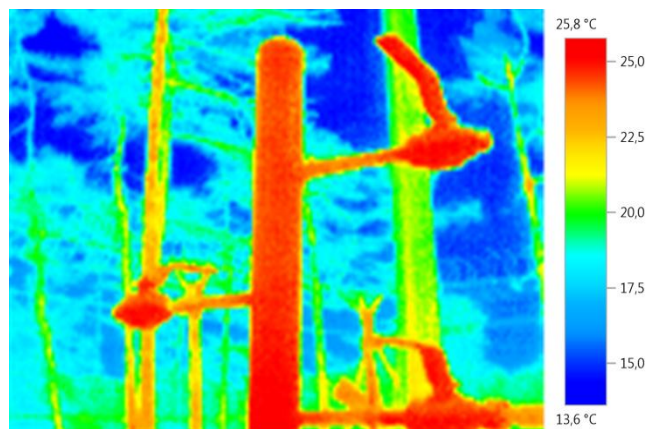


Рисунок 1

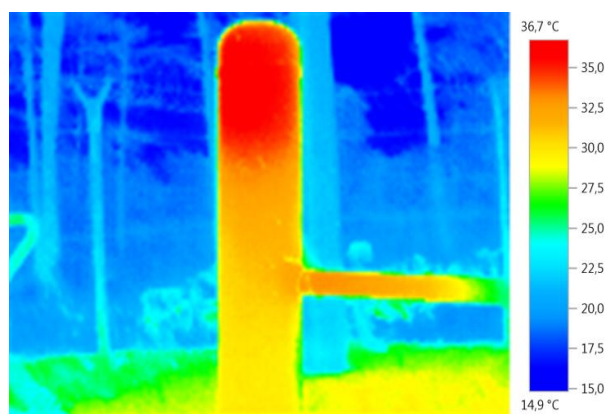


Рисунок 2

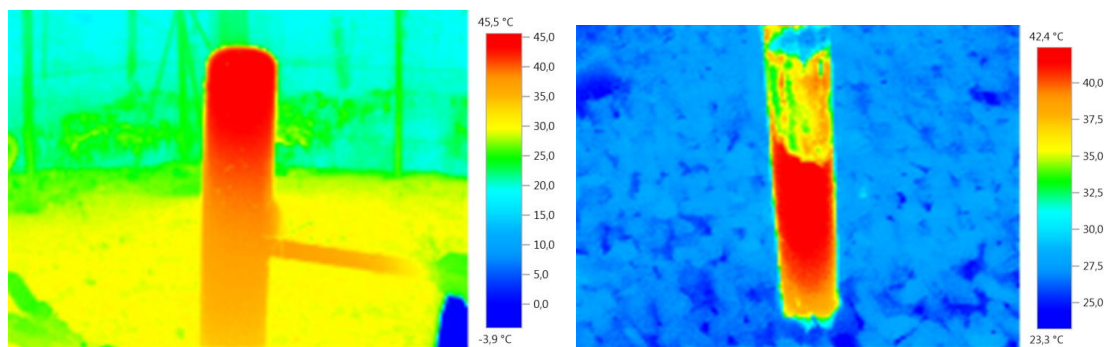


Рисунок 3

					Приложения	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

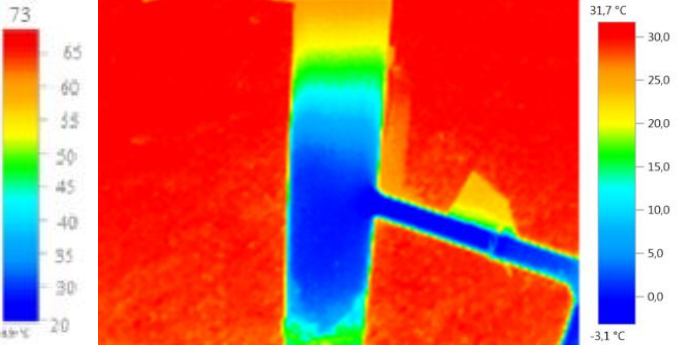
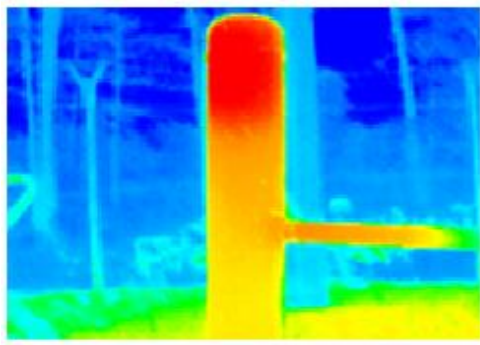


Рисунок 4

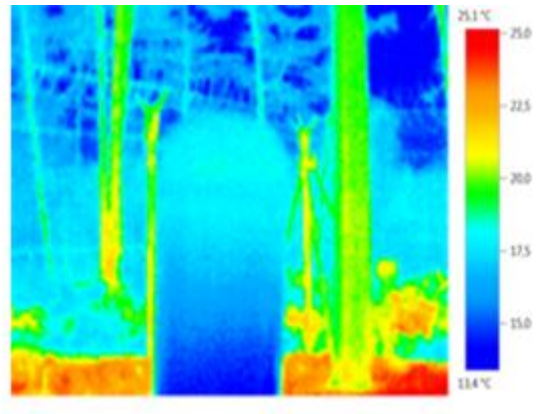
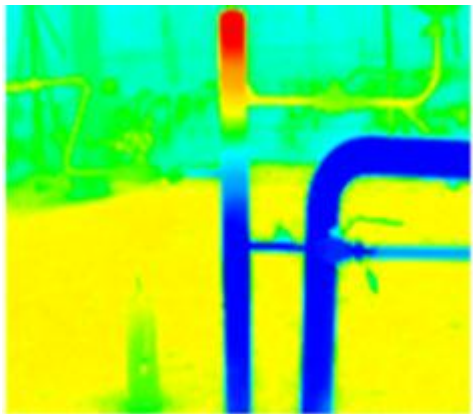


Рисунок 5

Рисунок 6

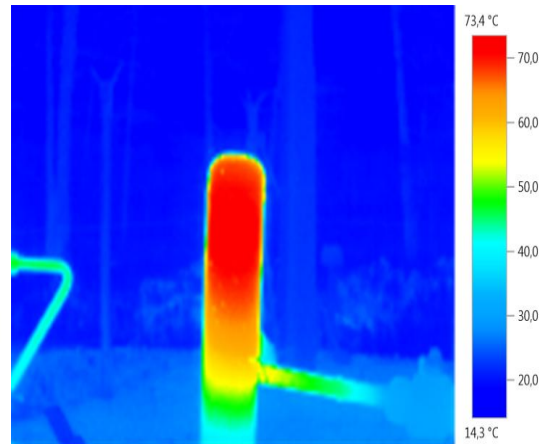
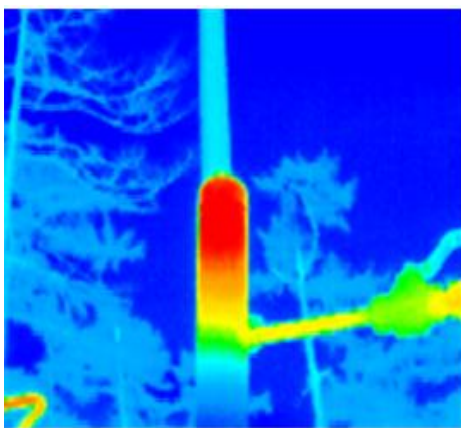


Рисунок 7

Рисунок 8

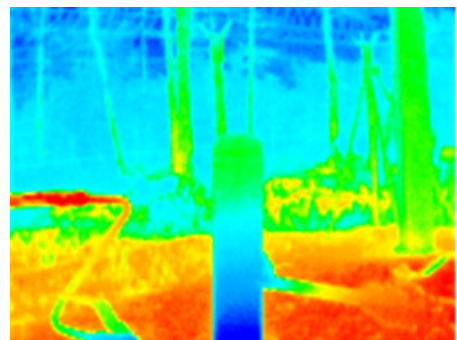
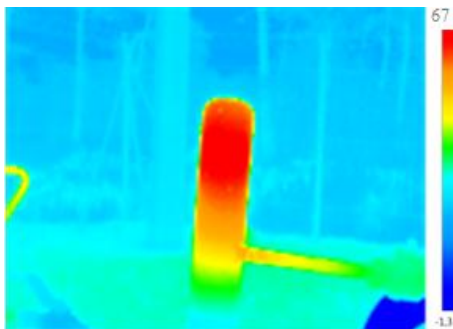


Рисунок 9

Рисунок 10

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

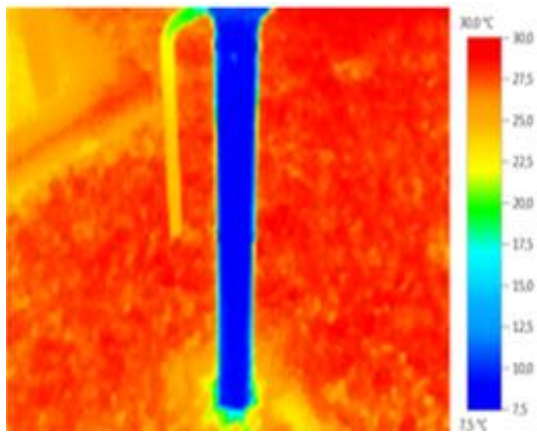


Рисунок 11

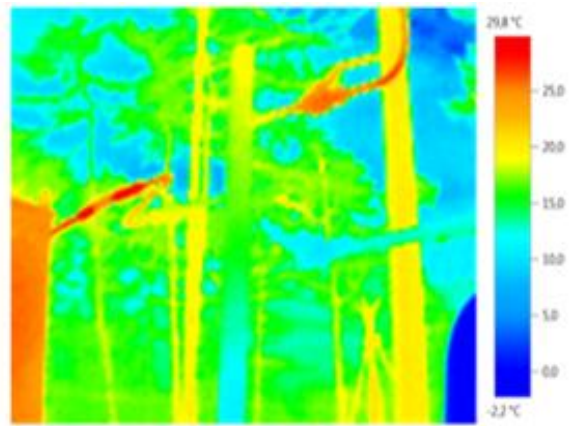


Рисунок 12