

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

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
«Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции» УДК 622.691.4.052-045.52:553.981:548.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Злобин Станислав Дмитриевич		20.06.2019

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чухарева Н.В.	к.х.н.		20.06.2019

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Трубникова Н.В.			05.05.2019

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Черемискина М.С.			18.05.2019

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О. В.	к. п. н., доцент		01.06.2019

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>		
Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-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>		
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>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</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	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).
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	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".
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	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".

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

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки (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
2Б5Б	Злобин Станислав Дмитриевич

Тема работы:

«Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.02.2019 г. № 930/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	АГРС «Голубое пламя» г. Юрга, Кемеровская область Сырье: природный газ Технические характеристики АГРС Давление газа на входе.....5,4 МПа Давление газа на выходе.....0,3 МПа Пропускная способность.....600 м³/час Условный диаметр на входе.....89 мм Условный диаметр на выходе89 мм Потребляемая мощность.....16 кВт·ч Количество линий редуцирования.....2 шт.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной</i>	1. Провести аналитический обзор литературных источников, посвященных предупреждению и ликвидации образования газовых гидратов. 2. Дать общую характеристику объекту исследования. 3. Проанализировать известные способы расчета условий гидратообразования. 4. Рассчитать область образования гидратов в рассматриваемом газопроводе.

работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	5. Рассчитать удельный расход ингибитора для ликвидации образования гидратов. Дополнительные разделы: 1. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». 2. «Социальная ответственность».
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	нет

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Трубникова Наталья Валерьевна, ассистент
«Социальная ответственность»	Черемискина Мария Сергеевна, ассистент

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чухарева Н.В.	к.х.н.		25.12.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Злобин Станислав Дмитриевич		25.12.2018

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5Б	Злобин Станислав Дмитриевич

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): Материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Материально-технические: 38,5 тыс. рублей Человеческие: 2 чел., стоимость: 140,8 тыс. рублей</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>1. Стоимость обслуживания блока подачи метанола 2. Амортизационные отчисления, учитывающие отраслевую и региональную специфику 30% районный коэффициент</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ-15) от 16.06.98, а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2011г. Ставка налога на прибыль 20 %; Налог на добавленную стоимость 20% Страховые взносы 27.1%;</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Определение потенциальных потребителей. Анализ конкурентных технических решений. SWOT - анализ</i>
2. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Планирование и выделение этапов проекта. Составление календарного плана проекта. Формирование бюджета НИ</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Проведение оценки ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.05.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	Д.и.н., доцент		05.05.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Злобин Станислав Дмитриевич		05.05.2019

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5Б	Злобин Станислав Дмитриевич

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) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Объектом исследования является автоматическая газораспределительная станция типа «Голубое пламя». Объект относится к технологическому сооружению повышенной опасности, требующему особых условий эксплуатации. Выявить вредные и опасные проявления факторов производственной среды, возможности негативного воздействия на компоненты окружающей среды, возможные чрезвычайные ситуации на объекте.
2 Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	Привести необходимые ссылки на нормативно – техническую документацию, регулирующую указанную в данном разделе информацию по данной теме.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Проанализировать выявленные вредные факторы при разработке проектируемого решения: - повышенная загазованность воздуха рабочей среды; - отклонение показателей микроклимата в производственном помещении; - повышенный уровень шума; - недостаточная освещенность рабочей зоны.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Проанализировать выявленные опасные факторы при разработке проектируемого решения: - подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся материалы, разрушающиеся конструкции; - электрический ток; - острые кромки, заусенцы на поверхностях оборудования; - пожаровзрывоопасность

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Проанализировать влияние работ, проводимых в ходе проектируемого решения, на различные компоненты окружающей среды: - анализ воздействия объекта на атмосферу; - анализ воздействия объекта на гидросферу; - анализ воздействия объекта на литосферу; - анализ воздействия объекта на селитебную зону. Предложить решения по снижению негативного влияния работ на окружающую среду.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	- Проанализировать возможности возникновения ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения. - Предложить превентивные меры по предупреждению ЧС, а также действия в результате возникшей ЧС и меры по ликвидации её последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	- Привести специальные правовые нормы трудового законодательства при работе на ГРС. - Перечислить необходимые организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.05.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Черемискина М.С.	-		18.05.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Злобин Станислав Дмитриевич		18.05.2019

Министерство науки и высшего 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 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.2019	<i>Состояние вопроса исследования</i>	10
28.03.2019	<i>Общие сведения об объекте исследования</i>	10
05.04.2019	<i>Мероприятия по предупреждению и ликвидации процессов образования газовых гидратов</i>	10
16.04.2019	<i>Вариабельность подходов к вычислению существующих вариантов гидратообразования при возможных термобарических условиях</i>	20
27.04.2019	<i>Обнаружение вероятной зоны гидратообразования и расчет необходимого удельного расхода ингибитора с целью предотвращения образования газовых гидратов</i>	15
04.05.2019	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
11.05.2019	<i>Социальная ответственность</i>	10
18.05.2019	<i>Заключение</i>	5
25.05.2019	<i>Презентация</i>	10
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чухарева Н.В.	к.х.н.		01.02.2019

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к. п. н., доцент		01.02.2019

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

АГРС «Голубое пламя»: Автоматическая газораспределительная станция с. Проскоково в исполнении «Голубое пламя»

Магистральный газопровод: трубопровод, предназначенный для транспортирования природного газа из районов добычи к пунктам потребления.

Транспорт газа: подача газа из пункта его добычи, получения или хранения в пункт потребления.

Газотранспортная система: совокупность взаимосвязанных газопроводов и сопутствующих им сооружений, предназначенных для обеспечения газом потребителей.

Газопровод-отвод: часть магистрального газопровода, предназначенная для подачи газа от газопроводов магистральных до газораспределительных станций городов, населенных пунктов или отдельных потребителей.

Газораспределительная станция: комплекс сооружений газотранспортной системы, предназначенный для подачи природного газа потребителям с заданным давлением, с определенной степенью очистки и одоризации.

Производительность газопровода: количество газа, пропускаемое по газопроводу в единицу времени.

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции							
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат								
Разраб.		Злобин С.Д.			Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки			Лит.	Лист	Листов		
Руковод.		Чухарева Н.В.								9	91	
Консульт.								Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б5Б				
Рук-ль		Брусник О.В.										

Облитерация: отложение газовых гидратов на стенке газопровода, что приводит к закупорке участка газопровода.

Условные обозначения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Условные обозначения

Условные обозначения	Наименование
Q	пропускная способность газопровода-отвода, м ³ /сут
L	Длина газопровода – отвода, м
D _в	внутренний диаметр участка газопровода, мм
P _н	начальное давление газопровода-отвода, МПа
P _к	конечное давление газопровода-отвода, МПа
T _{гр}	среднегодовая температура грунта, °С
T _н	начальная температура газа, °С
P _{вх}	входное давление на ГРС, МПа
P _{вых}	выходное давление на ГРС, МПа

Сокращения:

ЛПУМГ – линейно–производственное управление магистральных газопроводов;

КС – компрессорная станция;

ПГ – природный газ;

МГ – магистральный газопровод;

ГРС – газораспределительная станция;

ГО – гидратообразование;

ГРП – газораспределительный пункт;

ГГ – газовый гидрат;

NGH – Natural gas hydrates (гидраты природного газа);

ГТП – газотранспортное предприятие;

ГП – газопровод;

ТП – трубопровод;

УВ – углеводороды;

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		10

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ВРД 39-1.10-069-2002 Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов.

СТО Газпром 2-3.5-051-2006. Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов.

СТО Газпром 041-2008. Газ горючий природный, конденсат газовый и продукты их переработки. Термины и определения.

СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы.

ГОСТ Р 55989-2014 Магистральные газопроводы. Основные требования.

ГОСТ 5542-2014 Газы горючие природные для промышленного и коммунального–бытового назначения.

ГОСТ 12.1.003–2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 30852.19 – 2002. Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 20. Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования

ГОСТ 12.2.003–91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.061-81. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам

ГОСТ 12.3.002–75. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.007–76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		11

общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.012–2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.038–82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

ГОСТ 12.1.003–2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 5542-2014. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лис
						12
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 91 страниц, 9 рисунков, 25 таблиц, 54 источника.

Ключевые слова: магистральный газопровод, природный газ, газопровод-отвод, газораспределительная станция, газовые гидраты, методы предупреждения и ликвидации гидратообразования, ингибиторы ГО, термобарические условия образования ГГ, участок гидратообразования, удельный расход ингибитора.

Объектом исследования является: Газораспределительная станция «Голубое пламя»

Цель работы: Выявить и предупредить условия гидратообразования на входном и выходном участках газораспределительной станции.

В процессе исследования были проведены: аналитический обзор условий образования газовых гидратов, а также способы предупреждения и ликвидации ГО, изучение характеристик и специфики эксплуатации газораспределительной станции; аналитический обзор существующих методов расчета начальной точки образования ГГ; выбор оптимального варианта теоретического обнаружения начальных условий образования газовых гидратов; рассмотрение наиболее актуальных схем предупреждения облитерации на ГРС «Голубое пламя».

В результате исследования: проведен обзор существующих основных методов предупреждения и ликвидации ГО, произведен расчет начала и конца участка ТП, подверженного процессу образования ГГ, рассчитан удельный расход ингибитора при заданных условиях транспорта природного газа.

Область применения: газораспределительные станции магистрального газопровода малой производительности.

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции		
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат			
Разраб.		Злобин С.Д.			Реферат	Лит.	Лист
Руковод.		Чухарева Н.В.					Листов
Консульт.							13
Рук-ль		Брусник О.В.					109
						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа	
						Группа 2Б5Б	

ABSTRACT

Final qualifying work of 91 pages with 9 figures, 25 tables, 54 sources.

Keywords: gas pipeline, natural gas, gas pipeline-diversion, gas distribution station, natural gas hydrates, methods of prevention and elimination of hydrate formation, thermobaric conditions for the formation of NGH, hydrate formation section, specific inhibitor consumption, inhibitors of the hydrate formation.

Object of the study: Gas distribution station "Blue Flame

Purpose – To identify and prevent hydrate formation conditions at the inlet and outlet sections of the gas distribution station.

The study included: an analytical review of the conditions for the formation of gas hydrates, as well as methods for preventing and eliminating hydrate formation, studying the characteristics and specifics of operating a gas distribution station; analytical review of existing methods for calculating the initial point of NGH formation; the choice of the optimal variant of the theoretical detection of the initial conditions for the formation of gas hydrates; consideration of the most relevant schemes for the prevention of obliteration at the Blue Flame GDS.

As a result of research: a review of the existing basic methods for the prevention and elimination of hydrate formation, a calculation of the beginning and end of the section of the transformer substation subject to the formation of NGH, the specific consumption of the inhibitor under given conditions of transport of natural gas.

Application field: gas distribution stations of the main gas pipeline of small productivity.

Economic efficiency and significance of the work: the economic costs of introducing an expander-generator set to a low-capacity gas distribution station have been determined. The payback period for the introduction of this technology is calculated.

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат				
Разраб.		Злобин С.Д.			Abstract	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					14	109
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б5Б		
Рук-ль		Брусник О.В.						

Оглавление

Введение	18
1. Обзор литературы.....	20
1.1 Структура кристаллогидратов и их основные свойства.....	23
1.2 Условия образования кристаллогидратов.....	23
1.3 Определение вероятных зон гидратообразования.....	28
2. Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов	31
2.1 Анализ методики расчета образования гидратов в магистральных трубопроводах	32
2.2 Способы предупреждения гидратообразования	35
2.3 Осушка газа твердыми поглотителями	35
2.4 Осушка газа жидкими поглотителями	36
2.5 Низкотемпературная сепарация.....	37
3. Вариабельность методов вычисления условий образования газовых гидратов	40
3.1 Метод расчета по плотности газа	41
3.2 Метод расчета по коэффициенту К	42
3.3 Виды расчетов	43
4. Характеристика объекта исследования.....	47
4.1. Структура предприятия.....	47
4.2 Общая характеристика производственного объекта	48
4.3 Описание технологического процесса на ГРС	50
5. Расчетная часть.....	55
5.1 Определение пропускной способности газопровода – отвода.....	55
5.2 Определение зоны конденсации влаги в газопроводе - отводе	62

					Оглавление	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		15

5.3	Определение количества выделившейся жидкой фазы воды и удельного расхода метанола, необходимого для ликвидации гидратов.	67
6.	Социальная ответственность	71
6.1	Введение	71
6.2	Производственная безопасность.....	73
6.2.1	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	74
6.2.2	Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	77
6.3	Экологическая безопасность	79
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	82
6.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	84
6.5.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	84
6.5.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ...	85
7.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	87
7.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	87
7.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	88
7.1.2	Анализ конкурентных технических решений	89
7.1.3	SWOT-анализ	91
7.2	Планирование научно-исследовательских работ	93
7.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	93
7.2.2	Бюджет НТИ. Расчет материальных затрат и затрат на специальное оборудование	94
7.3	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	99

					Оглавление	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		16

Заключение	102
Список использованных источников	103
Приложения	109

					Оглавление	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		17

Введение

Актуальность ВКР. Гидраты природного газа (natural gas hydrates, NGH) – это твердые кристаллические соединения, образующиеся при определенных термобарических условиях из воды (водного раствора, водяных паров, льда) и низкомолекулярных газов (метана, пропана, углекислого газа и др.). Внешне напоминают лед или снег.

Глобальной задачей при любых условиях является непрерывная подача газа потребителю. При этом, одной из основных проблем нарушения работоспособности газотранспортных систем, является процесс гидратообразования (ГО), которое представляет из себя плотные отложения на стенках труб, что влечет понижение пропускной способности газопровода. Особенно выражены такие процессы на объектах, регулирующих давление транспортируемой среды. К этим объектам относятся газораспределительные станции (ГРС) (на указанных объектах характерно сочетание определенных факторов, таких как состав газа, давление, температура, степень насыщения газа парами воды). В соответствии с данными [11], наиболее выражены процессы ГО на ГРС малой производительности. В связи с этим правильно выбранные предупреждающие технологии и выявление зон возможного ГО, являются важной задачей любого ГТП. В связи с этим, тема выпускной квалификационной работы бакалавра «Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительных станций» является актуальной.

Объект исследования. Газораспределительная станция типа «голубое пламя»

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат				
Разраб.		Злобин С.Д.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					18	109
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б5Б		
Рук-ль		Брусник О.В.						

Предмет исследования. Характеристики транспортируемой среды, влияющие на изменение условий начала процесса отложения гидратов.

Цель работы. Выбор оптимального количества расхода ингибитора гидратообразования с учетом параметром транспортируемой среды.

Для реализации указанной цели, необходимо выполнить следующие задачи:

1. Проведение аналитического обзора по выбранной тематике выпускной квалификационной работы бакалавра;
2. Изучение характеристик объекта исследования;
3. Рассмотреть особенности предупреждения гидратообразования в системе газопровода
4. Предоставить методику расчета удельного количества ингибитора для предупреждения гидратообразования при транспорте газа;
5. Выявление зоны возможного гидратообразования при заданных условиях транспортировки газа по МГ.

Практическая значимость.

Результаты выпускной квалификационной работы бакалавра могут быть использованы для решения практических задач по обеспечению безгидратных условий эксплуатации ГРС.

					Введение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		19

1. Обзор литературы

В соответствии со справочными данными [1, 2, 3], NGH входят в класс химических соединений «клатратов», что указывает на образование комплексных соединений. Другими словами, молекула одного вещества (метана, пропана, CO_2 и др.) заключена внутри структуры, образованной молекулами H_2O . Данные соединения крайне неустойчивы и весьма быстро разлагаются на газ и воду при повышении температуры и снижении давления.

Если заглянуть в историю, то понятие «natural gas hydrates» возникло относительно недавно, и в большей степени, оно связано с залеганием газообразных углеводородов (в настоящее время современные инженерные изыскания направлены на поиск новых технологических решений технологий добычи и транспортировки NGH). Практика добычи ПГ, в соответствии с данными [4, 5], свидетельствует о том, что H_2O всегда присутствует в газоносных пластах и, следовательно, ПГ всегда будет насыщен водой. Кроме того, современные технологии подготовки ПГ до товарных качественных характеристик не могут обходиться без технологических растворов воды [7]. Примером таких технологий является абсорбционный процесс удаления жидким поглотителем (вода или водные растворы) одного или нескольких компонентов газовой смеси. Такой способ очистки основан на разной растворимости газов, что позволяет избавляться от конкретных составляющих ПГ (H_2S , CO_2).

Для решения задач очистки ПГ, в соответствии с литературным обзором ряда статей [6-8], часто применяют водные растворы алканоаминов (моноэтаноламин – МЭА; диаэтаноламин – ДЭА4; дигликольамин – ДГА; и т.д.). Данные реагенты являются слабыми основаниями. Поэтому они достаточно легко вступают в реакцию с кислыми газами. В результате такого взаимодействия происходит

					Обзор литературы	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		20

образование солей, которые при нагревании легко разлагаются из раствора. [9]. На рисунке 1 приведена схема очистки ПГ от H_2S .

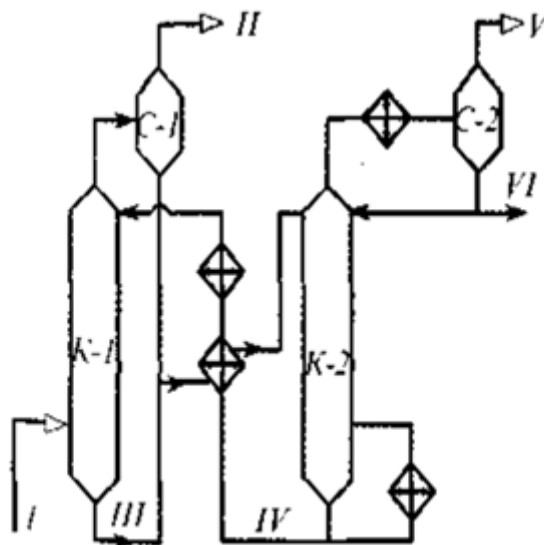


Рис.1 – Принципиальная схема этаноламиновой очистки газа от сероводорода методом абсорбции

I – сырьевой газ; II – очищенный газ; III – насыщенный раствор амина; IV – регенерированный раствор амина; V – кислые газы; VI – водный конденсат; К-1 - абсорбер; К-2 - десорбер; С-1 – каплеотбойник; С-2 – сепаратор;

Интересным свойством NGH является способность принимать различные правильные геометрические формы кристаллов со строением 3D. Их вариабельность может быть достаточно большой, о чем указывают данные, представленные в работах Клауссена[10], Полинга и Марша[11], Штакельберга и Мюллера [12], что отражено на рисунке 2.

					Обзор литературы	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		21

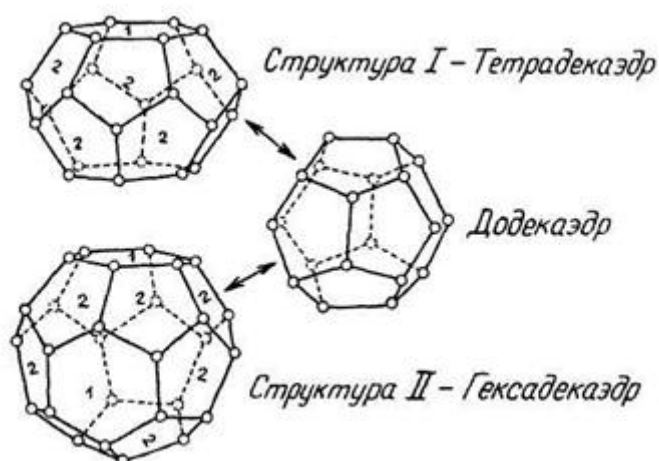


Рис. 2 Структуры кристаллов газогидратов

При описании таких кристаллов NGH следует отметить то, что молекулы H_2O являются внешними молекулами или «молекулами-хозяевами» (это «каркас» NGH), а другие углеводородные или неуглеводородные газы (CO_2 , H_2S) относят, согласно [13], к «молекулам-гостям» или гидратообразующим молекулам (они находятся в полостях «каркаса»). Очень важен тот факт, что между газом и водой в NGH не наблюдается связей. Другими словами, молекулы газа могут перемещаться/вращаться внутри «каркаса», о чем свидетельствуют проведенные ранее данные спектрального анализа, представленные в работе [14]. В соответствии с результатами работы, установлено что «молекулы – гости» способны крайне близко приближаться к образующим кластер молекулам воды. Однако они не внедряются в каркас, а образуют трансляционные и вращательные движения внутри его границ. Притяжение к поверхности кластера происходит средней частью молекулы, но одновременно с этим происходит отталкивание её концами. Подобное взаимодействие способно увеличивать количество связей между молекулами, однако они крайне короткодействующие, в результате чего и происходит подобное движение внутри границ каркаса гидратообразующих молекул.

					Обзор литературы	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		22

1.1 Структура кристаллогидратов и их основные свойства

Как известно, NGH образуются путем присоединения молекул газов в ячейки ледоподобного каркаса, созданного водородно-связанными молекулами воды, исключая химическое взаимодействие между этими молекулами.

Компоненты природного газа способны образовывать, согласно результатам кристаллохимического моделирования [15], две структуры газовых гидратов – кубические структуры КС-I и КС-II. Это связано с компонентным составом природного газа, а также с тем, что подобная форма структуры наиболее энергетически выгодная. Данные о типах NGH представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительные характеристики гидратов I и II типов

Характеристика NGH	КС-I	КС-II
Количество молекул воды в одной ячейке решетки	46	136
Количество полостей в одной ячейке решетки:		
- малых	2	16
- больших	6	8
Структура решетки	Додекаэдр (двенадцатигранник) Тетракайдекаэдр (четырнадцатигранник)	Додекаэдр (двенадцатигранник) Гексакайдекаэдр (шестнадцатигранник)
Примеры гидратообразующих веществ	CH ₄ , C ₂ H ₆ , C ₂ S, CO ₂	C ₃ H ₈ , изо-C ₄ H ₁₀ , N ₂

Структура КС-I заменяется структурой КС-II в тех случаях, когда молекулы гидратообразователя (молекул-гостей) оказываются превосходящими размеры пустот каркаса.

1.2 Условия образования кристаллогидратов

Так как нас интересуют проблемы, связанные с обеспечением

					Обзор литературы	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		23

безгидратной технологии перекачки природного газа по газопроводам, то рассмотрим все возможные условия образования NGH при его транспортировке.

На основе данных [16] введем классификацию возможных условий образования NGH в газопроводе (таблица 2).

Таблица 2 – Условия образования ГГ

Факторы образования гидратов	Причины их изменения в газопроводе	Механизмы	Мероприятия по изменению условий гидратообразования в газопроводе
1	2	3	4
Состав			
H ₂ S и CO ₂ значительно убастряют процесс гидратообразования, поскольку они растворимы в воде, следовательно представляют из себя основу образования ГГ	подкачка продукции от разных поставщиков	Равновесная температура находится в прямопропорциональной зависимости от наличия в составе ПГ сероводорода H ₂ S и CO ₂ и обратнопропорционально равновесному давлению. ПГ, имеющие в своем составе азот, становятся неустойчивыми и подвержены к образованию ГГ [18]	абсорбционный процесс удаления жидким поглотителем (вода, водные растворы) одного или нескольких компонентов газовой смеси. Он основывается на разной растворимости газов, что позволяет избавляться от конкретных составляющих ПГ (H ₂ S, CO ₂) [8]
Давление			
давление деформирует структуру решетки	в результате изменения объема газа (трещины, свищи, дефекты и т.д.), а так же при изменении температуры следует изменение давления.	если газ, находящийся в насыщенном состоянии, подвергнуть изотермическому сжатию, то из него будет выделяться вода. При устоявшихся термобарических условиях, выделившаяся вода, контактируя с газом, способна образовать гидраты.	Технологическое снижение давления газа Уменьшение количества участков с изменяющимся диаметром проходного сечения

					Обзор литературы	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		24

Продолжение таблицы 2				
1	2	3	4	
Температура				
Температура	Влияние окружающей среды, а так же прохождение через сужающие устройства влекут за собой изменение температурного режима транспортируемой среды.	Чтобы осуществилось отложение гизового гидрата на стенке трубопровода должно осуществиться следующее условие: температура стенки должна быть ниже или равной точки росы для влаги этого газа. В случае удовлетворения данного условия будет происходить отложение и нарастание кристаллогидрата [19].	Ингибиторы гидратообразования, меняющие активность воды, смещающие трехфазное равновесие в сторону более низких температур. Локальный подогрев транспортируемой среды и стенок трубопровода.	
Влажность				
Углеводородные жидкости (например, конденсат) усиливают эффект NGH благодаря смывающему действию.	Изменение влажности ПГ зависит от нескольких факторов при его прохождении по МГ. Температура, при которой газ становится влажным, при заданных термобарических условиях называется точкой росы.	В результате термодинамического воздействия на влагу, содержащуюся в газе, она меняет свое агрегатное состояния посредством перехода из жидкого состояния в твердое	Чтобы существенно понизить точку росы газа применяют ингибиторы гидратообразования, в результате смещения условий образования кристаллогидратов. В роли ингибиторов выступают такие вещества, как метиловый спирт (метанол), гликоли и хлористый кальций.	

					Обзор литературы	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		25

продолжение таблицы 2			
1	2	3	4
Режим течения			
Постоянное смешивание образованных частиц гидратов и газа	Изменение в результате прохождения через сужающие устройства (дрессельная арматура), что влечет за собой увеличение скорости потока.	Турбулентное течение способствует смещению условий образования гидратов по сравнению с равновесными условиями ГГ, поскольку происходит постоянное перемешивание влаги и газа, что влечет за собой постоянное отложение гидрата.	При постоянном диаметре газопровода, транспортирующего продукт, изменение режима течения происходит за счет изменения расхода газа.

Анализируя представленные данные, можно заметить, что существует пять факторов образования гидратов природного газа, из них три основных: температура, давление, а также его компонентный состав, а именно, наличие гидратообразователя (чем и является природный газ, содержащий в своем составе влагу). Остальные два выступают в роли катализаторов, а именно, ускоряют процесс гидратообразования, однако, они не являются необходимыми для начала данного процесса транспортируемой среды в магистральном газопроводе. Влага может появиться в результате нескольких технологических причин, таких как проведение гидроиспытаний технологического оборудования или же конденсация на стенках газопровода из-за понижения температуры.

В соответствии с СТО Газпром 2-2.1-249-2008 [37] заглубление от верхней образующей трубопровода до поверхности грунта должно составлять не менее 0,8 м при условном диаметре менее 1000 мм. При установленном заглублении пониженная температура стенок трубопровода

					Обзор литературы	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		26

обусловлена промерзанием грунта, особенно в холодное время года. Глубина промерзания грунта регламентируется согласно СП 131.13330.2012 [38]. В данном документе оговорено, что практически на всей территории РФ глубина промерзания грунта составляет 0,8 м, а во многих местах и более этой отметки. Из этого следует, что не только в зимний период температура стенки трубопровода имеет отрицательные показатели. В результате этого создаются благоприятные условия для образования кристаллогидратов при транспорте природного газа по МГ. На стенках трубопровода происходит либо конденсация воды в виде жидкой фазы, либо начинается облитерация газогидратов, исходя из термобарических соотношений.

В работе В.В. Капыш о «Предупреждении гидратообразования на газораспределительных станциях» [17] приводит свою точку зрения на механизм образования и дальнейшего накопления жидкости в трубопроводе. В результате охлаждения стенки трубы при уменьшении глубины залегания некоторых участков трубопровода, где оказывает влияние промерзший грунт на термические условия трубопровода, а так же в местах воздушного перехода нередко случаи образования кристаллогидратов на внутренней стенке трубы. При вводе метанола внутрь газопровода ГГ начинают разлагаться, однако метанольный раствор стекает в низменные места трассы ГП, где происходит его накопление. При дальнейшем транспорте нашего продукта по трубопроводу неизбежно возникает процесс испарения метанола, что в свою очередь приводит к меньшей концентрации водометального раствора. При изменении термобарических условий МГ данный раствор либо будет дальше испаряться, насыщая природный газ влагой и парами метанола, либо произойдет образование гидрата, а в некоторых случаях, гидратной пробки, что способно привести к аварийной ситуации. Это говорит о том,

					Обзор литературы	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		27

что необходим постоянный контроль за одним из важнейших факторов гидратообразования – температурой, поскольку если она опустится ниже температуры точки росы, следовательно, начнется процесс ГГ.

1.3 Определение вероятных зон гидратообразования

Присутствие влаги в транспортируемой среде является одним из необходимых факторов, но еще не достаточным при образовании NGH. При данных обстоятельствах, гидратообразование возможно лишь при определенных термобарических сочетаниях, в зависимости от состава газа и его относительной плотности (по воздуху). Данные зависимости образования NGH от давления и температуры газов представлены на рис. 3

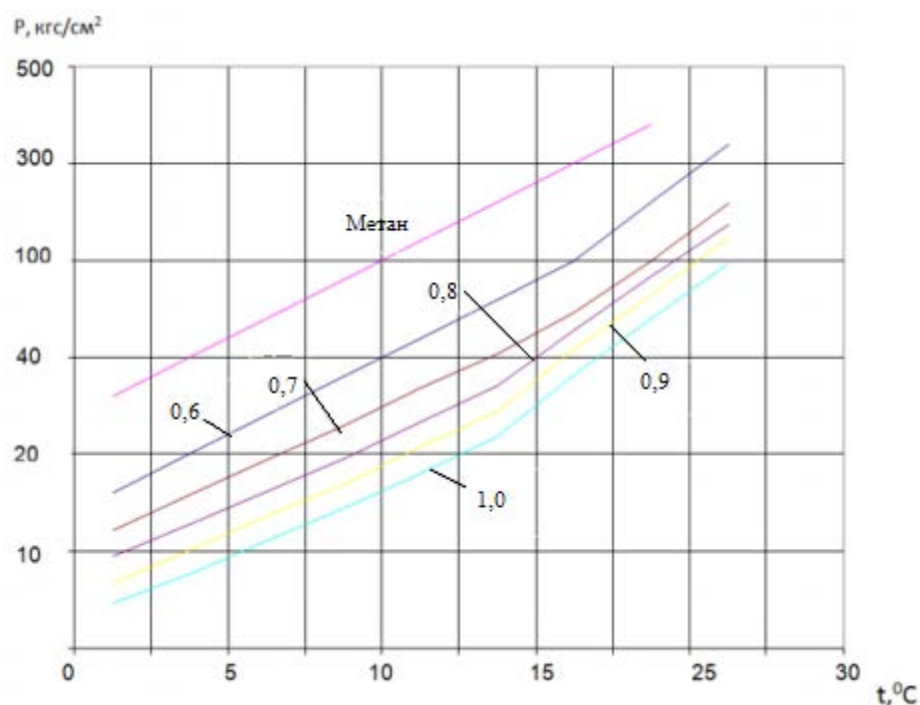


Рис.3 Условия образования гидратов для газов различной относительной плотности

В зонах выше каждой кривой происходит образование NGH, соответственно, ниже этих кривых данные процессы невозможны. С повышением давления и понижением температуры возможность

образования NGH становится более вероятной.

Определяя действительные показатели транспорта природного газа, выносятся на график кривые давления и температуры, обозначенные 1 и 2 соответственно, а так же кривые изменения точек росы по длине ГП – 3 и изменения температуры начала образования ГГ при различных окружающих условиях – 4 (рис. 4).

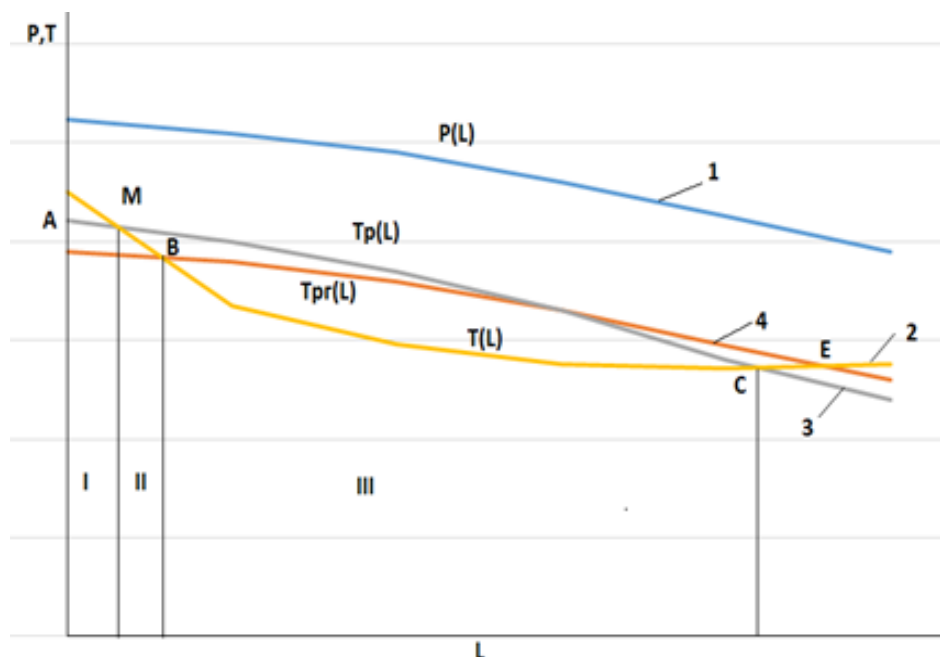


Рисунок 4 – положение зоны возможного образования скоплений гидратов

«Определим зону возможного образования газовых гидратов в ГП протяженностью L.

Определим, что AM – линия точки росы, конец которой совпадает с T газа в трубопроводе в точке M. Т.к. газ на этом участке имеет температуру выше точки росы, следовательно, он будет недонасыщенным и конденсация влаги невозможна (зона I).

В точке M температура газа $T(L)$ совпадает с точкой росы $T_p(L)$. Начинается процесс конденсации влаги на стенках трубопровода (зона II). Несмотря на снижение температуры от точки M до точки B образование

гидратов не происходит, поскольку температура газа $T(L)$ выше равновесной температуры гидратообразования $T_{рг}(L)$.

При дальнейшем понижении температуры газа она становится равновесной температуре гидратообразования $T(L) = T_{рг}(L)$ в точке В. Становится возможным гидратообразование (зона III). Зона возможного гидратообразования будет распространяться до точки С, поскольку за ней температура газа становится выше равновесной температуры гидратообразования $T(L) > T_{рг}(L)$ и NGH существовать уже не могут.

На участке СЕ возможно наличие капельной влаги в газе и на стенках ГП, так как выполняется условие $T(L) < T_p(L)$ [4].

					Обзор литературы	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		30

2. Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов

Все мероприятия, в соответствии с документами Газпрома (СТО Газпром 3.1-3-010-2008), возможно разделить на две основные группы: 1 группа - это мероприятия по недопущению возникновения кристаллогидрата в потоке транспортируемой среды, 2 группа - это снижение зон риска дальнейшего развития уже начавшегося процесса кристаллообразования.

При перемещении заведомо осушенного газа в МГ идеологически не должно возникать ситуаций, при которых возможно образование NGH, поскольку транспортируемая среда осушена до точки росы, заведомо ниже ожидаемой температуры газа в ТП. В данных случаях возникают следующие технологические факторы, влияющие на образование ГГ:

- малоэффективное осушение внутренней поверхности МГ перед стартом его эксплуатации, а также при включении в эксплуатацию нового трубопровода.
- нетщательное и нерегулярное удаление накопленной жидкости в пониженных местах ГП, а также отсутствие в плане емкостей для конденсата и продувочных патрубков
- неэффективная осушка и очистка газа перед началом транспорта по МГ

Таким образом, при вводе ТП в эксплуатацию или после гидравлических испытаний следует осушить его полость до требуемых

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции							
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат	Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.		Злобин С.Д.								31	109	
Руковод.		Чухарева Н.В.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б5Б				
Консульт.												
Рук-ль		Брусник О.В.										

кондиций. В этом случае могут быть использованы следующие варианты осушки ТП: инертным газом, азотом, сухим воздухом, созданием вакуума, транспортируемой средой, метанолом.

2.1 Анализ методики расчета образования гидратов в магистральных трубопроводах

Образование и накопление гидратных пробок в магистральных газопроводах часто связано с недостаточной осушкой внутренней полости трубы перед transportом газа, а также недостаточным удалением влаги из природного газа. Кроме этого практически всегда существуют пленочные образования воды на стенках газопровода, которая смешивается с осушенным ПГ и насыщает его по мере транспортировки по длине трубопровода, - утверждает Ю.Ф. Макогон в своих работах и приводит собственную методику расчета образования гидратов [16].

На расстоянии $x > l(t)$ (протяженность трубопровода l от времени прохождения газа t), где ПГ насыщен влагой до равновесных значений, в зависимости от термобарических условий возможны два варианта состояния пленки воды: её испарение и накопление [19,20]. Пусть δ_0 – первоначальная толщина плёнки воды в МГ диаметром D , влагонасыщенностью W_0 , изменением температуры $T(x)$ и давления $p(x)$ по трассе. Из уравнения материального баланса получаем следующее уравнение [21]:

$$l(t) = \frac{Q_t(W_{(x)} - W_0)}{\pi D \delta_0 p_v}, \quad (2.1)$$

где $W(x)$ – равновесное влагосодержание газа в точке x (г/м³),

					Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		32

ρ – плотность водной плёнки на стенках труб перед пуском газопровода (кг/м³).

На участках газопровода $x > l(t)$ в зависимости от значения равновесного влагосодержания $W(x)$ и термобарических условий происходит конденсация паров на стенках труб или испарение пленки воды [21].

Для рассмотрения интенсивности образования этого процесса проанализируем характер изменения влагонасыщенности в разрезах x и $x+dx$

Изменение толщины плёнки $\delta(x, t)$ выражается уравнением

$$\delta(x, t) = \frac{1}{2} \left[D - \sqrt{(D - 2\delta_0)^2 - \frac{4Q_t}{\pi p_B} \cdot \frac{dW}{dx}} \right], \quad (2.2)$$

Из данного уравнения следует, что значение $\delta(x, t)$ уменьшается (испарение пленки воды), если производная в правой части больше нуля и наоборот.

В случаях конденсации влаги из потока газа на поверхности стенки трубы считаем, что на некотором участке x трассы ГП условия транспортировки продукта расположены к образованию ГГ.

$$\delta(x, t) = \frac{1}{2} \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4Q_t}{\pi p_B} \cdot \frac{dW_G}{dx}} \right], \quad (2.3)$$

где p_B – плотность воды в гидратной фазе, W_G – влагонасыщенность газа, находящегося в равновесии с гидратом.

					Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		33

Очевидно, максимальная толщина слоя гидрата будет наблюдаться, когда граница «сухой» зоны трубы $l(t)$ будет близка к рассматриваемой отметке x_i . Объединяя уравнения (1.2) и (1.3), находим

$$\delta(x, t) = \frac{1}{2} \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4D\delta_0 l p_B}{p_B [W_\Gamma(l) - W_0]} \cdot \frac{dW_\Gamma}{dx}} \right], \quad (2.4)$$

Отсюда можно увидеть, что наибольшая толщина гидратной плёнки на поверхности стенки трубы не зависит от расхода газа, а напрямую связана с термобарическими условиями транспорта газа, длиной участка l и толщиной начальной пленки воды δ_0 на стенках труб.

Анализ уравнения (1.4) показывает, что полное перекрытие сечений гидратной фазой ($2\delta_m = D$) возможно при условии

$$\delta_0 = \frac{D p_B [W_\Gamma(l) - W_0]}{4l \left(\frac{dW_\Gamma}{dx} \right) p_B} \quad (2.5)$$

Полное перекрытие сечения трубы на рассматриваемой отметке произойдет через время t , рассчитываемое по уравнению (1.6)

$$t = \frac{\pi D^2}{4Q \left(\frac{dW_\Gamma}{dx} \right)} \quad (2.6)$$

На основании анализа работы Ю.Ф. Макогона установлено, зависимость для определения времени t полного перекрытия газопровода гидратом, в случае, если данный газопровод не будет полностью осушен от содержащейся внутри влаги.

					Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		34

2.2 Способы предупреждения гидратообразования

Для предупреждения образования ГГ могут быть использованы следующие способы:

- Обеспечение и поддержание максимально возможной положительной температуры транспортируемого газа по МГ с целью недопущения достижения температуры начала образования ГГ
- Путем изменения термобарических условий понижение температуры точки росы газа
- Низкотемпературная сепарация;
- Очисткой газа от паров воды методами адсорбции и абсорбции

2.3 Осушка газа твердыми поглотителями

Степень осушки газа твердыми поглотителями превосходит по качеству осушку жидкими поглотителями, кроме того, она должна производиться при температуре выше 0 С.

Одним из самых распространенных осушителей на производстве выступает силикагель.

Процесс осушки в промышленных установках состоит из трех стадий, первоначальная – адсорбция, затем часть осушенного газа подают в МГ, а часть пропускают через подогреватель и обратно в адсорбер, чтобы восстановить твердый адсорбент и испарить из него влагу – вторая стадия – регенерация адсорбента. Далее этот газ вновь осушают и направляют в МГ, охлаждение адсорбера происходит за счет теплообмена с поступающим газом – третья стадия (рис. 5).

					Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		35

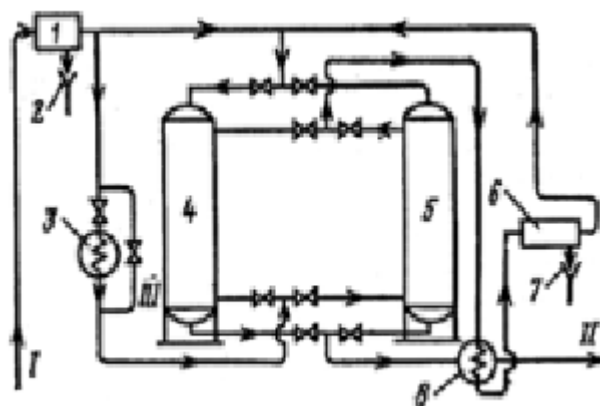


Рис. 5. Технологическая схема осушки газа твердыми поглотителями

1 – сепаратор; 2 и 7 – слив воды; 3 – подогреватель; 4 и 5 – адсорберы; 6 – сепаратор; 8 – теплообменник; I – влажный газ; II – осушенный газ; III – обводная линия

Количество адсорбента, необходимое для осушки газа

$$G = \frac{V_{\Gamma}(m_{\text{н}} - m_{\text{к}})\tau}{24a},$$

Где V_{Γ} – количество поступающего на осушку газа, приведенного к 20С и 0,1013 МПа, м/сут., $m_{\text{н}}, m_{\text{к}}$ – содержание влаги соответственно во влажном и осушенном газе, кг/м, τ – продолжительность поглощения, ч;

2.4 Осушка газа жидкими поглотителями

В большинстве случаев осушка газа от влаги производится жидкими растворами. В качестве жидких поглотителей выступают такие ингибиторы ГГ, как этиленгликоль (ЭГ), диэтиленгликоль (ДЭГ), триэтиленгликоль (ТЭГ).

					Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		36

В процессе дегидратации газ, отделенный от влаги в нижней части абсорбера (рис.6), проходит этап осушки растворами гликоля. Затем, в верхней части происходит отделения незначительного количества раствора гликоля, «присоединившегося» к газу в процессе очистки и поступает в МГ.

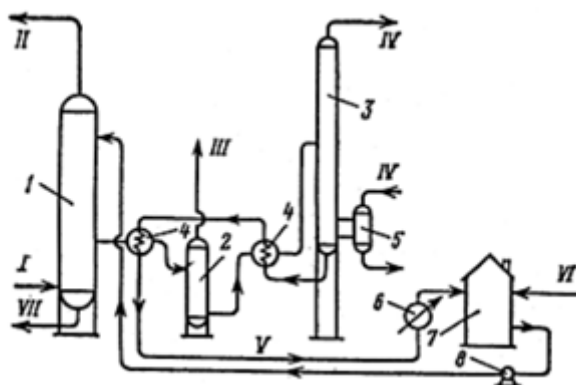


Рис.6 Технологическая схема осушки газа жидкими поглотителями

1 – абсорбер; 3 – выветриватель; 3- отпарная колонна (десорбер); 4 – теплообменник; 5 – кипятильник; 6 – холодильник; 7 – промежуточная ёмкость; 8 – насос; I – сырой газ; II – осушенный газ; III – газы выветривания; IV – водяной пар; V – регенерированный абсорбент; VI – свежий абсорбент; VII – газовый конденсат.

2.5 Низкотемпературная сепарация

Применение данного вида сепарации позволяет одновременно производить дегидратацию газа, а так же извлечение конденсата, совмещенные в одном процессе. В результате дросселирования неизбежен процесс охлаждения газа, что влечет за собой выделение конденсата. Применяя различные установки типа «холодильной камеры» или турбодетандеров происходит одновременное выделение углеводорода и влаги. В результате предупреждения

					Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		37

гидратообразования при данном процессе, в поток газа добавляется метанол или гликоли. Схема промышленной установки представлена на рис. 7. Газ при заданных начальных условиях поступает в зону теплообменников, охлаждаясь встречными потоками газа до заданной температуры (-5°C). За счет изобарического охлаждения, большая часть тяжелых углеводородов отделяется в сепараторах С-1 и С-2. В сепараторе С-1 удаляются конденсат и влага, а в С-2 смесь конденсат-гликоль. Затем в зоне испарителя газ снижает свою температуру до -12°C , что влечет за собой выделение большого количества влаги, удаляющегося в сепараторе С-3. Заключительный этап это подогрев очищенного и осушенного газа до необходимых температур и дальнейший транспорт среды по МГ.

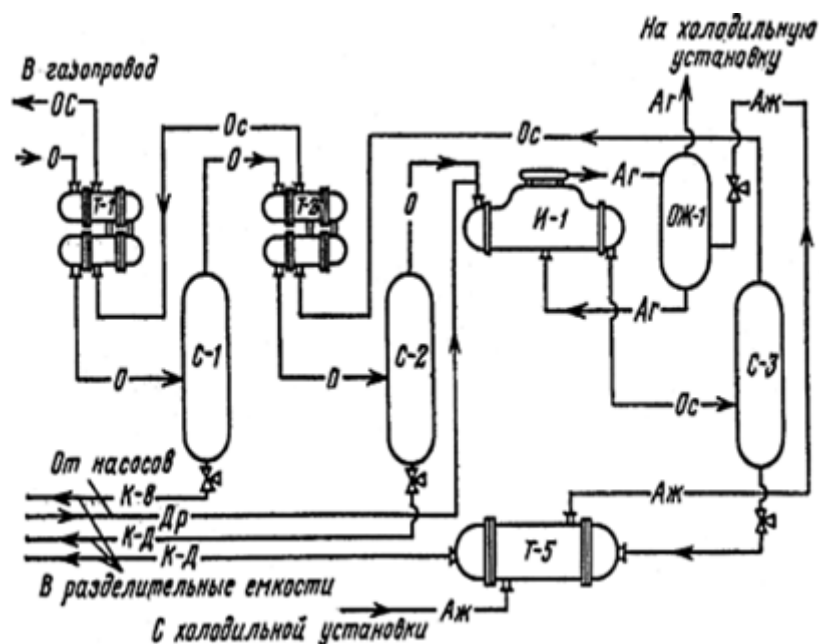


Рис. 7 Технологическая схема установки НТС с искусственным холодом

С-1, С-2, С-3 – сепараторы; Т-1, Т-2 – теплообменники; И-1 – испаритель; ОЖ-1 – отделитель жидкости; Т-5 – теплообменник утилизации холода конденсата; О – газ сырой; Ос – газ осушённый; К-В – смесь конденсат – вода; К-Д – смесь конденсат – ДЭГ; Др – ДЭГ

					Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		38

регенерированный; Аг – аммиак газообразный; Аж – аммиак жидкий.

Способы борьбы с гидратообразованием:

- Подача в МГ ингибиторов. В их роли могут выступать разновидности этиленгликоля, но самое широкое распространение получил метанол.
- Понижение давления при образовании гидратной пробки с двух сторон от неё.
- Подогрев газа и локальных участков с уже образовавшимися гидратами.

					Мероприятия по предупреждению и предотвращению интенсивного развития гидратообразующих процессов	Лис
						39
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

3. Вариабельность методов вычисления условий образования газовых гидратов

- Первостепенной задачей при обнаружении допустимых вариантов гидратообразования является аналитическое рассмотрение возможных термобарических условий, влекущих за собой выпадение кристаллогидратов.
- Данные вычисления идеально подходят для приближенной оценки данных условий, однако, это будут приближенные значения, которые позволят оценить ситуацию в целом и понять, на что следует сделать акцент при дальнейших операциях в целях предупреждения или предотвращения образований NGH.
- В настоящее время широкое признание и пользование для таковой оценки получили методы расчета «по плотности газа», «по коэффициенту К», а также «метод Бейли и Уичерта» по их предложенным диаграммам.

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат				
Разраб.		Злобин С.Д.			Вариабельность методов вычисления условий образования газовых гидратов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					40	109
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б5Б		
Рук-ль		Брусник О.В.						

3.1 Метод расчета по плотности газа

Данный метод крайне прост в использовании, поскольку используется лишь одна диаграмма, представляющая собой зависимость Р-Т, зависящие от плотности газа. (рис. 8)

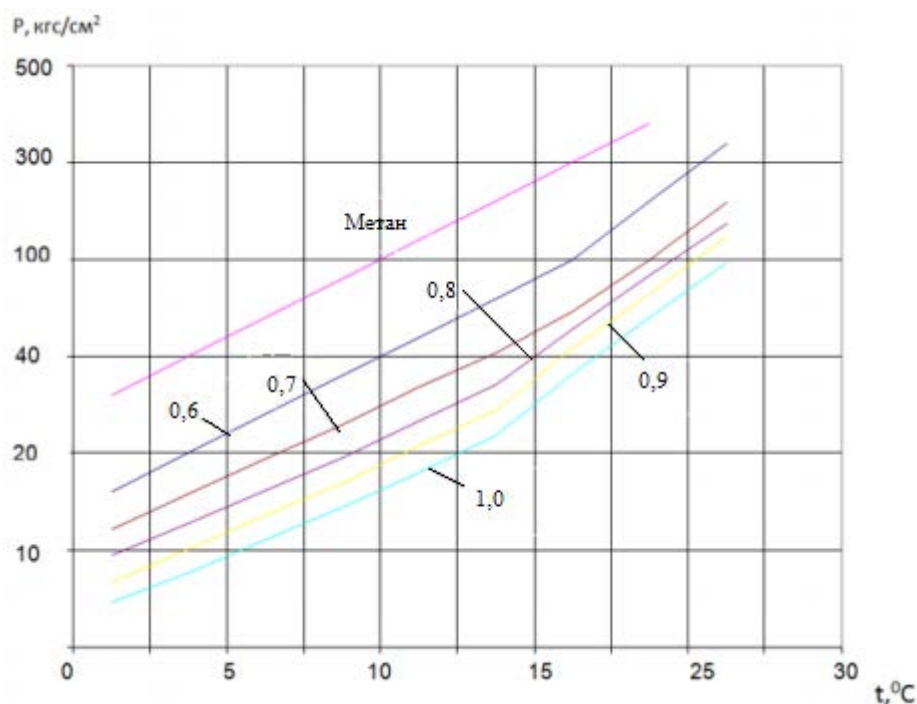


Рис. 8 Фазовая диаграмма условий образования гидратов природного газа

На данном графике можно наблюдать кривые, описывающие зоны возможного выпадения кристаллогидратов. Выше заданных кривых располагается область существования гидратов, ниже, соответственно, они будут отсутствовать.

Для использования данной диаграммы, первым шагом, необходимо вычислить плотность газа. Это производится с помощью универсальной формулы, зависящей от молекулярного веса газа μ .

					Вариантность методов вычисления условий образования газовых гидратов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		41

$$\rho = \frac{\mu}{M}, \text{ где}$$

M – молярная масса воздуха, равная 28,966 г/моль.

При известных значениях температуры, давления и плотности газа, с помощью данной диаграммы мы можем проверить вероятность отложения NGH. Для этого находим положение точки, заданной нашими параметрами. Если она лежит выше – возможно образование кристаллогидратов, ниже – данная вероятность отсутствует.

Так же данный метод идеально работает для оценки и поиска одного из условий гидратообразования (температура, давление) на данной диаграмме. Т.е. при известной плотности газа и температуре, мы можем определить давление, которому и выше которого будет соответствовать риск отложения NGH. Для этого, например, от заданного давления (ось ординат – Y) проводим горизонталь до пересечения с кривой, соответствующей заданной плотности газа, в результате чего находим необходимый диапазон температур (левее пересечения – диапазон образования NGH).

3.2 Метод расчета по коэффициенту K

Не все составляющие природного газа являются центрами образования кристаллогидратов. Коэффициент K является показателем распределения компонентов, способных выступать в роли образователей NGH между гидратной и газовой фазами:

$$K_i = \frac{y_i}{s_i},$$

где y_i и s_i – молярные доли i -го составляющего в газовой и гидратной

					Вариабельность методов вычисления условий образования газовых гидратов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		42

фазах соответственно.

Молярные доли берутся в расчет с тем условием, что в них отсутствует вода, поскольку вводится предположение, что в системе имеется достаточное количество воды, чтобы был возможен процесс образования гидратов ПГ.

Для компонентов, способных образовывать NGH и содержащихся в природном газе, имеются индивидуальные диаграммы для расчета значения коэффициента K в равновесной системе газ – твердое тело, для остальных веществ присваивается значение бесконечности, поскольку данное вещество отсутствует в составе гидрата, $s_i = 0$.

3.3 Виды расчетов

В настоящее время, K – диаграммы применяются для решения трех видов задач:

1. При заданных термобарических условиях определить концентрации фаз;
2. При заданной температуре определить фазовый состав и количественный показатель давления образования гидрата;
3. При заданном давлении определить фазовый состав и количественный показатель температуры образования гидрата;

Расчет мгновенного состояния. Данный вид расчета позволяет количественно оценить каждую фазу и их удельные доли, присутствующих в равновесной системе. Температура, давление и концентрации фаз являются заданными параметрами.

					Вариабельность методов вычисления условий образования газовых гидратов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		43

Решение поставленной задачи производится в модели Рэчфорда – Райса в следующем виде:

$$f(V) = \sum \frac{z_i(1 - K_i)}{1 + V(K_i - 1)},$$

где z_i – концентрации исходной смеси на безводной основе

Используя метод итераций достигается такое значение газовой фазы V , чтобы в результате значение функции $f(V) = 0$.

Получив значение доли газовой фазы V , можно вычислить её концентрацию:

$$y_i = \frac{K_i z_i}{1 + V(K_i - 1)},$$

а затем, происходит вычисление концентрации твердой фазы:

$$s_i = \frac{y_i}{K_i}$$

Начальные точки образования твердой фазы. Две другие задачи решаются путем нахождения начальных точек с заданными условиями давления/температуры и состава газа, при которых начинается образование твердой фазы, чаще всего соответствующие точке росы.

В зависимости от того, какой параметр – давление или температуру нужно найти составляется уравнение:

$$f_1(T) = 1 - \frac{\sum y_i}{K_i},$$

$$f_2(P) = 1 - \frac{\sum y_i}{K_i}.$$

					Вариабельность методов вычисления условий образования газовых гидратов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		44

Для неизвестного параметра выполняются итерации, пока сумма не станет равной единице.

Алгоритм вычислений для расчета температуры образования NGH с помощью коэффициента K:

Задаем давление, $P \Rightarrow$ Задаем концентрации газовой фазы, $y_i \Rightarrow$ выбираем начальное значение температуры, $T \Rightarrow$ Определяем по диаграммам значения K, при заданных P и T $\Rightarrow$ Вычисляем сумму $\frac{\sum y_i}{K_i}$ учитывая, что для не образующих гидраты веществ значение равно нулю $\Rightarrow$ если полученная сумма равна 1, то полученное значение T является температурой гидратообразования, если нет, то изменяем начальное значение температуры (сумма > 1 – уменьшаем, < 1 – увеличиваем).

Жидкие углеводороды. В данном методе расчета необходимо расширить возможности применения и ввести коэффициент K для системы газ – жидкость (K_v), поскольку ранее он предназначался для систем, не содержащих влагу (газ + гидрат).

$$K_{vi} = \frac{y_i}{x_i},$$

где x_i – мольная доля i-го компонента в жидкой неводной фазе.

В случае, если равновесная система содержит в себе газовую, жидкую неводную и гидратную фазы, то для вычисления долей жидкой (W) и газовой (V) фаз требуется решить следующие уравнения:

$$f(W, V) = \sum \frac{z_i(1 - K_{vi})}{W(1 - V) + (1 - V)(1 - W) \left(\frac{K_{vi}}{K_i} \right) + V K_{vi}}$$

В ином случае, если присутствуют гидратная и жидкая неводная

					Вариабельность методов вычисления условий образования газовых гидратов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		45

фаза, то коэффициент К рассчитывается следующим образом:

$$K_{wi} = \frac{K_{vi}}{K_i} = \frac{s_{vi}}{x_i}$$

Чтобы найти первоначальную точку образования твердого кристаллогидрата, необходимо следующее условие:

$$\sum \frac{K_{vi}x_i}{K_i} = 1$$

При этом, итерации выполняются так же, как и при расчете газовой и твердой фаз, а именно, по давлению при заданной температуре и наоборот.

Значение коэффициентов К для газожидкостных систем определяются по номограммам в справочниках.

					Вариабельность методов вычисления условий образования газовых гидратов	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		46

4. Характеристика объекта исследования

4.1. Структура предприятия

Приказом Мингазпромторга СССР было создано производственное объединение «Томсктрансгаз», которое в свою очередь в 2008 году было переименовано в ООО «Газпром трансгаз Томск»

На сегодняшний день это одно из самых больших газотранспортных предприятий в России, простирающееся от Нижневартовска до Хабаровска. Магистральные газопроводы обеспечивают газом всю Сибирь, а именно более 400 крупных потребителей разных областей. Благодаря успешной работе и высокому профессионализму к её зоне ответственности присоединился Дальний Восток. Общий объем транспортируемой среды – более 17 млрд. м³ каждый год.

Общество имеет в арсенале 8 компрессорных и 1 насосно-компрессорную станции; 129 ГРС и более 9000 км газопроводов и 1600 км нефтепроводов.

Юргинский филиал был создан в 1977 году. Основные направления деятельности предприятия – бесперебойная транспортировка природного газа по МГ «Парабель-Кузбасс-1, Парабель-Кузбасс-2, Томск-Новосибирск-Кузбасс, Юрга-Новосибирск».

Одним из главных факторов успешной работы данного подразделения – сильные, компетентные кадры, в процессе работы которых достигнуты многие цели и показатели, сопровождаемые качественной технической подготовкой и неординарным подходом к обучению и наставничеству.

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции				
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат					
Разраб.		Злобин С.Д.			Характеристика объекта исследования	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Чухарева Н.В.					47	109	
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б5Б			
Рук-ль		Брусник О.В.							

Все это является результатом положительных результатов в профессиональном и личном росте каждого из персонала. Основным стратегическим направлением остается надежная и своевременная, бесперебойная поставка природного газа потребителям.

4.2 Общая характеристика производственного объекта

Газораспределительные станции относятся к сложным технологическим объектам класса повышенной опасности, к которым предъявляются особые требования по надежности и безопасности энергоснабжения потребителей необходимым продуктом.

Главной задачей, стоящей перед Юргинским ЛПУМГ «ООО Газпром трансгаз Томск» является транспорт газа по МГ Парабель – Кузбасс и дальнейшее обеспечение продуктом потребителей через станции ГРС.

Автоматизированная газораспределительная станция АГРС «Голубое пламя» производства ООО «Завод «Нефтегазоборудование» является блочным изделием полной заводской готовности с техническими устройствами, размещенными внутри блока, соответствует требованиям СТО Газпром 2-2.3-1081-2016 и предназначена для непрерывного снижения и автоматического поддержания заданного давления подаваемого газа с целью использования его в качестве топлива на котельной КС «Проскоково».

					Характеристика объекта исследования	Лис
						48
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

Таблица 3 – техническая характеристика

№ п/п	Наименование параметра и характеристики	Значение
1	2	3
1	Номинальная производительность АГРС, м³/час	600
2	Рабочая производительность АГРС, м³/час: max min	600 20
3	Максимальное давление газа на входе, МПа	5,4
4	Минимальное давление газа на входе, МПа	2,0
5	Испытательное давление газа на входе, МПа	8,1
6	Давление газа на выходе, МПа	0,3
7	Температура газа на входе	$t_{\max}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\min}=0\text{ }^{\circ}\text{C}$
8	Форма обслуживания	централизованная
9	Количество операторов	1
10	Количество выходов на потребителя	1
11	Диаметр входного газопровода	89 мм
12	Диаметр выходного газопровода	89 мм

					Характеристика объекта исследования	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		49

В состав ГРС «Голубое пламя» входят основные блоки:

- Узел переключения;
- Узел очистки газа;
- Узел подогрева газа;
- Узел редуцирования;
- Узел одоризации газа;
- Узел учета газа;
- Блок автоматики с системой автоматического управления с функцией телеметрии.

Технологическая схема АГРС КС «Проскоково» приведена в приложении А.

4.3 Описание технологического процесса на ГРС

Газораспределительные станции являются неотъемлемой частью линейных производственных управлений МГ (ЛПУМГ).

В состав ГРС неизменно входят следующие блоки: переключения, очистки, подогрева, редуцирования, учета и одоризации газа.

После поступления газа на ГРС, он попадает на *узел очистки*, который состоит из двух линий: основной и байпасной. Для очистки газа от капельной жидкости и механических примесей используется фильтр – сепаратор ФС50/80 (ФС1).

Основные технические характеристики фильтра – сепаратора приведены в таблице 4.

					Характеристика объекта исследования	Лис
						50
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

Таблица 4 – Основные технические характеристики фильтра-сепаратора.

№ п/п	Показатель	Значение
1	Тип (марка)	Фильтр-сепаратор ФС 50/8.0
2	Объем, м ³	0,013
3	Пропускная способность, Q, тыс.м ³ /ч	8,2
4	Диаметр Ду, мм	143
5	Количество, шт	1

При редуцировании газ охлаждается, что способствует гидратообразованию. Для исключения гидратообразования перед дросселированием газ подогревают в *теплообменнике*. Температура подогрева выбрана такой, чтобы влагосодержание насыщенного газа не опускалось ниже влагосодержания газа, поступающего на АГРС. В этом случае при дросселировании влага не будет выпадать из газа. Поэтому после очистки газ направляется в узел подогрева газа. Для подогрева газа используется подогреватель газа ПГ50-80 (ПГ1).

В качестве промежуточного теплоносителя используется смесь диэтиленгликоля с водой. Для подогрева теплоносителя в котлах КТЛ1, КТЛ2 используется газ из технологической линии.

Газ нагревается в газоводяном кожухо-трубчатом теплообменнике подогревателя газа. Подогреватель газа - вертикальный, двухходовой

					Характеристика объекта исследования	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		51

по газу.

Газ в подогревателе движется по U-образным трубкам, закрепленным в трубной решетке, теплоноситель – по межтрубному пространству кожуха, разделенном перегородками.

После подогрева газ поступает в *узел редуцирования*.

Узел редуцирования предназначен для редуцирования газа до выходного давления 0,3 МПа.

Узел редуцирования состоит из двух линий: основной и резервной, каждая из которых имеет стопроцентную пропускную способность.

Редуцирование в узле осуществляется за счет двух блоков редуцирования мониторинговых БРМ-100/25: РД1 и РД2 для основной и резервной линий.

Манометры предназначены для визуального контроля оператором АГРС за давлением на коллекторах редуцирования.

Манометры электроконтактные ЭКМ предназначены для подачи сигнала в систему автоматического регулирования (САУ) АГРС при переключении между регуляторами блока редуцирования мониторингового и визуального контроля оператором АГРС за давлением на регуляторах блока редуцирования.

Для редуцирования газа на собственные нужды применяются регуляторы давления газа комбинированные РДГД-20М1-1,2 (РД3 и РД4).

					Характеристика объекта исследования	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		52

Таблица 5– Основные показатели регулирующих устройств

Наименование линии редуцирования газа	Количество линий редуцирования, шт	Тип (марка) регулирующего устройства (давления/ расхода)			Диаметр, Ду, мм	Давление Ру, МПа
		Рабочий	Контрольный	Регулятор-отсекатель		
Основная линия	1	БРМ-100/25	-	-	25	10
Резервная линия	1	БРМ-100/25	-	-	25	10
Линия расхода газа на собственные нужды	2	РДГД-20-М1-1,2	-	-	15	1,2

Далее газ поступает на *узел замера расхода газа*, состоящий из двух линий: больших расходов и малых расходов. Применяются два счетчика расхода газа турбинного типа ТЗ СГ1 и СГ2: G160 DN 80 мм, PN 10 МПа и G100 DN 80 мм, PN 10 МПа. Также учтены прямолинейные участки до и после счетчиков. Линии замера предназначены для учета объема

					Характеристика объекта исследования	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		53

(количества) природного газа, приведенного к стандартным условиям посредством автоматической электронной коррекции показаний счетчика по температуре и давлению с помощью корректора объема газа SEVC-D (CORUS) 0.9-10 бар NX19.

Для учета расхода газа на собственные нужды применяется счетчик газа коммунально-бытовой СГБЭТ G6 «Pegas» с электронной термокомпенсацией СГЗ.

Обводная линия блока технологического предназначена для временной подачи газа потребителю из входного газопровода в выходной, минуя оборудование АГРС, при этом кран шаровой с ручным приводом Кш18 является включающим обводную линию, а задвижка клиновая ЗКЛ2 50-160 – дросселирующей.

Перечень основных трубопроводов в блок-боксе АГРС представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень основных трубопроводов в блок-боксе АГРС

№ п/п	Наименование	Ду вход, мм	Ду выход, мм	Протяженно сть, км
1	Основная линия	50	50	0,003
2	Резервная линия	50	50	0,003
3	Линия расхода газа на собственные нужды	32	32	0,007
4	Обводная линия	50	50	0,004

					Характеристика объекта исследования	Лис
						54
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

5. Расчетная часть

5.1 Определение пропускной способности газопровода – отвода

Пропускная способность газопровода – верхнее значение количества газа, которое возможно перекачать по газопроводу или его участку за сутки при максимальном использовании принятых расчетных параметров и установившемся режиме. Следовательно, если фактические показания различаются с теоретическими, можно сделать вывод о том, что на каком-либо участке газопровода произошло образование ГГ.

Таблица 7 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Единицы измерения	Значение
Пропускная способность газопровода – отвода	Q	м ³ /ч	100
Условный диаметр газопровода	Dy	мм	108
Начальное давление участка г/п	Pн	Мпа	3,9
Конечное давление участка г/п	Pк	Мпа	3,8
Длина г/п – отвода	L	км	0,8
Среднегодовая температура грунта	Tгр	°C	5,4
Коэффициент теплопередачи от газа к грунту	K _T		1,5
Теплоемкость газа	Cp	ккал/(кг·K)	0,6
Температура газа	Tн	°C	20

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции		
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат			
Разраб.		Злобин С.Д.			Расчетная часть	Лит.	Лист
Руковод.		Чухарева Н.В.					Листов
Консульт.							55
Рук-ль		Брусник О.В.					109
						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа	
						Группа 2Б5Б	

Таблица 8 – основные параметры компонентов газа

Компонент ы	Объемная концентраци я, в долях ед.	Молекулярн ая масса, кг/кмоль	$T_{кр},$ К	$P_{кр},$ МПа	Динамическ ая вязкость, кгс/м ² 10 ⁻⁷
Метан	0,92	16,04	190,5	4,49	10,3
Этан	0,035	30,07	306	4,77	7,5
Пропан	0,015	44,09	369	4,26	6,9
Бутан	0,005	58,12	425	3,5	6,9
Пентаны	0,001	72,15	470,2	3,24	6,2
Диоксид углерода	0,007	44,01	305	7,28	13,8
Азот	0,02	28,02	126	3,39	16,6
Кислород	0,0001	32	154,9 6	5,01	1,94

1) Определим молекулярную массу газовой смеси, $M_{см}$, кг/кмоль:

$$M_{см} = \sum V_i \cdot m_i \quad (5.1)$$

где V_i – объёмная концентрация i – го компонента газа;

m_i – молекулярная массы i – го компонента газа, кг/кмоль.

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		56

$$M_{\text{см}} = 0,92 \cdot 16,04 + 0,035 \cdot 30,07 + 0,015 \cdot 44,09 + 0,005 \cdot 58,12 + 0,001 \cdot 72,15 + 0,007 \cdot 44,01 + 0,02 \cdot 28,02 + 0,0001 \cdot 32 = 17,71 \text{ кг/кмоль}$$

2) Определяем плотность газовой смеси, $\rho_{\text{см}}$, кг/м³;

$$\rho_{\text{см}} = \frac{M_{\text{см}}}{22,4} \quad (5.2)$$

где 22,4 – молярный объем газа при нормальных условиях, м³/кмоль.

$$\rho_{\text{см}} = \frac{17,71}{22,4} = 0,79 \text{ кг/м}^3$$

3) Определяем относительную плотность газа по воздуху, Δ :

$$\Delta = \frac{\rho_{\text{см}}}{\rho_{\text{в}}} \quad (5.3)$$

где $\rho_{\text{в}} = 1,293 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха при стандартных условиях.

$$\Delta = \frac{0,79}{1,293} = 0,61$$

4) Определим динамическую вязкость газовой смеси, $\mu_{\text{см}}$, Па · с:

$$\mu_{\text{см}} = \frac{\sum V_i \cdot \mu_i}{100} \quad (5.4)$$

где μ_i – динамическая вязкость i – го компонента газа, Па · с.

$$\begin{aligned} \mu_{\text{см}} &= (0,92 \cdot 10,3 + 0,035 \cdot 7,5 + 0,015 \cdot 6,9 + 0,005 \cdot 6,9 + 0,001 \cdot 6,2 \\ &\quad + 0,007 \cdot 13,8 + 0,02 \cdot 16,6 + 0,0001 \cdot 1,94) \cdot 10^{-7} \\ &= 10,3 \cdot 10^{-7} \text{ Па} \cdot \text{с} \end{aligned}$$

5) Определим критическое давление газовой смеси, $P_{\text{кр}}$, МПа:

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		57

$$P_{кр} = \frac{\sum V_i \cdot P_{кр i}}{100} \quad (5.5)$$

где $P_{кр i}$ – критическое давление i – го компонента газа, МПа.

$$P_{кр} = 0,92 \cdot 4,49 + 0,035 \cdot 4,77 + 0,015 \cdot 4,26 + 0,005 \cdot 3,5 + 0,001 \cdot 3,2 + 0,007 \cdot 7,28 + 0,02 \cdot 3,39 + 0,0001 \cdot 5,01 = 4,5 \text{ МПа.}$$

6) Определим критическую температуру газовой смеси, $T_{кр}$, К:

$$T_{кр} = \frac{\sum V_i \cdot T_{кр i}}{100} \quad (5.6)$$

где $T_{кр i}$ – критическая температура i – го компонента газа, К.

$$T_{кр} = 0,92 \cdot 190,5 + 0,035 \cdot 306 + 0,015 \cdot 369 + 0,005 \cdot 425 + 0,001 \cdot 4 + 0,007 \cdot 305 + 0,02 \cdot 126 + 0,0001 \cdot 154,096 = 198,3 \text{ К}$$

7) Определим среднее давление газа на участке, $P_{ср}$, МПа:

$$P_{ср} = \frac{2}{3} \left(P_H + \frac{P_K^2}{P_H + P_K} \right) \quad (5.7)$$

где P_H – начальное давление газа, МПа;

P_K – конечное давление газа, МПа.

$$P_{ср} = \frac{2}{3} \left(3,9 + \frac{3,8^2}{3,9 + 3,8} \right) = 3,85 \text{ МПа}$$

8) Определим среднюю температуру газа на участке, $T_{ср}$, К:

$$T_{ср} = \frac{T_{гр} + T_H}{2} \quad (5.8)$$

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		58

где $T_{гр}$ – температура окружающей среды на глубине заложения трубопровода, К;

T_n – температура газа на входе в линейный участок, К.

$$T_{cp} = \frac{278,4 + 293}{2} = 285,7 \text{ К}$$

9) Определим приведенную температуру газовой смеси, $T_{пр}$:

$$T_{пр} = \frac{T_{cp}}{T_{кр}} \quad (5.9)$$

$$T_{пр} = \frac{285,7}{198,3} = 1,44$$

10) Определим приведенное давление газовой смеси, $P_{пр}$:

$$P_{пр} = \frac{P_{cp}}{P_{кр}} \quad (5.10)$$

$$P_{пр} = \frac{3,85}{4,5} = 0,86$$

11) Определим коэффициент сжимаемости газовой смеси, Z :

$$Z = 1 + A_1 P_{пр} + A_2 P_{пр}^2 \quad (5.11)$$

$$A_1 = -0,39 + \frac{2,03}{T_{пр}} - \frac{3,16}{T_{пр}^2} + \frac{1,09}{T_{пр}^3} \quad (5.12)$$

$$A_1 = -0,39 + \frac{2,03}{1,44} - \frac{3,16}{1,44^2} + \frac{1,09}{1,44^3} = -0,139$$

$$A_2 = 0,0423 - \frac{0,1812}{T_{пр}} + \frac{0,2124}{T_{пр}^2} \quad (5.13)$$

					Расчетная часть	Лис
						59
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

$$A_2 = 0.0423 - \frac{0,1812}{1,44} + \frac{0,2124}{1,44^2} = 0,0189$$

$$Z = 1 - 0,139 \cdot 0,86 + 0.0189 \cdot 0,86^2 = 0,89$$

12) Определим число Рейнольдса, Re:

$$Re = \frac{1810 \cdot q_{\text{сут}} \cdot \Delta}{d_{\text{в}} \cdot \mu_{\text{см}}} \quad (5.14)$$

где $q_{\text{сут}}$ – пропускная способность, млн.м³/сут;

Δ – относительная плотность газа по воздуху;

d – условный диаметр участка газопровода, мм;

$\mu_{\text{см}}$ – динамическая вязкость газовой смеси, Па · с.

$$q = \frac{24 \cdot q \cdot 10^{-6}}{K_{\text{и}}^0} \quad (5.15)$$

где $K_{\text{и}}^0 = 0,9405$ – коэффициент использования пропускной способности для газопроводов отводов.

$$q = \frac{24 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{0,9405} = 0,0026 \text{ млн. м}^3/\text{сут}$$

$$Re = \frac{1810 \cdot 0,0026 \cdot 0,61}{108 \cdot 10,3 \cdot 10^{-7}} = 0,25 \cdot 10^5.$$

13) Определим коэффициент сопротивления трению, $\lambda_{\text{тр}}$:

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,067 \cdot \left(\frac{158}{Re} + \frac{2 \cdot K}{d_{\text{в}}} \right)^{0,2} \quad (5.16)$$

					Расчетная часть	Лис
						60
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

где $K = 0,03$ - эквивалентная шероховатость стенки труб, мм.

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,067 \cdot \left(\frac{158}{0,25 \cdot 10^5} + \frac{2 \cdot 0,03}{108} \right)^{0,2} = 0,025$$

14) Определим коэффициент гидравлического сопротивления с учетом местных сопротивлений и гидравлической эффективности газопровода, λ :

$$\lambda = 1,05 \cdot \frac{\lambda_{\text{тр}}}{E} \quad (5.17)$$

где $E = 0,95$ - коэффициент гидравлической эффективности газопровода.

$$\lambda = 1,05 \cdot \frac{0,025}{0,95} = 0,027$$

15) Определим расчетную пропускную способность газопровода - отвода, q , м³/сут.

$$q_{\text{сут}} = 3,32 \cdot d^{2,5} \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{н}}^2 - P_{\text{к}}^2}{\lambda \cdot T_{\text{ср}} \cdot z \cdot L}} \quad (5.18)$$

$$q_{\text{сут}} = 3,32 \cdot 0,108^{2,5} \cdot \sqrt{\frac{3,9^2 - 3,8^2}{0,027 \cdot 285,7 \cdot 0,89 \cdot 0,8}} = 1253 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

Заданная пропускная способность газопровода – отвода $q=100 \text{ м}^3/\text{ч} = 2400 \text{ м}^3/\text{сут}$ не превышает рассчитанной величины. Условие соответствует действительности.

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		61

5.2 Определение зоны конденсации влаги в газопроводе - отводе

Таблица 9 – Исходные данные

Наименование	Обозначение	Единицы измерения	Значение
Пропускная способность газопровода – отвода	Q	нм ³ /сут	2400
Диаметр газопровода	D	мм	108
Начальное давление участка г/п	P ₁	Мпа	3,9
Конечное давление участка г/п	P ₂	Мпа	3,8
Длина г/п – отвода	L	м	800
Среднегодовая температура грунта	T _{гр}	°C	5,4
Температура точки росы	T _{т.р.}	°C	-10
Абсолютная плотность газа	ρ	кг/м ³	0,79
Коэффициент теплопроводности	K	Вт/м ² ·К	2
Теплоемкость газа	C _p	ккал/(кг·К)	2512
Температура окружающей среды	T ₀	°C	-20
Температура газа	T _н	°C	20

					Расчетная часть	Лис
						62
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

Начало зоны конденсации x_n в газопроводе при $T = T_{т.р.}$ определяется по формуле

$$x_n = \frac{1}{a} \cdot \ln \left[\frac{Di \cdot (p_1 - p_2) + (T_H - T_0) \cdot \alpha \cdot L}{Di \cdot (p_1 - p_2) + (T_{т.р.} - T_0) \cdot \alpha \cdot L} \right] \quad (5.19)$$

$$x_n = \frac{1}{3,4 \cdot 10^{-6}} \ln \left[\frac{0,47 \cdot (3,9 - 3,8) + (293 - 253) \cdot 3,4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,8}{0,47 \cdot (3,9 - 3,8) + (263 - 253) \cdot 3,4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,8} \right] \\ = 509,9$$

Конец зоны конденсации x_k в газопроводе

$$x_k = \frac{1}{a} \cdot \ln \left[\frac{(T_H - T_0) \cdot \alpha \cdot L}{Di \cdot (p_1 - p_2)} + 1 \right] \quad (5.20)$$

$$x_k = \frac{1}{3,4 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[\frac{(293 - 253) \cdot 3,4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,8}{0,47 \cdot (3,9 - 3,8)} + 1 \right] = 680,0$$

$$\alpha = \frac{24 \cdot k \cdot \pi \cdot D}{\rho \cdot Q \cdot C_p} = \frac{24 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,108}{0,79 \cdot 2400 \cdot 2512} = 3,4 \cdot 10^{-6}$$

где k – коэффициент теплопередачи в окружающую среду;

D – наружный диаметр газопровода;

ρ – плотность газа; Q – объёмный расход газа,

C_p – удельная теплоёмкость газа.

$$\alpha = \frac{24 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,108}{0,79 \cdot 2400 \cdot 2512} = 3,4 \cdot 10^{-6}$$

Температура начала конденсации паров воды из газа при температуре газа в газопроводе T , равной точке росы $T_{т.р.}$, определяют по формуле (33-36) [33-36]:

$$T = T_0 + (T_H - T_0)e^{-\alpha x} - Di \frac{p_1 - p_2}{L} \cdot \frac{1 - e^{-\alpha x}}{\alpha} \quad (5.21)$$

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		63

где T , T_0 – температура соответственно газа в газопроводе и окружающей среды (К);

T_n – начальная температура газа (К);

a – расчётный коэффициент; x – расстояние от начала газопровода до рассматриваемой точки(м);

Di – коэффициент Джоуля–Томсона К/МПа ,

L – длина участка газо-провода (м),

p_1 – начальное давление,

p_2 – конечное давление(МПа).

$$T = 253 + (293 - 253)e^{-3,4 \cdot 10^{-6} \cdot 510} - 0,47 \cdot \frac{3,9 - 3,8}{0,8} \cdot \frac{1 - e^{-3,4 \cdot 10^{-6} \cdot 510}}{3,4 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 263 \text{ K}$$

Для нормальной работы газопровода, осушку газа необходимо проводить ниже температуры точки росы, до которой следует охлаждать газ, чтобы он достиг состояния насыщения водяным паром при данном влагосодержании и неизменном давлении.

Определение коэффициента Джоуля–Томсона

$$Di = \frac{T_{кр} \cdot f(Di)}{P_{кр} \cdot C_p} \quad (5.22)$$

Где $f(Di)$ – функция, определяется по специальному графику

Определим критическое давление газовой смеси, $P_{кр}$, МПа:

$$P_{кр} = \frac{\sum V_i \cdot P_{кр i}}{100} \quad (5.23)$$

					Расчетная часть	Лис
						64
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

где $P_{кр i}$ – критическое давление i – го компонента газа, МПа.

$$P_{кр} = 0,92 \cdot 4,49 + 0,035 \cdot 4,77 + 0,015 \cdot 4,26 + 0,005 \cdot 3,5 + 0,001 \cdot 3,2 + 0,007 \cdot 7,28 + 0,02 \cdot 3,39 + 0,0001 \cdot 5,01 = 4,5 \text{ МПа.}$$

Определим критическую температуру газовой смеси, $T_{кр}$, К:

$$T_{кр} = \frac{\sum V_i \cdot T_{кр i}}{100} \quad (5.24)$$

где $T_{кр i}$ – критическая температура i – го компонента газа, К.

$$T_{кр} = 0,92 \cdot 190,5 + 0,035 \cdot 306 + 0,015 \cdot 369 + 0,005 \cdot 425 + 0,001 \cdot 4 + 0,007 \cdot 305 + 0,02 \cdot 126 + 0,0001 \cdot 154,096 = 198,3 \text{ К}$$

Определим приведенную температуру газовой смеси, $T_{пр}$:

$$T_{пр} = \frac{T_{ср}}{T_{кр}} \quad (5.25)$$

$$T_{пр} = \frac{285,7}{198,3} = 1,44$$

Определим приведенное давление газовой смеси, $P_{пр}$:

$$P_{пр} = \frac{P_{ср}}{P_{кр}} \quad (5.26)$$

$$P_{пр} = \frac{3,85}{4,5} = 0,86$$

По графику 9 находим значение $f(D_i)$ для полученных приведенных значений давления и температуры:

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		65

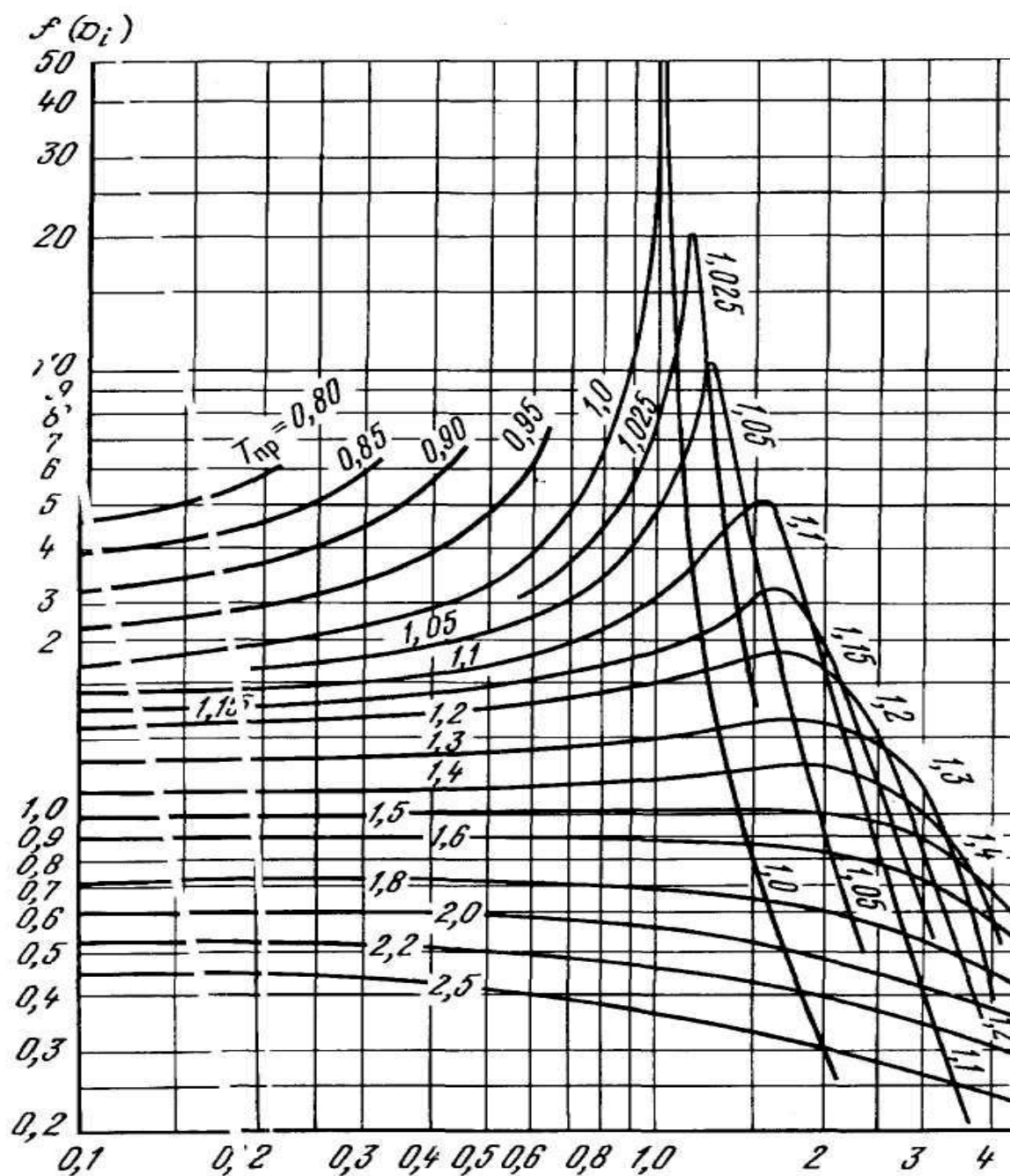


Рис.9 Обобщенная функция Джоуля – Томсона в зависимости от приведенных давления и температуры

Из графика получаем, что $f(Di) = 1,15$

$$Di = \frac{198,3 \cdot 1,15}{45 \cdot 17,71 \cdot 0,6} = 0,47$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат

Расчетная часть

Лис

66

При достижении точки росы в газе или на предметах, с которыми он соприкасается, начинается конденсация водяного пара.

Полученные зависимости открывают возможность рассчитать влагосодержание газа в газопроводе-отводе при условии, что значение точки росы газа по воде укладывается в параметры, заданные ГОСТ 53763-2009.

$$W = \frac{0,457}{P_{\text{ср}}} \cdot e^{0,0735t - 0,00027t^2} + 0,0418 \cdot e^{0,054t - 0,0002t^2} \quad (5.27)$$

$$\begin{aligned} W &= \frac{0,457}{3,85} \cdot e^{0,0735 \cdot (-10) - 0,00027(-10)^2} + 0,0418 \cdot e^{0,054 \cdot (-10) - 0,0002 \cdot (-10)^2} \\ &= 0,079 \text{ г/м}^3 \end{aligned}$$

5.3 Определение количества выделившейся жидкой фазы воды и удельного расхода метанола, необходимого для ликвидации гидратов.

Количество выделившейся жидкой фазы воды является первоочередным критерием при расчете удельного расхода ингибитора гидратообразования (метанола).

Количество жидкой фазы можно определить из зависимости

$$G_{\text{ж.в.}} = W \cdot Q \quad (5.28)$$

Где Q – расход газа (нм³/сут).

Температуру начала образования гидрата $T_{\text{гидр}}$ определяем на основании среднего давления $p_{\text{ср}}$.

Необходимое снижение точки замерзания раствора определяется по формуле

$$\Delta T = T_{\text{гидр}} - T_0 \quad (5.29)$$

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		67

где $T_{\text{гидр}}$ – температура гидратообразования (К),

T_0 – температура окружающей среды (К)

$$\Delta T = 263 - 253 = 10$$

Содержание метанола в жидкости определяется на основании ΔT , представлено в таблице 10

Таблица 10 – Содержание метанола в жидкости

ΔT (К)	Содержание метанола в жидкости Мж (%)
0	0
5	15
10	20
15	27
20	32
25	40

Из данных условий получаем, что $M_{\text{ж}} = 20\%$

Концентрация метанола в газе определяется по формуле

$$K_{\text{м.г.}} = M_{\text{ж}} \cdot K_{\text{м}} \cdot 16 \cdot 10^{-3} \quad (5.30)$$

где $M_{\text{ж}}$ – содержание метанола в жидкости (%), $K_{\text{м}}$ – отношение количества паров метанола к его содержанию в жидкости $K_{\text{м}} = W/1,088$, (г/м³).

$$K_{\text{м.г.}} = 20 \cdot \frac{0,079}{1,088} \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 0,023$$

					Расчетная часть	Лис
						68
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

Количество метанола, насыщающего жидкость:

$$G_{\text{м.ж.}} = \frac{G_{\text{ж.в.}} \cdot M_{\text{ж.}}}{100 - M_{\text{ж.}}} \quad (5.31)$$

где $M_{\text{ж.}}$ – содержание метанола в жидкости, $G_{\text{м.ж.}}$ – количество жидкой фазы, выделившейся из газа (кг/сут) [33]

$$G_{\text{м.ж.}} = \frac{0,079 \cdot 2400 \cdot 20}{100 - 20} = 47,4$$

Количество метанола, насыщающего газ (кг/сут):

$$G_{\text{м.г.}} = Q \cdot K_{\text{м.г.}} \quad (5.32)$$

где $K_{\text{м.г.}}$ – концентрация метанола в газе (г/м³)

$$G_{\text{м.г.}} = 2400 \cdot 0,023 = 55,2$$

Количество метанола, вводимого в газопровод (кг/сут)

$$G_{\text{м}} = G_{\text{м.ж.}} + G_{\text{м.г.}} \quad (5.33)$$

$$G_{\text{м}} = 47,4 + 55,2 = 102,6$$

Удельный расход метанола (кг/м³):

$$q_m = \frac{G_{\text{м}}}{Q} \quad (5.34)$$

$$q_m = \frac{102,6}{2400} = 0,043$$

По предоставленной методике расчета при заданных термобарических условиях появляется возможность анализа, предусмотрения, а, в крайнем случае, и ликвидации образования газовых гидратов. Получены экспериментальные значения начала и конца участка трубопровода, где протекают процессы гидратообразования, а также влагосодержание

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		69

транспортируемой среды и необходимое количество расхода ингибитора для предотвращения и ликвидации NGH.

					Расчетная часть	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		70

6. Социальная ответственность

6.1 Введение

Выпускная квалификационная работа посвящена анализу производственных и природно-климатических факторов образования газовых гидратов при эксплуатации газораспределительной станции и выбору способов предупреждения и ликвидации образования данного явления при транспортировке продукта.

Газораспределительные станции (ГРС) предназначены для понижения и поддержания заданного давления, необходимого потребителям в данных условиях. Из-за суровости природно-климатических условий, а также особенностей состава транспортируемой среды нередки случаи облитерации в газопроводах и на редуцирующем оборудовании ГРС. Конструкции данного оборудования соответствуют требованиям стандартов безопасности труда. Газораспределительная станция является опасным производственным объектом, поэтому важнейшей задачей при производстве работ по предупреждению и ликвидации ГГ на ГРС является соблюдение правил и требований производственной и экологической безопасности.

В данном разделе рассматриваются опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при проведении работ на ГРС, а также мероприятия с помощью которых возможно устранить данные факторы.

Важнейшей задачей по повышению эффективности транспортировки газа потребителям на станции ГРС является соблюдение правил и требований производственной и экологической безопасности.

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции		
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат			
Разраб.		Злобин С.Д.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Чухарева Н.В.					Листов
Консульт.							
Рук-ль		Брусник О.В.					
						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа	
						Группа 2Б5Б	

Нашим техническим решением предусмотрена безаварийная и безопасная работа станции ГРС.

Основные свойства и виды опасности природного газа (по метану)

Таблица №11[40]

Основные свойства	Температура кипения -161,5°С Плотность паров (по воде) 0.680 ÷ 0.850 Растворимость в воде 0,02 г/кг при 20° С
Взрыво- и пожароопасность	Температура вспышки (воспламенения) - 88°С Температура самовоспламенения 650°С Область воспламенения паров 5,0 ÷ 15.0% об. Категория метана (промышленного) по взрывоопасности по ГОСТ 12.1.011-78* II-T1
Опасность для человека	ПДК 300 мг/ м ³ В организм попадает через органы дыхания Влияет на центральную нервную систему, вызывает кислородное голодание и удушье.

Средства индивидуальной защиты

Таблица №12[40]

защита органов дыхания	изолирующие воздушно-дыхательные аппараты.
------------------------	--

Необходимые действия при аварийных ситуациях

Таблица №13[40]

Общего характера	Удалить людей из зоны загазованности, выставить посты, запрещающие допуск людей, удалить источники открытого огня, принять меры к ликвидации утечки
При возгорании и пожаре	Огнетушители пенные, углекислотные, песок, асбестовое полотно.

Меры экстренной медицинской помощи

Таблица №14[40]

при вдыхании	вывести из опасной зоны, обеспечить обильное питье.
при остановке дыхания	вызвать скорую помощь, вывести из опасной зоны, делать искусственное дыхание, расположить ноги выше туловища, нашатырный

				спирт.		Лис
					Социальная ответственность	
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		72

6.2 Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении ремонтно-восстановительных работ

Таблица №15

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Ремонтно-восстановительные работы	<i>Физические</i>		
		Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)	ГОСТ 12.0.003 -74* ССБТ [41]
		Электрический ток	ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ [42] ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [43]
		Электрическая дуга и металлические искры при сварке	
	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе		
	Превышение уровней шума		ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ [44] СНиП II-12-77 [45]
	Превышение уровней вибрации		ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ [46]
	Недостаточная освещенность рабочей зоны		СП 52.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [47]
	<i>Химические</i>		
	Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны		ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ [48] ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ [49]
		Токсическое влияние природного газа	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ [50]
	<i>Биологические</i>		
	Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.		ГОСТ 12.1.008-78 ССБТ [51]

					Социальная ответственность	Лис
						73
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

6.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Рассмотрим вредные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при проведении работ на участке ГРС и при дальнейшей эксплуатации оборудования, а также рассмотрим нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов.

1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.

В настоящее время для оценки допустимости проведения работ и их нормирования на открытом воздухе в условиях крайнего севера (а также в районах приравненных к районам крайнего Севера) используется понятие предельной жесткости погоды (эквивалентная температура, численно равная сумме отрицательной температуре воздуха в градусах Цельсия и удвоенной скорости ветра в м/с), устанавливаемая для каждого района решением местных региональных органов управления.

Предельная жесткость погоды, ниже которой не могут выполняться работы на открытом воздухе, колеблется в пределах от -40 до -45 °С.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96, при эквивалентной температуре наружного воздуха ниже -25 °С работающим на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, занятым на работах, ежедневно должен быть обеспечен обогрев в помещении, где необходимо поддерживать температуру около +25 °С.

Работающие на открытом воздухе должны быть обеспечены в зимнее время спецодеждой и спецобувью с повышенным суммарным тепловым сопротивлением, а также защитными масками для лица.

Работники должны быть обучены мерам защиты от обморожения и оказанию доврачебной помощи.

					Социальная ответственность	Лис
						74
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		

2. *Превышение уровней шума.*

Рабочий процесс на ГРС происходит в условиях повышенного шумового фона. Источником шума являются процессы, происходящие с газом в регуляторах давления и сужающих устройствах. Уровень шума выше нормированных значений оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека и результат его работы. Согласно ГОСТ 12.1.003-83 допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА.

К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся:

- совершенствование технологии ремонта и своевременное обслуживание оборудования;
- использование средств звукоизоляции (звукоизолирующие кожухи, кабины); средств звукопоглощения.

В качестве СИЗ Государственным стандартом предусмотрены заглушки-вкладыши (многократного или однократного пользования, вкладыши "Беруши" и др.), заглушающая способность которых составляет 6-8 дБА. В случаях более высокого превышения уровней шума следует использовать наушники, надеваемые на ушную раковину.

3. *Недостаточная освещенность рабочей зоны.*

Для площадок и участков работ необходимо предусматривать общее равномерное освещение. При этом освещенность должна быть не менее 2 лк независимо от применяемых источников света, за исключением автодорог. При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места работ не менее 5 лк при работе вручную и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов, согласно с СП 52.13330.2016

					Социальная ответственность	Лис
						75
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

4. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны.

Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях посредством газоанализатора. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Предельно допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м³, для природного газа ПДК равно 300 мг/м³.

При работе в местах, где концентрация вредных веществ в воздухе может превышать ПДК, работников должны обеспечивать соответствующими противогазами.

При работе с вредными веществами 1-, 2-, 3-го классов опасности (ртуть, одорант, сероводород, метанол, диэтиленгликоль и т.д.) должно быть обеспечено регулярное обезвреживание и дезодорирование СИЗ.

Уменьшение неблагоприятного воздействия запыленности и загазованности воздуха достигается за счет регулярной вентиляции рабочей зоны.

Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах («Лепесток», Ф-62Ш, У-2К, «Астра-2», РП-КМ и др.), защитных очках и комбинезонах.

5. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.

В летнее время года работающие на открытом воздухе должны быть обеспечены, за счет предприятия, СИЗ от гнуса и энцефалитного клеща.

Если Вы при контакте с животным получили укус, оцарапывание, тщательно промойте эту часть тела водой с мылом. Необходимо немедленно сообщить о произошедшем врачу. Большинство опасных для

					Социальная ответственность	Лис
						76
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

человека кровососущих насекомых (блохи, клещи, комары, слепни, мошки и мухи) являются переносчиками инфекционных и паразитарных заболеваний.

6.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Рассмотрим опасные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при проведении ремонтных и эксплуатационных работ на ГРС, а также рассмотрим нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов.

1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные).

Скорость движения автотранспорта, по площадке ГРС и вблизи мест производства работ не должны превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах.

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены, окрашены в сигнальный цвет с поясняющимися надписями и знаками или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например, двуручное управление), предотвращающие травмирование.

Для проезда строительной техники через действующие трубопроводы и другие подземные коммуникации предусмотрено устройство переездов, обеспечивающих их сохранность и безопасную эксплуатацию, переезд по трубопроводу вне оборудованного переезда строго запрещено [51].

2. Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением.

При нарушении правил безопасности при производстве, установке и

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		77

использовании оборудования, работающего под высоким давлением, может возникнуть чрезвычайная ситуация. Причинами для разрушений или разгерметизаций системы высокого давления могут быть: внешние механические действия, устаривание систем (понижение механической прочности); несоблюдение технологического режима; ошибка конструктора; ухудшение порядка герметизирующей среды. Главным условием к конструкции оборудования функционирующего под высоким давлением считается надежность обеспечения безопасности при работе и возможность контроля и ремонта. Особые условия предъявляются к сварочным швам. Швам необходимо быть доступными для контроля при производстве, установке и работе, размещаться за пределами опор сосудов. Сварочные швы производятся только стыковыми.

3. *Пожаровзрывобезопасность на рабочем месте.*

Газотранспортное предприятие относят к производству категории «А» - взрывоопасное помещение, в согласовании с противопожарными нормами, поскольку из-за неисправности может сформироваться опасная взрывоопасная смесь, которая в ходе воспламенения развивает расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превосходящее 5 кПа.

При категории «Г» - на производстве, где есть горючие газы (СН₄), применяемые в виде топлива.

Формирование взрывоопасной смеси паров метанола и воздуха. Горючие газы и испарения легко воспламеняющихся жидкостей могут формировать в смеси с кислородом воздуха взрывоопасные смеси. Предел концентрации горючего пара в воздухе при которой может возникнуть взрыв называется нижний и верхний предел распространения пламени (НКПР и ВКПР). Иными словами, концентрации от НКПР до ВКПР называется диапазон взрываемости. Для метанола определен

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		78

намеченный спектр взрываемости: НКПР – 92000 мг/м³; ВКПР – 532000 мг/м³ . [10]

С целью обеспечения пожарной безопасности объекта, руководители работ должны ознакомить рабочих с пожарной безопасностью любого вида строительно-монтажных работ, а так же веществ, материалов, конструкций и оснащения, которые используются на данных работах.

Рабочим должны быть выданы средства индивидуальной защиты.

На каждом производственном объекте, где обслуживающий штат пребывает непрерывно, нужно снабжать постоянной телефонной связью с оператором.

6.3 Экологическая безопасность

Проведение природоохранных мероприятий должно обеспечивать возможность сохранения существующего до начала производства работ и потенциально достижимого при их производстве:

- уровня загрязнения природной среды;
- уровня доходности нарушаемых угодий;
- локализацию и уменьшение активности опасных природных процессов.

					Социальная ответственность	Лис
						79
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

Вредное воздействие на окружающую среду и природоохранные мероприятия при производстве работ

Таблица №16

Природные ресурсы и компоненты	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и других земель	На протяжении всего периода производства работ должен осуществляться контроль соблюдения границ землеотвода.
	Засорение почвы производственными отходами	Приказом по предприятию назначается лицо, ответственное за сбор, временное хранение и организацию своевременного вывоза отходов образующихся в результате проведения работ. На участке должен проводиться постоянный контроль за состоянием рабочих емкостей и контейнеров с отходами. Места временного хранения и накопления отходов должны соответствовать требованиям техники безопасности, санитарно-гигиеническим нормам и выше перечисленным инструкциям.

					Социальная ответственность	Лис
						80
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

Продолжение таблицы 16.				
Лес и лесные ресурсы	Лесные пожары	в качестве противопожарных мероприятий выполняются работы по созданию противопожарных заслонов (уборка валежника, срезка пожароопасного подлеска и п.т.)		
Вода и водные ресурсы	Загрязнение сточными водами и мусором	Соблюдение согласованных мест расположения и границ площадок, расположенных от водоемов и водотоков на нормируемом расстоянии с целью исключения попадания загрязнений и нефтепродуктов в поверхностные воды; Емкости с отработанными ГСМ должны временно храниться на специально отведенной площадке с обваловкой на металлических поддонах, с оборудованным герметичным бордюром, позволяющим предотвратить разлив хранящегося количества отходов ГСМ за пределы площадки. Обслуживание, ремонт, заправка техники осуществляется на специально оборудованных (с учетом экологических требований) площадках. В случае возникновения нештатной ситуации, связанной с проливом ГСМ, места проливов зачищаются немедленно с помощью песка. Образующийся отход должен храниться в отдельном контейнере.		
Воздушный бассейн	Выбросы пыли и токсичных газов из используемых машин и оборудования	Поддержание всего транспортного парка в исправном состоянии, осуществление постоянного контроля на соответствие требованиям нормативов уровня выбросов в атмосферу оксидов азота и окиси углерода в составе выхлопных газов и регулировка двигателей.		
Животный мир	Распугивание, нарушение мест обитания животных, рыб и других представителей животного мира, случайное уничтожение.	Для того чтобы обеспечить более высокий экологический уровень природопользования, позволяющий на порядок снизить ущерб животному миру, необходимо применение щадящих технологий при производстве работ и прогрессивных методов пользования ресурсами фауны, заключающихся в следующем: 1)ограничить применение техники с большим удельным давлением на грунт, разрушающим почвенный покров, а также подземные ходы, норы, убежища животных; 2)ограничить передвижение вездеходной техники вне дорог.		
		Социальная ответственность		Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат
				81

С целью минимизации и предупреждения вредного антропогенного воздействия должно быть выполнено следующее: проведены инструктажи обслуживающего персонала по вопросам соблюдения норм и правил экологической и противопожарной безопасности, требований санитарно-эпидемиологической службы, ознакомление его с особым режимом деятельности в водоохранных и санитарно – защитных зонах водотоков и водозаборов.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Реализация сценариев аварий со взрывом газовоздушной смеси не рассматривается, так как природный газ на 90% и более состоит из метана, который при нормальных условиях легче воздуха и поэтому образование устойчивого взрывопожароопасного облака маловероятно. Однако всё это полностью не исключает возможность взрыва. Другими источниками возгорания могут послужить неосторожное обращение с огнем или электрооборудованием, короткое замыкание.

Основные источники выделения взрывопожароопасных веществ:

1. Предохранительные устройства. В случае повышения давления в газопроводе выше допустимых пределов или при ручном подрыве срабатывает клапан СППК, и часть газа через свечу сбрасывается в атмосферу.
2. Нарушения герметичности оборудования.
3. Сброс давления в трубопроводе и оборудовании при проведении ремонтных работ. Для снижения давления в ремонтируемом участке, газ, находящийся во внутренних полостях трубопровода и оборудования сбрасывается в атмосферу через свечу.

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		82

Таблица 17 – Характеристика взрывопожароопасных веществ на ГРС
согласно ГОСТ 30852.19-2002 [52]

Наименование	Температура, °С		Предел взрываемости, мг/л	
	вспышки	самовоспламенения	нижний	верхний
Метан	-	537	29	113
Этан	-	515	31	194
Пропан	-	470	31	200
Бутан	-	372	33	225
Сероводород	-	246	57	650
Метанол	11	386	73	484

Методы снижения взрывопожароопасности:

1. Исключение появления источников утечки вредных веществ
2. (соблюдение правил эксплуатации, противокоррозионная защита).
3. Вентилирование помещений, в которых возможно появление
4. взрывопожароопасных веществ, для снижения их концентрации в воздухе.
5. Применение газоанализаторов для контроля загазованности.
6. Использование электрооборудования во взрывобезопасном исполнении.
7. Использование инструмента в искробезопасном исполнении.
8. Оптимальное расположение зданий и сооружений согласно генеральному плану газораспределительной станции.

При возникновении неисправности оборудования, рабочего					Лис
инвентаря и инструмента немедленно прекратить работу и сообщить					83
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат	

руководителю работ.

Работник должен принимать меры по ограничению возникновения аварийной ситуации и ее локализации.

При производстве работ по ликвидации аварии работник должен соблюдать требования по охране труда по видам выполняемых работ.

При несчастном случае необходимо немедленно освободить пострадавшего от воздействия травмирующего фактора, оказать ему первую медицинскую помощь и сообщить о несчастном случае руководителю работ.

Ликвидация аварий производится немедленно после обнаружения с обязательным уведомлением диспетчера ЛПУМГ. Следует принять все меры для оперативной ликвидации аварий в начальной стадии, для сообщений о ходе ликвидации аварии с диспетчером ЛПУМГ должна поддерживаться постоянная связь.

При невозможности ликвидации аварийной ситуации собственными силами оператор ГРС должен немедленно принять меры по прекращению подачи газа к месту аварии и сообщить диспетчеру ЛПУМГ.

Для каждой ГРС должны быть разработаны планы ликвидации возможных аварий (инструкции по действию персонала в аварийных ситуациях).

Дежурный оператор в аварийных ситуациях должен действовать согласно «Схемы оповещения при возникновении аварийной ситуации на ГРС» и «Карты действия дежурного оператора ГРС и бригады ГРС по ликвидации аварий и аварийных ситуаций на ГРС».

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.5.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

В соответствии с нормативными документами, к работе на газораспределительной станции допускаются только лица, достигшие 18 —^{ис} летнего возраста, которые прошли медицинский осмотр и не имеют⁴ противопоказаний, обученные безопасным методам ведения работы,

прошедшие инструктаж на рабочем месте и получившие допуск к самостоятельной работе. Все работники обязаны использовать спецодежду, спецобувь, иные средства индивидуальной защиты в соответствии с нормами [53].

Рабочий персонал, в соответствии с федеральным законом от 28.12.13 № 426 – ФЗ «О специальной оценке условий труда», ст. 147 ТК РФ и ст. 117 ТК РФ [54], получает надбавку к заработной плате в размере не менее 4% от оклада и дополнительный оплачиваемый отпуск в размере 7 календарных дней, как работники занятые на работах с вредными или опасными условиями труда.

Работники имеют право на досрочную пенсию, а работодатель обязан перечислять повышенные взносы в пенсионный фонд.

6.5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Для наиболее безопасного и эффективного ведения работ рабочее место должно быть правильно организовано. Это касается как расположения предметов на рабочем столе, так и расстановки оборудования на всей территории газораспределительной станции. Должен быть обеспечен наиболее удобный и быстрый доступ к оборудованию.

При расположении зданий и сооружений учитываются стороны света, рельеф местности и роза ветров. Это необходимо для того, чтобы

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		85

обеспечить благоприятные условия для естественного освещения, проветривания помещений, минимизации последствий снежных заносов, избежать скопления газа в котловинах при его утечке.

Необходимо обеспечить рациональное размещение зданий и сооружений ГРС: расположить административно – хозяйственные здания со стороны наибольшего движения автотранспорта; бытовые помещения – ближе к проходным; здания и сооружения с производствами повышенной пожарной опасности, в том числе котельную – с подветренной стороны по отношению к остальным зданиям.

Вывод

Выполнение всех требований мер безопасности при выполнении работ, связанных с обслуживанием газораспределительной станции, а также с мероприятиями по предупреждению и ликвидации случаев образования газовых гидратов в результате транспорта продукта по технологическому оборудованию станции, позволяет избежать воздействия вредных и опасных факторов или хотя бы значительно уменьшить их урон оператору и пребывающему там персоналу, а знание правил по защите окружающей среды при проведении работ минимизирует вред природе.

					Социальная ответственность	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		86

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Для данной работы целью является оценка и влияние типа изоляционного материала на тепловые потери.

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

В условиях жесткой конкуренции производители товаров и услуг для идентификации целевых рынков и завоевания доверия потребителей предприятия обращаются к целевому маркетингу. Используя приемы

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции		
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат			
Разраб.		Злобин С.Д.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Руковод.		Чухарева Н.В.					Листов
Консульт.							87
Рук-ль		Брусник О.В.					109
						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б5Б	

целевого маркетинга, продавец выявляет основные сегменты рынка, выбирает один или несколько и только тогда, ориентируясь на конкретный сегмент, разрабатывает конкретный продукт и комплекс маркетинговых воздействий.

7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Исследуемые ингибиторы гидратообразования предназначены для смещения равновесных условий образования ГГ при транспорте продукта по МГ, газопроводу-отводу и на станциях ГРС. Сравнение показателей данных ингибиторов является немаловажной частью, т.к. их правильный выбор будет способствовать сохранению бюджета компании, сил и средств, а также избавит от непредвиденных аварийных ситуаций.

Целевыми потребителями разработки являются предприятия газовой промышленности, занимающиеся транспортировкой природного газа по магистральным газопроводам и на станциях ГРС. Особый интерес данный анализ вызовет у компаний, занимающихся транспортом газа с Северных месторождений с осложненными климатическими условиями.

Сегментировать рынок можно по типу перекачиваемого продукта и соответствующего ингибитора, наиболее подходящего для реализации данной технологии (табл. 18).

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		88

Таблица 18 – Карта сегментирования рынка

		Вид ингибитора		
		Кинетический	Метанол	Хлористый кальций
Тип продукта	газ			
	нефть			
	-ПАО «Газпром»		- ПАО «Транснефть»	

Ввиду актуальности проблемы безгидратной транспортировки природного газа, технология будет востребуемой. По карте сегментирования рынка видно какие компании будут заинтересованы в конкретном типе ингибиторов гидратообразования, исходя из характеристик перекачиваемого продукта.

7.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ позволит своевременно внести коррективы в исследование, чтобы успешнее противостоять соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Анализ технических решений конкурентов с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности разработки и определить направления её будущего развития.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		89

Наиболее целесообразно сравнивать предупреждение и ликвидацию ГО с применением метанола (K_1), потому как данный вид ингибитора самый распространенный, и с применением $CaCl_2$ (хлористый кальций), из-за конкурирующих характеристик данного продукта, а также ингибиторы кинетического действия (K_3) из-за их перспективности в области применения. Результаты представим в видео оценочной карты (табл.19), где оценивание технологий приведено по пятибалльной шкале: 1 – наиболее слабая позиция, 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i B_{i'}, \quad (7.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

$B_{i'}$ – балл i -го показателя.

Таблица 19 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бк ₁	Бк ₂	Бк ₃	Кк ₁	Кк ₂	Кк ₃
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Температурный интервал эксплуатации	0,12	5	4	2	0,60	0,48	0,24
2. Удобство в эксплуатации	0,10	5	5	5	0,50	0,50	0,50
3. Вязкость	0,05	4	2	3	0,20	0,10	0,15
4. Разделение эмульсии	0,07	4	2	5	0,28	0,14	0,35
5. Растворимость в газовой фазе	0,11	3	5	5	0,33	0,55	0,55
6. Активность	0,19	5	5	4	0,95	0,95	0,76
7. Утилизация	0,08	3	3	5	0,24	0,24	0,40

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
						90
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

Продолжение таблицы 19							
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,08	5	4	2	0,40	0,32	0,16
2. Цена	0,11	5	4	2	0,55	0,44	0,22
3. Перспективность использования	0,04	4	3	5	0,16	0,12	0,20
4. Промышленная база	0,05	5	4	2	0,25	0,20	0,10
Итого:	1	48	42	40	4,46	4,04	3,63

Приведенная таблица наглядно демонстрирует уязвимые места как собственной исследуемой технологии, так и технологий конкурентов, и позволяет выделить преимущества и недостатки. В результате анализа полученных данных можно сделать вывод, что применение метанола в качестве ингибитора гидратообразования природного газа превышает как по многим показателям в отдельности, так и по итоговому баллу в целом альтернативные методы предупреждения и ликвидации газовых гидратов.

Слабым местом метанола является его повышенная растворимость в газовой среде (испарение в газовую среду) и дальнейшие методы утилизации. Хотя в настоящее время активно применяются способы захоронения отходов метанола без вреда окружающей среде. Таким образом, выбираем метанол в качестве ингибитора ГО из-за его сильных сторон.

7.1.3 SWOT-анализ

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

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		91

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые появились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Результаты SWOT-анализа исследования, проведенного в рамках данной выпускной квалификационной работы, представлены в таблице 2.

Таблица 20 – Матрица SWOT

	Сильные стороны материала: С1. Большая перспектива развития С2. Низкая стоимость материала С3. Повышение безопасности производства С4. Рациональность использования ресурсов	Слабые стороны материала: Сл1. Неполноценная отдача при использовании Сл2. Высокая стоимость изучения новых вариаций
Возможности: В2. Отсутствие массового производства аналогов В1. Развитие технологий в данной отрасли В3. Возможность изготавливать в РФ	1. Привлечение средств государства для введения новой технологии. 2. Импортотзамещение и возможность создавать конкурентоспособные материалы на рынке	1. Оптимизация технологии изготовления оборудования для использования продукта 2. Отбор высококвалифицированных специалистов 3. Сотрудничество с иностранными компаниями
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии У2. Рост стоимости импортных материалов У3. Уменьшение объёма инвестиций У4. Экономическая ситуация в стране У5. Появление новых конкурентных разработок.	1. Недостаток финансирования простимулирует качество производимого оборудования, что позволит продлить срок использования 2. Страны, заинтересованные в данных разработках, могут покрыть недостаток финансирования	1. Создание массового производства оборудования 2. Развитие исследований для возможности применения новых технических решений для улучшения параметров 3. Развитие отечественных технологий производства

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		
						92

Анализируя результаты SWOT-анализа, можно утверждать, что реализация представленных возможностей позволяет выгодно реализовать сильные стороны и уменьшить влияние слабых.

7.2 Планирование научно-исследовательских работ

7.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Порядок этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Название	Деятельность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Исполнитель
Введение	7	1.02.2019	8.02.2019	Руководитель, бакалавр
Постановка цели и задачи исследования, актуальность, научная новизна	8	9.02.2019	17.02.2019	Руководитель, бакалавр
Литературный обзор	45	18.02.2019	4.04.2019	Бакалавр
Расчетная часть	20	5.04.2019	27.04.2019	Руководитель, бакалавр
Анализ результатов	15	26.04.2019	9.05.2019	Руководитель, бакалавр
Оформление пояснительной записки	15	12.05.2019	28.05.2019	Бакалавр
Итого	110			

Для иллюстрации календарного плана проекта приведена диаграмма Ганта, на которой работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства отображения каждый месяц разделен на декады (таблица 22).

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
						93
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

Таблица 22. Календарный план проведения диплома

Вид работ	Исполнители	Т _к раб. Дн.	Продлжительность выполнения работ											
			Февраль			Март			Апрель			май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Выдача задания диплома	Бакалавр	7	■											
	Руководитель		■											
Постановка цели и задач исследования, актуальность, научная новизна	Бакалавр	8		■										
	Руководитель			■										
Литературный обзор	Бакалавр	45			■	■	■	■	■	■				
Расчетная часть	Бакалавр	20								■				
	Руководитель									■				
Анализ результатов	бакалавр	15									■			
	руководитель										■			
Оформление пояснительной записки	бакалавр	15											■	■

■ - бакалавр

■ - руководитель

7.2.2 Бюджет НТИ. Расчет материальных затрат и затрат на специальное оборудование

Для формирования бюджета НТИ используем следующую группировку затрат по статьям:

- Материальные затраты НТИ;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Накладные расходы.

Расчет материальных затрат НТИ

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
						94
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

Для проведения научного исследования необходим компьютер, с установленными специальными программами и с соответствующим программным обеспечением.

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i N_{\text{расх } i} = 37000 \cdot 1 + 1500 \cdot 1 = 38500 \text{ руб.} \quad (7.1)$$

где T_m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх } i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт.);

C – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты пришлись на компьютер и программное обеспечение. Установка специальных программ для исследования и моделирования объекта производится бесплатно.

Основная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. Расчет основной ЗП сводится в таблицу 23.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		95

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Исполнители по категори- ям	Трудоемкость, чел.-дн.			Заработная плата, при- ходящаяся на один чел.- раб.дн., руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Руководи- тель	14	18	14	1450	1450	1450	20300	26100	20300
2	Дипломник	139	145	144	559,3	559,3	559,3	77743	81099	80539
Итого								98043	107199	100839

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (7.2)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Для руководителя $Z_{\text{осн}} = 1450,1 \cdot 14 = 20301,4$ руб

Для дипломника $Z_{\text{осн}} = 559,3 \cdot 139 = 77742,7$ руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M \cdot k_p}{F_d} \quad (7.3)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

k_p – районный коэффициент;

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		96

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Для руководителя: $Z_{дн} = 1450,1$ руб.

Для дипломника: $Z_{дн} = 559,3$ руб.

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot k_{доп} \quad (7.4)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Для руководителя: $Z_{доп} = 20300 \cdot 0,13 = 2639$ руб.

Для дипломника: $Z_{доп} = 77743 \cdot 0,13 = 10107$ руб.

Расчет для каждого варианта исполнения представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Расчет дополнительной заработной платы

№ п/п	Исполнители по категориям	Дополнительная заработная плата, руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Руководитель	2639	3393	2639
2	Дипломник	10107	10543	10470
Итого		12746	13936	13109

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб}(Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (7.5)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Исходя из закона п.1 ст. 421 НК РФ коэффициент отчислений во внебюджетные фонды составляет 27,1%, складываясь из отчислений в Пенсионный фонд – 22% и отчислений в Фонд обязательного медицинского страхования – 5,1%

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		97

Таблица 25 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	20300	26100	20300	2639	3393	2639
Дипломник	77743	81099	80539	10107	10543	10470
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1 %					
Итого:	30024	32828	30880			

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не появившиеся в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}}) \cdot k_{\text{нр}} \quad (7.6)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

$$З_{\text{накл1}} = (38500 + 98044 + 12746 + 30024) \cdot 0,16 = 28690 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{накл1}} = (38500 + 107199 + 13936 + 32828) \cdot 0,16 = 30794 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{накл1}} = (38500 + 100839 + 13109 + 30880) \cdot 0,16 = 29332 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 26.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		98

Таблица 26 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	38500	38500	38500
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	98043	107199	100839
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12746	13936	13109
4. Отчисления во внебюджетные фонды	30024	32828	30880
5. Накладные расходы	28690	30794	29332
6. Бюджет затрат НТИ	208003	223257	212660

Таким образом, общий бюджет затрат НТИ составил 208003 руб.

7.3 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности связано с нахождением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{та}i}}, \quad (7.7)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{та}i}$ – максимальная стоимость исполнения научно – исследовательского проекта

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{208003}{223257} = 0,93$$

Для оценки интегрального показателя ресурсоэффективности вариантов реализации научного исследования используется формула:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (7.8)$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		99

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта реализации научного исследования;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта реализации научного исследования;

b_i – бальная оценка i -го варианта реализации научного исследования.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 26.

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	3	4
3. Материалоемкость	0,3	5	4	3
4. Энергосбережение	0,25	5	5	5
5. Безопасность	0,2	4	4	5
Итого	1	23	21	21

Основываясь на данных таблицы показатели ресурсоэффективности текущего проекта и двух других исполнений следующие:

$$I_{p-исп1} = 4,65; I_{p-исп2} = 4,20; I_{p-исп3} = 4,15.$$

Интегральный показатель эффективности разработки и аналога определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр}} \quad (7.9)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего материала и аналогов позволит определить сравнительную эффективность

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		100

(таблица 27).

Сравнительная эффективность:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} \quad (7.10)$$

Таблица 27 – Сравнительная эффективность

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,93	1	0,95
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,2	4,15
3	Интегральный показатель эффективности	4,99	4,2	4,36
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,19	1	1,04

Как видно из таблицы, первый вариант исполнения научно-исследовательского проекта выгоднее остальных двух как с финансовой стороны, так и со стороны ресурсоэффективности.

Вывод

Выполнив данную работу, выявили наиболее конкурентоспособный материал, оценили его сильные и слабые стороны и подвели общий итог по исследуемым материалам. Согласно проведенным исследованиям, бюджет включает в себя учет всех ранее рассчитанных необходимых затрат, для проведения научных исследований. Согласно данным из таблицы 10 бюджетный фонд, сформированный для проведения научно-исследовательской работы, составил 208003 руб.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		101

Заключение

В выпускной квалификационной работе:

1. На основании литературного обзора были рассмотрены механизмы и основные условия образования NGH и приведена методика обнаружения вероятных зон гидратообразования;
2. Проведен обзор существующих основных методов предупреждения и ликвидации образования газовых гидратов;
3. Проанализирована вариабельность методов расчета термобарических условий для оценки ситуации и понимания, на чем следует сделать акцент для предотвращения образований NGH;
4. Произведен расчет начала и конца участка трубопровода, подверженного процессу гидратообразования;
5. Рассчитан удельный расход ингибитора на рассматриваемом участке газопровода-отвода при заданных термобарических условиях;
6. Проанализированы вредные и опасные факторы производственной среды при нормальной и аварийной эксплуатации ГРС;
7. Определена ресурсная, финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность ВКР.

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции		
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат			
Разраб.		Злобин С.Д.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Руковод.		Чухарева Н.В.					Листов
Консульт.							102
Рук-ль		Брусник О.В.					109
						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа	
						Группа 2Б5Б	

Список использованных источников

1. Кэролл Дж. Гидраты природного газа: справ. пособие/ Пер. с англ. – М.: Премиум Инжиниринг, 2007. – 289с.
2. Кузнецов Ф.А. // Газовые гидраты: исторический экскурс, современное состояние, перспективы исследований / В.А. Истомин, Т.В. Родионова – Рос.хим.ж., 2003, т.XLVII, №3 – с. 5-18
3. Бык С.Ш., Макагон Ю.Ф., Фомина В.И. Газовые гидраты. М.: Химия, 1980 – 296 с.
4. Березовский Д.А., Кусов Г.В., Савенок О.В. Методы предупреждения и ликвидации гидратообразования при эксплуатации газовых скважин. // Журнал. Наука.Техника.Технологии (Политехнический вестник). 2017. С. 82-108
5. Бондарев Э.А., Попов В.В. Динамика образования гидратов при добыче природного газа // Вычислительные технологии. Том 7, № 1, 2002.
6. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа /А.К. Мановян . М.: Химия. 2001. 568 с
7. Бекиров Т.М. Первичная переработка природных газов/ Т.М. Бекиров. М.: Химия. 1987. 256 с
8. Мурин В.И. Технология переработки природного газа и конденсата: Справочник: В 2 ч. / В.И. Мурин. М.: ООО Недра-Бизнесцентр. 2002. Ч.1. 517 с
9. Фитерер Е.П. Природный газ в промышленности. ТПУ
10. Claussen W.F. – J. Chem. Phys., 1951, v. 19, p.259-267
11. Pauling L., Marsch R.F. – Proc. Nat. Acad. Sci., 1952, v. 38, p. 112-115
12. Muller H., Stackelberg M. – Naturwiss., 1952, BD. 39. S. 20-27

					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О..	Подпис	Дат				
Разраб.		Злобин С.Д.			Список использованных источников	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н.В.					103	109
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б5Б		
Рук-ль		Брусник О.В.						

13. Н.В. Чухарева. Определение условий гидратообразования при транспорте природного газа в заданных технологических условиях эксплуатации промысловых трубопроводов. 2011. С. 4-7.
14. А.Н. Новрузов, О.Р. Рахманова, О.А. Новрузова, А.Е. Галашев. Структура кластеров воды при их взаимодействии с газообразным ацетиленом. Институт промышленной экологии Уральского отделения РАН, Екатеринбург. 2006
15. Ф.А. Кузнецов, В.А. Истомин, Т.В. Родионова. Газовые гидраты: современное состояние, перспективы исследований. Рос. Хим. Ж. 2003, т. XLVII, №3.
16. Макогон Ю.Ф. Газовые гидраты, предупреждение их образования и использование. М., 1985.
17. В.В. Капыш, Н.В. Кулемин, В.А. Истомин. Предупреждение гидратообразования в газопроводах-отводах и на ГРС.
18. Березовский Д.А., Кусов Г.В., Матвеева И.С. Эксплуатация газовых скважин. Научный Журнал «CHRONOS» естественные и технические науки, 2017.
19. М.Г. Сухарев, А.М. Красевич Технологический расчет и обеспечение надежности газа и нефтепроводов М. ГУП Изд. «Нефть и газ» РГУ НГ им. И.М. Губкина 2000 г.
20. Бекиров Т.М., А.Т. Шаталов Сбор и подготовка к транспорту природных газов М. «Недра» 1986.
21. Макогон Ю.Ф., Саркисян Г.А. Предупреждение образования гидратов при добыче и транспорте газа. М.: Недрa, 1966. – С.186
22. Крылов Н.А. История и перспективы развития газовой промышленности России. // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2007. № 2. С.23-27.

					Список использованных источников	Лис
						104
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

23. О.А. Исабекова. Газовая отрасль России: проблемы развития // Журнал. Север и рынок: формирование экономического порядка. №2. 2008. с. 170-172.
24. Филимонова И.В., Эдер Л.Н, Немов В.Ю., Мишенин М.В. Газовая отрасль России на современном уровне // Журнал. Экологический вестник. – №9. – 2014. – С.4-9.
25. Россия в цифрах. 2017: Крат.стат.сб/Росстат-М., Р76 2017 -511 с.
26. Крымский В.Г., Жалбеков И.М., Имильбаев Р.Р., Юнусов А. Р., Автоматизация управления технологическими процессами в газораспределительных сетях: проблемы тенденции и перспективы.// Журнал “Электротехнические и информационные комплексы и системы” Выпуск № 2 / том 9 / 2013г.
27. Алиев Р.А., Белоумов В.Д., Немудров А.Г. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа // М.: Недра, 1988. – 368с.
28. Захаров П.А., Киянов Н.В., Крюков О.В. Системы электрооборудования и автоматизации для эффективного транспорта газа // Автоматизация в промышленности, 2008, № 6. – С.6-10.
29. ОНТП 51-1-85. Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200003215> (дата обращения: 14.02.18).
30. ВРД 39-1.10-069-2002. Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://gostbank.metaltorg.ru/vrd> (дата обращения: 16.04.19).
31. У.Д. Шеффер, У.С. Дорсей. Новейшие достижения нефтехимии и нефтепереработки, «Химия», М., 1965, т. 5-6, стр. 123

					Список использованных источников	Лис
						105
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		

32. М. Хаган, Клатратные соединения включения, «Химия», М., 1966.
33. Васильев В.Г., Макогон Ю.Ф., Требин Ф.А. и др. Свойство прирочных газов находиться в земной коре в твердом состоянии и образовывать газогидратные залежи // Открытия в СССР, 1968–1969 г.: Сборник. М.: ЦНИИПИ, 1970
34. Великовский А.С., Арутюнов А.И., Юшкин В.В. Выделение конденсата из газа при низких температурах. Сб. Изучение газоконденсатных месторождений выпуск 17 (25). – М.: Государственное научно – техническое издательство нефтяной и горно-топливной аппаратуры, 1962. – С. 99-107
35. Сафеев Т.А., Лобков А.М. О влиянии поверхностно–активных веществ на образование и отложение гидратов / Газовое дело, 1965. – №4 . – С.9–13
36. Истомин В.А., В.Г. Квон. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах добычи газа. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2004
37. СТО Газпром 2-2.1-249-2008 Магистральные газопроводы
38. СП 131.13330.2012 Строительная климатология
39. ВРД 39-1.10-069-2002. Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294813/4294813178.pdf> (дата обращения: 20.05.2019).
40. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения: 20.05.19).

					Список использованных источников	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		106

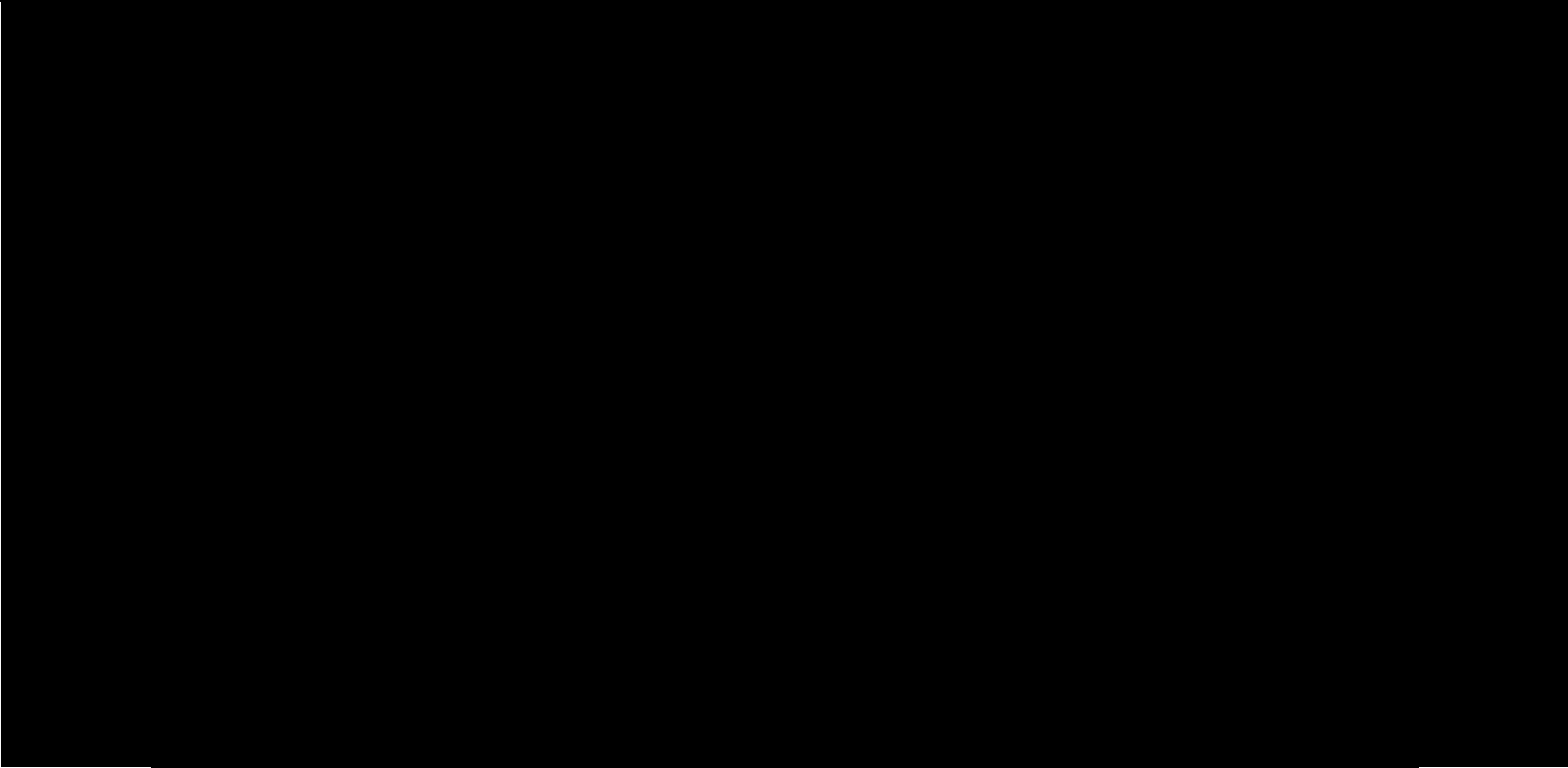
41. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/5200224> (дата обращения: 20.05.2019).
42. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/5200289> (дата обращения 20.05.2019)
43. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 20.05.2019).
44. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения: 20.05.2019).
45. СНиП II-12-77 Защита от шума. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/871001211> (дата обращения 20.05.2019)
46. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200059881> (дата обращения: 20.05.2019).
47. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/871001026> (дата обращения: 20.05.2019).
48. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 20.05.2019).

					Список использованных источников	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		107

49. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения: 20.05.2019).
50. ГОСТ 12.1.008-78 ССБТ Биологическая безопасность [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-008-76-ssbt> (дата обращения: 20.05.2019).
51. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности; [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/901702428> (дата обращения: 20.05.2019).
52. ГОСТ 30852.19-2002 Ч.20 Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200103121> (дата обращения: 20.05.2019).
53. Усачев А.П., Шурайц А.Л., Густов С.В., Шерстюк П.В. Обоснование размеров ячейки сетки фильтрующих элементов системы защиты, предотвращающих попадание твердых частиц в газорегуляторные пункты, узлы учета и газоиспользующие приборы // Нефтегазовое дело. том 8 №1. 2010. с. 77.
54. Федеральный закон от 28.12.2013 №426 – ФЗ, О специальной оценке условий труда. – М.:МЦФЭР, 2014. -120 с

					Список использованных источников	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дат		108

Приложения

									
					Обеспечение безгидратных условий эксплуатации газораспределительной станции				
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Приложение	Литера	Лист	Листов	
Разраб.		Злобин С.Д.		01.06.19		ДР	109	109	
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.19		ТПУ гр. 2Б5Б			
Консульт.									
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19					