

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка рисков пожаров и взрывов на установке комплексной подготовки газов УДК 614.84-047.43:622.279.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е61	Дьяков Алексей Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД ИШНКБ	Гусельников М.Э.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т. Г.	к.э.н, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Сечин А. А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД ИШНКБ	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

Томск – 2021 г.

Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
Профиль		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф.стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 20.03.01 Техносферная безопасность
 _____ А.Н. Вторушина
 04.02.2021 г.

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е61	Дьякову Алексею Сергеевичу

Тема работы:

Оценка рисков пожаров и взрывов на установке комплексной подготовки газов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.01.2021 №27-41/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

07.06.2021 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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></p>	<p>Структура установки комплексной подготовки газа Технологический корпус подготовки газа (60*45*8) = 17280 м³ Утечка вещества –метан. Масса вещества – 7 т.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования,</i></p>	<p>1 Изучить литературные данные по вопросам декларирования потенциально опасных объектов. 2 Провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска возникновения ЧС при полном разрушении технологического корпуса подготовки газа при утечки метана.</p>

<i>конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Доцент, кандидат экономических наук Трубченко Татьяна Григорьевна
«Социальная ответственность»	Доцент, кандидат технических наук Сечин Андрей Александрович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.02.2021 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД ИШНКБ	Гусельников М.Э.	к.т.н.		04.02.2021 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е61	Дьяков Алексей Сергеевич		04.02.2021 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения весенний семестр 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.03.2021 г.	Разработка раздела «Состав и свойства природного газа и газоконденсата»	10
29.03.2021 г.	Разработка раздела «Установка комплексной подготовки газа»	20
05.04.2021 г.	Разработка раздела «Расчетная часть»	30
06.05.2021 г.	Разработка раздела «Мероприятия по снижению риска»	10
17.05.2021 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
07.06.2021 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД ИШНКБ	Гусельников М.Э.	к.т.н.		04.02.2021

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД ИШНКБ	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2021

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е61	Дьякову Алексею Сергеевичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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

1. Стоимость ресурсов технического проекта (ТП): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 36174 руб. Оклад консультанта - 12664 руб. Материальные затраты – 1375 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30% Минимальный размер оплаты труда (на 01.01.2021) 12130 руб. Норма амортизации 33,3 %
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности – 4,46 Интегральный показатель эффективности – 4,46 Сравнительная эффективность проекта – 1,158

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности НТИ
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Кандидат экономических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е61	Дьяков Алексей Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е61	Дьяков Алексей Сергеевич

Школа	Отделение (НОЦ)	Уровень образования	Направление/специальность
		Бакалавриат	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Оценка рисков пожаров и взрывов на установке комплексной подготовки газов	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	УКПГ с применением низкотемпературной сепарации газа предназначена для сбора, подготовки газа и конденсата на газоконденсатных месторождениях.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. Повышенный уровень шума (ГОСТ 12.1.003-83) и вибрации (ГОСТ12.1.012-78) на рабочем месте; напряженность трудового процесса(P2.2.755-99); отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе(ГОСТ12.1.005- 88).
2. Производственная безопасность: <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	Вредные факторы: –повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; –повышенный уровень шума и т.п. Опасные факторы: – движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; разрушающиеся конструкции. Электробезопасность – статическое электричество (специальная одежда антиэлектростатическая; средства защиты рук антиэлектростатическая; специальная обувь антиэлектростатическая; предохранительные приспособления антиэлектростатические (браслеты и кольца)); Взрывопожароопасные, токсические свойства сырья, готовой продукции и отходов производства (средства защиты рук-рукавицы или голицы с

	кислотной пропиткой; для головы-каска защитные; для защиты органов-противогазы и респираторы).
3. Экологическая безопасность:	<p>Атмосфера: выброс газа, выделение паров нефтепродуктов.</p> <p>Гидросфера: разлив нефти на воде, загрязнение в процессе освоения месторождений, транспортировки газа судами, загрязняют пластовые воды, выделяемые из газа.</p> <p>Литосфера: углеводородный конденсат загрязняет почвенный слой, почва загрязняется метанолом в процессе добычи и транспорта газа.</p> <p>Основные пути защиты –это создание технологических процессов, исключающих выбросы в атмосферу, разработка эффективных методов очистки газов от вредных примесей, создание санитарнозащитных зон и научно обоснованное размещение предприятий.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Пожары, взрывы, угроза взрывов; Основными причинами, способными привести к аварии, являются следующие факторы: -отступление от норм установленного технологического режима эксплуатации; -разгерметизация аппаратов, оборудования, трубопроводов, фланцевых соединений и сальниковых уплотнений трубопроводов; неисправность средств сигнализации и блокировки технологического процесса; - по причине некачественного монтажа оборудования; -в результате коррозии оборудования; несоблюдение инструкций по промышленной безопасности и противопожарных правил.</p> <p>Наиболее типичная ЧС: утечка взрывоопасных газов</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Сечин А.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1Е61	Дьяков Алексей Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 76 с., 8 рис., 15 табл., 10 источников, 2 прил.

Ключевые слова: авария на газо-нефтеперерабатывающем предприятии, метан, оценка риска и расчет последствий разрушения.

Объектом исследования является установка комплексной подготовки газа.

Цель работы – оценка риска пожаров и взрывов на УКПГ. Расчет последствий разрушения технологического корпуса подготовки газа.

В процессе исследования проводилось изучение физических и химических свойств веществ обращающихся на установке комплексной подготовки газов. Изучение пожарной опасности объекта и пожарной опасности технологических процессов. Определение потенциальных опасностей производственных процессов на УКПГ.

В результате исследования были определены наиболее опасные производственные процессы. Произведен расчет критериев пожарной опасности при сгорании вещества (метан). Разработаны мероприятия по снижению риска.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

УКПГ – установка комплексной подготовки газа;

ЧП – чрезвычайное происшествие;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

НТС – низкотемпературная сепарация;

ОСТ – Отраслевой стандарт;

ГОСТ – Межгосударственный стандарт;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

УПГ – управление по переработке газа;

СНиП – Строительные нормы и правила;

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	14
1.1 Состав и основные параметры природных газов.....	14
1.2 Состав, свойства и применение газоконденсата.....	15
2 УСТАНОВКА КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА	18
2.1 Краткая характеристика УКПГ	18
2.2 Потенциальные опасности производственных процессов на УКПГ	22
2.3 Пожарная опасность объекта.....	24
2.4 Пожарная опасность технологических процессов	25
2.5 Системы обеспечения пожарной безопасности УКПГ	26
2.6 Анализ аварий на участках комплексной подготовки газа	27
3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	32
3.1. Расчет критериев пожарной опасности при сгорании веществ	32
3.1.1 Расчет избыточного давления при сгорании веществ в помещении..	32
3.1.2 Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «Огненного шара».....	33
3.1.3 Расчет параметров волны давления при сгорании горючего вещества	36
3.2 Ущерб от аварий.....	37
4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА	40
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	42
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования	43
5.2 Анализ конкурентных технических решений.....	43
5.3 SWOT-анализ.....	44
5.4 Планирование научно-исследовательской работы.....	46
5.4.1 Структура работ	46
5.4.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования	47
5.5 Бюджет научно-технического исследования	50

5.5.1 Расчёт материальных затрат	50
5.5.2 Расчёт амортизационных отчислений.....	51
5.5.3 Расчёт заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды	52
5.5.4 Расчёт общей себестоимости	53
5.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	54
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	59
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	59
6.2 Производственная безопасность	61
6.3. Экологическая безопасность.....	67
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	74
ПРИЛОЖЕНИЕ А	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	76

ВВЕДЕНИЕ

Объекты, которые относятся к газо-нефтепереработке - очень опасные производственные объекты промышленности. На этих компаниях приобретают, применяют, перерабатывают, сохраняют, перевозят вещества, которые в любой момент могут воспламениться. Предметы, в технологических процессах которых обращается колоссальное количество таких веществ, не имеют возможности быть полностью предохранены от возникновения аварийных ситуаций, которые в любой момент могут случиться. Чрезвычайные ситуации, которые случаются на резервуарах и газопроводах как обычно приводят к губительным последствиям. Они способны нанести громадный экономический вред. Любая катастрофа на объектах газо-нефтепереработки, сопровождающиеся взрывами, приводят к самым губительным последствиям для работников предприятия, технологических сооружений и применяемого оборудования. Поэтому для того, чтобы оценить последствия таких катастроф при угрожающей реальной опасности, обязаны быть реализованы расчеты зон поражения работников предприятия и ущерб для предприятия при любых сценариях аварии.

На производственных объектах, которые относятся к опасным, можно выделить несколько наиболее важных причин, которые в последствии могут привести к возникновению аварии и ее развитию:

- критический износ главных производственных фондов;
- влияние человеческого фактора. Около 80 % техногенных катастроф случаются из-за несоблюдения предписанных норм безопасности и некачественной работы персонала. Исходя из этих данных, можем выделить еще одну причину аварий - это человеческий фактор.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Состав и основные параметры природных газов

Пределный углеводород - главный элемент природного газа. На месторождении добывается природный газ с формулой C_nH_{2n+2} и углеводородные компоненты: сероводород (H_2S), азот (N_2), диоксид углерода (CO_2), инертные газы. 17-40 - это количество атомов углерода, которое может достичь молекула углеводорода.

Нужно подчеркнуть тот факт, что природный газ насыщен водяным паром. Его содержание зависит от температуры, состава воды, газа и от давления.

При нормальных условиях углеводороды от (C_5H_{12}) до ($C_{17}H_{36}$) находятся в жидком состоянии. Компоненты природного газа имеют индивидуальные свойства.

Природный газ (по составу) делится на несколько видов. Более подробно можно увидеть на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Виды природных газов

1.2 Состав, свойства и применение газоконденсата

Как обычно, на первый взгляд, газовый конденсат – это почти невидимая жидкость. По этой причине многие его прозвали «белая нефть». Часто газовый конденсат может приобрести окраску от соломенно-жёлтого до жёлто-коричневого цвета. Как обычно это объясняется тем, что в составе имеются примеси нефти, тяжелых углеводородов. Газовый конденсат практически всегда находится в месторождениях природного газа. Многим давно уже ясно, что природный газ – это смесь углеводородных и неуглеводородных компонентов.

В газообразном состоянии находятся тяжелые углеводороды в газовых и газоконденсатных залежах. Объясняется это высокой температурой в газовых пластах и высоким давлением (от 10 до 60 МПа). Как правило, после бурения скважины в пласте температура и давление падают. Так же отметим, что сжижаются тяжелые углеводороды (от C_5H_{12} и выше), если снижение давления и температуры происходит ниже точки росы [1].

Концентрация газового конденсата в добываемом природном газе может достигать от 5 г/м³ до 1000 г/м³. Зависит это от коэффициента его сухости, и от свойств природного газа. Наибольшее количество примесей газового конденсата содержит сухой природный газ, сырой (жирный) – более 15 %.

Кроме того на концентрацию газового конденсата в природном газе оказывают большое влияние характеристики температуры и давления до начала конденсации. В добываемом природном газе может быть растворено больше углеводородов если температура и давление больше до начала конденсации.

Чем отличается газовый конденсат от нефти? Ответ прост – отсутствие в нем смолистых веществ и асфальтенов. Можно сделать вывод, что газовый конденсат – это легкая нефть.

Жидкая фаза возникает при сжатии чистого газа когда он конденсируется, которая может параллельно существовать с газовой. В многокомпонентных природных УВ, к растворению нефти в газе приводит возрастание давления в

процессе образуется газоконденсат (газорастворенная нефть, газоконденсатная система).

Большинство конденсатов составляют фракции, кипящие до 150-200 ° С и небольшая часть которых испаряется при температурах выше 300 ° С.

Около 90% смол, не более 5% асфальтенов - десятые, сотые доли процента входят в состав углеводородов.

Состав конденсата зависит от исходного состава нефти.

За счет дегазации из сырого конденсата получают стабильный газоконденсат (состоит только из жидких углеводородов).

Получают сырой конденсат в сепараторах (промысловых) при температурах и давлениях сепарации. Существует стабильный и сырой конденсат.

Месторождения газоконденсата расположены в границах от 710 до 4600 м.

Жидкая фаза (извлеченная на поверхность), газообразные компоненты в которой растворены, является сырой конденсат.

Получение газового конденсата.

Газовый конденсат добывается путем переработки природного или попутного нефтяного газа.

Залежи природного газа глубоко в земле, и могут находиться на глубине до нескольких километров. Для его добычи необходимо пробурить скважину, 6 километров такова глубина самой большой скважины.

После того, как добыли газ, газ отправляется на отчистку и после прохождения отчистки получаем газовый конденсат.

Чтобы в скважине не снизилось давление до атмосферного и сохраняла свои постоянные значения дольше в процессе добычи газового конденсата, обратно закачивают легкие углеводороды до того момента, когда извлекут из нее более тяжелые фракции. Если этого не сделать то, газовый конденсат сконденсируется и останется в скважине [2].

Путем его очистки и сепарации из попутного нефтяного газа получается газовый конденсат.

Газовый конденсат служит для получения разных видов топлива: высококачественные бензины (АИ-80, АИ-92, АИ-95, дизельное и котельное топливо. Примечательно, что это топливо можно применять только в летний период. Для того, чтобы его применять в холодное время из него убирают парафины и добавляют специальные присадки. Топливо из бензина, которое получают из газового конденсата, к сожалению, имеет низкую детонационную стойкость. Именно поэтому в него дополнительно добавляют присадки-антидетонаторы.

Подводя итоги, отметим, что газовый конденсат – продукт, который ценится в нефтехимической промышленности. Ароматические углеводороды, олефины и другие мономеры - это продукты, получаемые из газового конденсата. Данные компоненты необходимы для производства синтетических каучуков, пластмасс, волокон и смол.

2 УСТАНОВКА КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА

2.1 Краткая характеристика УКПГ

Установка комплексной подготовки газа - технологическое оборудование и вспомогательные системы, которые осуществляют сбор и обработку природного газа, а также газового конденсата. Состав товарной продукции УКПГ включает в себя: сухой отбензиненный газ месторождений, сухой газ месторождений и газовый конденсат.

Расчетное октановое число это главный показатель качества газомоторного топлива при применении газа.

Условия, которым должны соответствовать различные типы конденсата, варьируются.

Газ, который доставляется потребителям, для промышленного применения или использования в коммунальном хозяйстве устанавливается насыщенность запаха, теплота сгорания, число Воббе

Один из продуктов УКПГ – газовый конденсат, его можно разбить на две фракции; нестабильный и стабильный.

Технологический процесс.

Существует несколько этапов переработки газов:

- низкотемпературная сепарация или абсорбция;
- абсорбционная и адсорбционная сушка;
- абсорбция масляная.

Процессы адсорбции или абсорбции на газовых месторождениях имеют место быть, так как подготовка газа включает в себя осушку.

Легкоконденсирующиеся углеороды и осушка на газоконденсатных месторождениях происходит посредством низкотемпературной (абсорбции, сепарации) или масляной абсорбции.

Структурно составляющие УКПГ:

- дожимные компрессорные станции;
- блок предварительной очистки (сепарации);

- вспомогательные концепции производственного направления.
- технологические установки очистки, осушки и охлаждения газа.

В приложении А отображено количество оборудования, используемое на УКПГ.

Низкотемпературная сепарация.

Состав:

- блок регенерации;
- блок входного сепаратора;
- блок подачи реагента;
- теплообменники;
- разделитель;
- низкотемпературный сепаратор;
- комплект запорной, регулирующей, предохранительной арматуры и средств КИПиА.

Необработанный газ в сепаратор подается под давлением, где происходит декантация капельной жидкости, накопившегося конденсата, который поступает в дренажную емкость и механических примесей. Благодаря эффекту Джоуля-Томсона газ дросселируется клапаном и охлаждается.

В теплообменник попадает газ из капающей жидкости, где в дальнейшем данный газ подвергается обработке охлаждаемым газом. Поток, который обрабатывает газ, поступает из низкотемпературной сепарации [3].

На данном этапе происходит поступление холодного газа, который попадает на следующую ступень сепарации в газосепараторе, конденсат в процессе отделения насыщенным раствором ингибитора и попадает в сепаратор.

Для ликвидации появления гидратов к газу добавляется ингибитор гидратообразования. В теплообменнике происходит нагрев данного газа сырым газом. В итоге происходит осушка, далее он направляется в коммерческий узел учета.

Конденсат и раствор ингибитора следуют в сепаратор, благодаря чему происходит отделение конденсата и затем он попадает на подготовительную стадию.

Следующим этапом раствор ингибитора поступает в блок регенерации. Благодаря обратному потоку регенерированного ингибитора происходит нагревание данного раствора в теплообменнике.

Ректификационная колонна содержится в регенерационной установке. Стоит отметить ее задачу – это установка на кубе. В жаровой трубе происходит нагрев жидкости при помощи сжигания газа.

Вода направляется в дренажную емкость. Необходимо подчеркнуть, что в аппарате воздушного охлаждения происходит ее конденсация и затем в сборнике начинается отделение.

Через теплообменник выполняется регенерация ингибитора. Там при помощи насыщенного потока ингибитора он охлаждается. И уже через воздухоохладитель попадает в резервуар подачи реагента.

Стоит отметить, что он снова направляется в блок сушки из блока подачи реагентов через дозирующие насосы.

Достоинства и недостатки газа НТС представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Плюсы и минусы газа НТС

Достоинства газа НТС	Недостатки
при перепаде давления в начальный период эксплуатации преимущественно имеет небольшие капитальные вложения и рабочие расходы	Несовершенство термодинамического процесса 1-кратной конденсации, при этом степень извлечения из природного газа целевых компонентов при заданных температуре и давлении в конечном низкотемпературном сепараторе зависит только от состава исходной смеси

Продолжение таблицы 2.1

Достоинства газа НТС	Недостатки
<p>инсталляции НТС просты в освоении, это позволяет использовать персонал средней квалификации</p>	<p>в ходе эксплуатации пластовое давление падает, так что «свободный перепад» давления на дросселе уменьшается (происходит «исчерпание» дроссель-эффекта) и, как следствие, растет температура сепарации, в итоге не только удельное количество, но и степень извлечения целевых компонентов уменьшается</p>
<p>легкая адаптация технологического хода и его автоматизация в условиях добычи газа</p>	
<p>однократная осушка газа по требуемым отраслевым стандартам и извлечение водных углеводородов</p>	<p>термодинамическое несовершенство дроссельного расширения газа как холодопроизводящего процесса по сравнению с турбодетандерным.</p>
<p>способности градационного дополнения и развития технологии при снижении пластового давления и, соответственно, уменьшении свободного перепада давления, так что уже на момент проектирования установки могут быть предусмотрены различные варианты продления срока ее эффективной эксплуатации.</p>	

Адсорбционная осушка.

Состав: печь, компрессор, аппарат воздушного охлаждения, адсорберы,

трубная обвязка, сепараторы и комплект запорной, регулирующей и предохранительной арматуры и средств КИПиА.

После прохождения через сепаратор, происходит прохождение газа через адсорбер по направлению сверху вниз.

Перед попаданием в адсорбер механические примеси, и капельные жидкости отделяются от газа. Следующий этап – в коллектор сухого газа направляется сухой газ. В нагревательную печь регенерационный газ, который проходит отборку из потока осушенного газа, перемещается компрессором. Через адсорбер газ движется по направлению снизу вверх. Там для воды и тяжелых углеводородов выполняется процесс десорбции.

В воздушном холодильнике охлаждается отработанный газ регенерации, потом следует в сепаратор, где происходит отделение сконденсировавшихся углеводородов и воды из газа. Весь цикл происходит повторно, когда во входной сепаратор возвращается газ после сепаратора [4].

Плюсы АО газа:

- большая возможность в большом спектре технологических параметров получить для осушенного газа низкую температуру точки росы;
- многогранность и для установок не крупной производительности низкие капиталовложения;
- при смене давления и температуры нет особого влияния на качество осушки.

Недостатки:

- при возведении установки большой газопроизводительности значительные большие капиталовложения;
- большая вероятность загрязнения адсорбента. Вследствие чего нужно будет его заменить;
- в слое адсорбента значительные потери давления;
- большая потребность тепла.

2.2 Потенциальные опасности производственных процессов на УКПГ

Показатели, увеличивающие вероятность появления аварийных ситуаций:

1. Способность легковоспламеняющихся жидкостей при горении прогреваться в глубину, образуя постоянно увеличивающийся гомотермический слой.

2. Способность O_2 сжиженного кислорода испаряться с образованием низкотемпературных областей.

3. Вероятность возникновения источника возгорания.

4. Применение различной посуды под давлением; наличие большого объема горючих газов и легковоспламеняющихся жидкостей.

5. Большие единичные объемы емкостного оборудования.

6. Свойство опасных веществ создавать облако газовой смеси, вследствие разгерметизации оборудования.

7. Возможность кислорода образовывать взрывоопасные смеси при контакте с органическими веществами.

8. Транспортировка автомобильным транспортом конденсата.

Умение веществ образовывать облако парогазовой смеси в резервуаре или цистерне по окончании сброса давления.

Экстренные факторы, которые могут возникнуть в любой момент: «грубые ошибки» при изготовлении, установке и ремонте расходных материалов, неисправности, усталость металла, которые не были выявлены при осмотре оборудования, это частичная или полная разгерметизация; нарушение целостности оборудования из-за автоматического внутреннего повреждения, несвоевременной очистки, хрупкое разрушение металла; механического повреждения, коррозии, влияние внешних условий, недостатки сварных соединений основных элементов цистерны; отказ системы пожаротушения; нарушения допущенные рабочим персоналом при процессе откачки конденсата; увеличение температуры и давления выше установленных нормативных значений; разрушение емкостей при их переполнении конденсата; дефекты конструкции резервуара или автоцистерны.

2.3 Пожарная опасность объекта

«Опасность УКПГ можно характеризовать обращающимися в производстве веществами (сырья, реагентов, продукции), их параметрами (давление, температура, количество), наличием оборудования, работающего под давлением». «Взрывы и пожары в конструкциях и сооружениях газоперерабатывающих заводов очень часто происходят из-за техногенных аварий, основной причиной которых является разгерметизация оборудования или трубопроводов и выброс природного газа, паров метанола, газового конденсата или мазута, которые являются взрывоопасными смесями с воздухом».

Вследствие пожара допустимо задымление и высокая температура в зоне пожара. Пламя огня допустимо устранить за счет подачи маленьких струй воды. Принимая во внимание, что сооружение состоит из открытых металлических систем, при сильном огне через пару минут способна произойти деформация и обрушение, по этой причине на момент локализации допустимо разрушение систем, если не прилагать усилий для их охлаждения на первом этапе тушения. «Раздел доказывает пожарную угрозу хранения и транспортировки газовой продукции, при присутствии которых могут появляться взрывоопасные, горючие концентрации, а так же при разгерметизации трубопроводов, износе оборудования, авариях. Так же присутствие возможных источников зажигания и путями распространения пожара». «Для того, чтобы уменьшить риск пожарной опасности, нужно: - выполнять в обязательном порядке требования пожарной безопасности; - осуществлять постоянно осмотр по плану и ремонт оборудования; - усовершенствовать устаревшее оборудование за счет «нанотехнологий». Согласно федеральному закону от 21.07.1997 N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» Установка комплексной подготовки газа является опасным промышленным объектом. Цех входа и сепарации газа, в соответствии со сведениями о максимальных количествах

опасных веществ обращающихся в производстве, характеризуется как небезопасное производственное помещение по взрывопожароопасности.

2.4 Пожарная опасность технологических процессов

УКПГ это объект, на котором всегда может случиться пожар. Оценка пожарной угрозы обуславливается элементами и материалами, которые сохраняются или не сохраняются на данном объекте, а также системами, при которых они хранятся и перерабатываются. Основное предназначение УКПГ - подготовка (очистка и осушка) природного газа. «Огромную угрозу пожара представляет перевозимое «голубое топливо».

Сценарий пожаров на газоперерабатывающих объектах представлен на рисунке 2.4.1.



Рисунок 2.4.1 - Сценарий пожара

В виде струи конденсата или газа осуществляется утечка газа на аварийном участке. Жидкая фаза – это большая опасность. Так как начинается распыление под большим давлением и происходит испарение газа. В комнате при ЧС, сначала возникает скопление газа возле места, где была утечка газа. Затем уже распространяется по всей комнате. Зона загазованности образовывается на открытом пространстве возле места, в котором началась утечка газа.

При аварийной ситуации, которая случилась из-за разрушения газопровода, выбрасывается огромное количество газа в атмосферу. Также

хотелось бы подчеркнуть, что газовое облако воспламеняется при присутствии источника воспламенения.

Самыми опасными для пожара и взрыва видами сырья и готовой продукции являются: газы, бензин, масла, спирты, краски, древесина, резина, торф. «Главные причины, по которым их считают опасными – пожароопасные вещества и свойства транспортируемого газа».

2.5 Системы обеспечения пожарной безопасности УКПГ

Комплекс мер обеспечения пожарной безопасности УКПГ состоит из системы пожаротушения, систему защиты против пожара, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Немного информации о системе предотвращения пожара. Задача системы - исключить и предотвратить возникновение пожаров (по статье 48 Федерального закона №123). Устранение условий возникновения пожаров достигается устранением условий образования источников возгорания в горючей среде. На УКПГ есть ряд методов, позволяющих исключить образование горючей среды.

Перейдем к системе противопожарной защиты. Допускается установка систем обнаружения пожара, управления и оповещения эвакуацией людей при пожаре, а также системы, обеспечивающие безопасность людей от задымления и защищающие людей от опасных факторов пожара.

Для оповещения персонала о наличии газов и паров в воздухе, которые могут превышать предельно допустимую концентрацию, устанавливаются сигнализаторы загазованности, которые должны быть сблокированы с устройствами звуковой и световой сигнализацией. Для исключения конденсата из оборудования и трубопроводов при ЧС, существуют дренажные емкости. В соответствии с требованиями средствами пожаротушения оснащены все установки и помещения.

Комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

К организационным мероприятиям на объекте можно отнести:

- организация пожарной охраны;
- разработка и реализация правил пожарной безопасности, инструктажей о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и действиях при пожарах;
- обучение работающих, правилам пожарной безопасности на производстве;
- разработка мероприятий по действиям администрации, рабочих и служащих на случай возникновения пожара и организации эвакуации людей.

План ликвидации аварий (ПЛА) разработан на объекте для ликвидации пожаров и аварий. Состоит данный план из детального указания деятельности должных лиц и производственных подразделений по организации оповещения, сосредоточения и сбора на участке пожара или аварии, должны соблюдать данное руководство. При аварийно-спасательных работах первоочередные действия должны выполнять действия по спасению людей, локализации и устранению аварий, обеспечение персонала защитой от негативных опасных факторов, с использованием на объекте сил и средств.

2.6 Анализ аварий на участках комплексной подготовки газа

Для транспортировки на объектах УКПГ, используется определенная техника для подготовки топлива. Одну или несколько технологических линий составляет единый комплекс оборудования. На данных объектах обязательным является соблюдение таких правил как охрана труда и техника безопасности, потому что объекты могут быть определены как опасные, и возникновение несчастных случаев намного больше, а последствия несоблюдения данных правил может привести к серьезным последствиям.

Использование объектов УКПГ с позиции пожарной безопасности предопределён: надобностью регулярного обслуживания оборудования;

вероятностью появления цепной реакции (из-за того, что блоки размещены рядом по отношению друг к другу); вероятностью потери топлива из-за того, что на объекте есть много разных фланцевых соединений и стыков; необходимостью опасной работы. А также - оборудование необходимо регулярно обслуживать, неблагоприятные погодные условия являются важным фактором регулярности обслуживания.

Наиболее опасные компоненты конструкции УКПГ представлены ниже на рисунке 2.6.1.

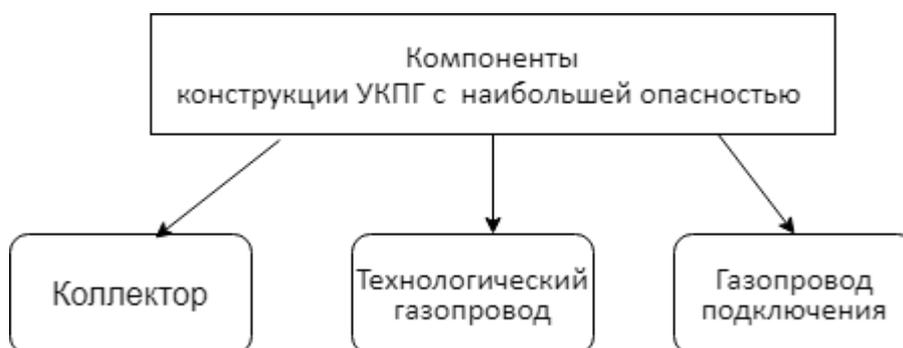


Рисунок 2.6.1 – Компоненты УКПГ

Применение этих составных частей осуществляется под давлением. Давление может быть в диапазоне 8-6 МПа. В случае аварии под этим давлением газ будет выпущен с большими затратами и скоростью. Нормативные документы СНиП 2.09.03-85, СНиП 11-89-80, СН 433-79 - устанавливающие правила и нормативы устройства и эксплуатации газоперерабатывающего завода.

В целях снижения риска несчастных случаев на предприятии используется анализ. Процесс идентификации, оценка последствий и аварий понимается как «анализ» риска возникновения аварийной ситуации.

Методы прогнозирования и предупреждения используются для предотвращения возникновения наиболее вероятной опасности, поскольку размер антропогенных аварий не всегда может быть определен немедленно.

Основные угрозы, которые могут возникнуть на УКПГ, представлены ниже на рисунке 2.6.2.

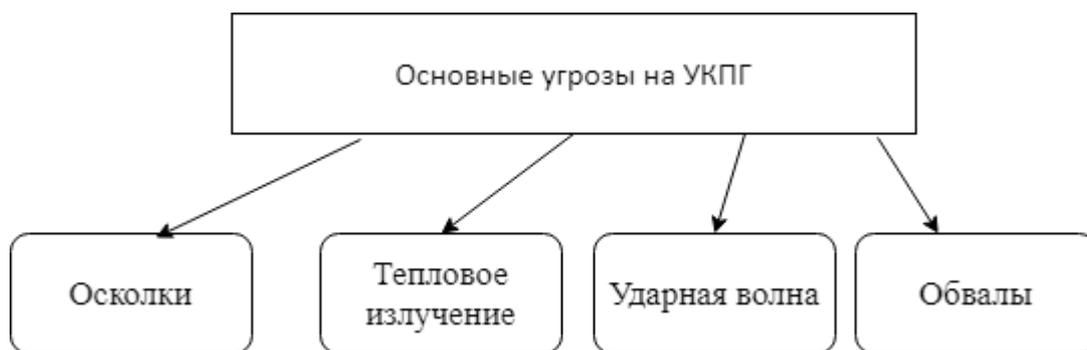


Рисунок 2.6.2 – Основные угрозы

Основные этапы процесса анализа риска аварии представлены на рисунке 2.6.3.

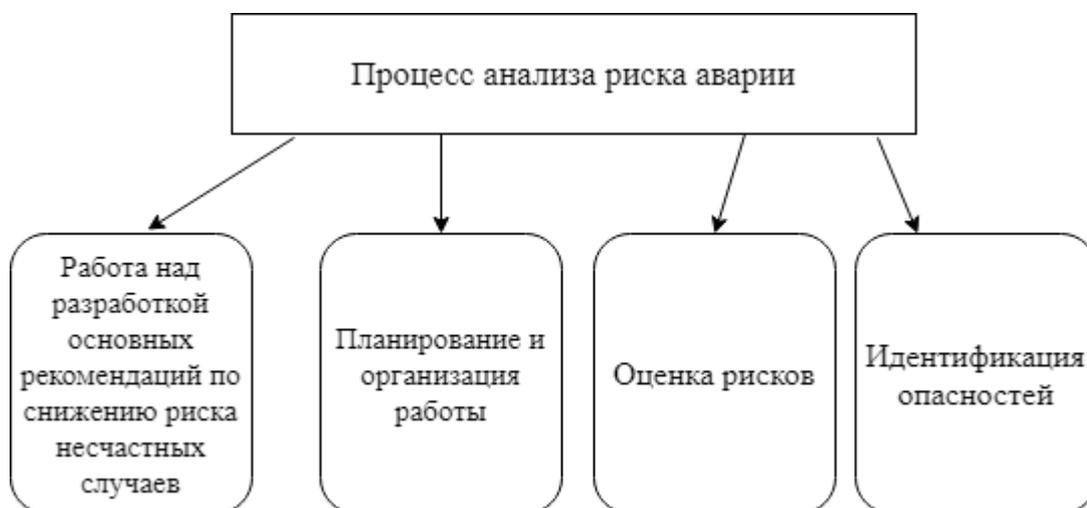


Рисунок 2.6.3 – Анализ риска аварии

Фаза планирования, на этом этапе происходит подробное описание объекта, выявление основных трудностей, определение основных задач для дальнейших исследований, а также подробное обоснование методов, используемых в процессах анализа рисков.

В период обнаружения опасности необходимо детально установить источники и методы восприятия стихийного бедствия.

Если какие-либо из опасностей упустили, то в дальнейшем они рассмотрены не будут. Следовательно, не сможем получить действительно полную картину последствий. И, конечно же, не получится предотвратить аварийную ситуацию.

После идентификации у нас должны быть: обозначение вероятных угроз, список аварий, условия появления вредоносных событий и указание факторов риска.

Далее выбираются действия, благодаря которым можно выявить основные моменты, которые могут поспособствовать повысить безопасность.

Следующий этап – оценка рисков.

На этом этапе оцените, как часто случаются плохие события, и каковы могут быть их последствия. Чтобы оценить степень риска нужно учитывать ряд факторов, а именно: стабильность используемых инструментов, основные узлы на участке, которые устарели, человеческий фактор и так далее.

Как только определили характеристики оценки риска, нужно создать новые рекомендации. Это нужно, чтобы понизить вероятность появления аварийных ситуаций, а также их последствия.

В задачах эксплуатации единых газоперерабатывающих площадок широко используется расчет износа продуктового трубопровода как один из способов избежать неприятных ситуаций. В связи с тем, что для данных предметов характерно большое количество подключений, велика вероятность утечки газа.

Один из способов узнать износ продуктопровода - оценить остаточный ресурс. Сделать это можно с помощью ГОСТ 27.002-89. Следует учитывать, что в этом случае расчет следует проводить на влияние внутреннего давления. Если толщина стенки больше, чем толщина стенки брака, это означает, что возможно дальнейшее использование продуктопровода. При длительной эксплуатации накапливается большое количество различных дефектов. Коррозионно-эрозионный износ - один из самых популярных.

Усложнение автоматических данных материала – это еще один из значительных минусов. Так как из-за этого есть вероятность снижения допустимого напряжения.

Вышеуказанные типы повреждений неспроста выделены от другой группы. Это связано с тем, что именно они по сравнению с другими больше

вызывают снижение допустимого уровня давления в трубопроводе. Конечный результат – это крупная авария и прорыв.

В период выполнения рассмотрения чрезвычайных ситуаций в местах единой подготовки газа основным условием оценки возможных угроз является наличие необходимой информации. Если данных для оценки результата мало, требуются экспертные методы.

Специалисты давно поняли, что самые большие аварии случаются случайно. Невозможно проследить четкую картину возникновения таких аварий.

Для понимания взаимосвязи нужно строить дерево вероятных событий и дерево отказов.

Тем самым на этапах анализа можно определить состав операций (необратимых), которые лежат в основе аварии.

Разрешено рассчитать частоту события по формуле: частоту главного события умножить на условную вероятность финального события.

Если для учета рисков применяем численные методы, то нужно одновременно использовать сразу несколько показателей опасности.

Для указания выводов нужно проанализировать большое количество информации о надежности устройств. Также нужно учесть данные об аварийности и качестве безотказной работы данных устройств. Стоит подчеркнуть, что желательно учитывать климат и другие факторы.

Предоставление требуемой степени защищенности направлено на то, чтобы уберечь от аварии, от гибели людей.

3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

3.1. Расчет критериев пожарной опасности при сгорании веществ

3.1.1 Расчет избыточного давления при сгорании веществ в помещении

Избыточное давление – поражающий фактор. Служит количественным критерием категории опасности.

Избыточное давление при сгорании веществ в помещении, кПа, можно рассчитать по формуле (3.1.1.1):

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\Pi} \cdot \rho_B \cdot C_B \cdot T_0 \cdot K_H} \quad (3.1.1.1)$$

где m – расчетная масса взвешенной в объеме помещения горючей смеси, образовавшейся в результате аварийной ситуации, кг;

H_T – теплота сгорания истекающего вещества, Дж/кг;

P_0 – начальное атмосферное давление, кПа;

Z – доля участия взвешенной горючей пыли при сгорании пылевоздушной смеси (0,5 при газе и пыли)

V_{Π} – свободный объем помещения, который принимается как 80 % от геометрического объема помещения, м³;

ρ_B – плотность воздуха до сгорания воздушной смеси при начальной температуре T_0 , кг/м³;

C_B – теплоемкость воздуха;

T_0 – начальная температура воздуха в помещении, К;

K_H – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения (принимается равным 3).

Далее определим значения составляющих формулы для определения избыточного давления (рис. 3.1.1.1):

Наименование	Значение
Коэффициент участия горючего вещества во взрыве (Z)	0.5
Свободный объем помещения (V_n)	$0.8 * 60 * 45 * 8 = 17280 \text{ (м}^3\text{)}$
Теплоемкость воздуха (C_a)	$1010 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} * \text{К}}$
Температура в помещении (T_0)	293 К
Атмосферное давление (P_0)	101 кПа
Объем помещения	$60 * 45 * 8 \text{ м}$
Плотность воздуха (ρ_a)	$1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Расчетная масса m (при массе метана 7 тонн),	$0,8 * 7000 = 5600 \text{ (кг)}$
Коэффициент негерметичности (K_n)	3
Теплота сгорания истекающего вещества (H_+)	$29,3 * 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Рисунок 3.1.1.1 – Расчет значений формулы

Далее по формуле, определяем избыточное давление:

$$\Delta P = \frac{5600 \times 29,3 \times 10^6 \times 101,3 \times 0,5}{17280 \times 1,2 \times 1010 \times 293 \times 3} = 0,45 \times 10^6 \text{ Па}$$

Вывод: избыточное давление для приведенной ситуации, составляет 450 кПа. Определяем категорию помещения по взрывопожарной и пожарной опасности (НПБ 105-03) – А взрывопожароопасная [9]. В связи с данным избыточным давлением сооружения и оборудования УКПГ будут разрушены и рабочая смена полностью погибнет.

3.1.2 Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «Огненного шара»

1. Расчет интенсивности теплового излучения «огненного шара» q , кВт/м², проводим по формуле (3.1.2.1):

$$q = E_f * F_q * \tau \quad (3.1.2.1)$$

где E_f – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м²;

F_q – угловой коэффициент облученности;

τ – коэффициент пропускания атмосферы.

2. E_f определяют на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать равным 450 кВт/м².

3. F_q рассчитываем по формуле (3.1.2.2):

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0.5}{4\left[\left(\frac{H}{D_s} + 0.5\right)^2 + \left(\frac{r}{D_s}\right)^2\right]^{1.5}} \quad (3.1.2.2)$$

где H – высота центра «огненного шара», м;

D_s – эффективный диаметр «огненного шара», м;

r – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», м.

4. Эффективный диаметр «огненного шара» рассчитываем по формуле (3.1.2.3):

$$D_s = 5.33m^{0.327} \quad (3.1.2.3)$$

где m – масса горючего вещества, кг

5. H определяют в ходе специальных исследований. Допускается принимать H равной $\frac{D_s}{2}$

6. Время существования «огненного шара» t_s с, рассчитывают по формуле (3.1.2.4):

$$t_s = 0.92m^{0.303} \quad (3.1.2.4)$$

7. Коэффициент пропускания атмосферы τ рассчитываем по формуле (3.1.2.5):

$$\tau = \exp\left[-7.0 * 10^{-4} \left(\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2}\right)\right] \quad (3.1.2.5)$$

Определяем эффективный диаметр «огненного шара»:

$$D_s = 5,33 * m^{0,327} = 5,33 * 5600^{0,327} = 89,6 \text{ м}$$

Принимая $H = \frac{D_s}{2} = 44,8 \text{ м}$, находим угловой коэффициент облученности:

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0,5}{4 \left[\left(\frac{H}{D_s} + 0,5 \right)^2 + \left(\frac{r}{D_s} \right)^2 \right]^{1,5}} = \frac{\frac{44,8}{89,6} + 0,5}{4 \left[\left(\frac{44,8}{89,6} + 0,5 \right)^2 + \left(\frac{50}{89,6} \right)^2 \right]^{1,5}} = \frac{1}{4(1 + 0,31)^{1,5}}$$

$$= 0,17 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$$

Находим коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp \left[-7 * 10^{-4} \left(\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2} \right) \right] = \exp \left[-7 * 10^{-4} \left(\sqrt{50^2 + 44,8^2} - \frac{89,6}{2} \right) \right]$$

$$= 0,98$$

Принимая $E_f = 450 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$, находим интенсивность теплового излучения q :

$$q = E_f * F_q * \tau = 450 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} * 0,17 * 0,98 = 74,97 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$$

Определяем время существования «огненного шара» t_s :

$$t_s = 0,92m^{0,303} = 0,92 * 5600^{0,303} = 12,6 \text{ с}$$

Находим значение интенсивности излучения «Огненного шара»

$$Q = q * t_s = 74,97 * 12,6 = 944,6 \frac{\text{кВт} * \text{с}}{\text{м}^2}$$

Вывод: значение интенсивности излучения «Огненного шара» составляет $944,6 \text{ кВт/м}^2$, а время существования огненного шара $12,6 \text{ с}$. В результате такого взрыва люди (персонал) получают смертельные дозы излучения.

3.1.3 Расчет параметров волны давления при сгорании горючего вещества

Воздействие высокого давления на близлежащее оборудование и другие здания может повредить их.

Основными параметрами волны давления открытого пространства при горении вещества являются импульс волны давления и избыточное давление.

По этой формуле (3.1.3.1) рассчитываем избыточное давление сгорания:

$$\Delta p = p_0 \left(\frac{0.8 m_{\text{пр}}^{0.33}}{r} + \frac{3 m_{\text{пр}}^{0.66}}{r^2} + \frac{5 m_{\text{пр}}}{r^3} \right) \quad (3.1.3.1)$$

где p_0 – атмосферное давление, кПа (принимается равным 101 кПа);

r – расстояние от геометрического центра облака, м;

$m_{\text{пр}}$ – приведенная масса горючей смеси, кг, рассчитываем по формуле (3.1.3.2):

$$m_{\text{пр}} = \left(\frac{Q_{\text{сг}}}{Q_0} \right) m_{\text{г.п.}} Z \quad (3.1.3.2)$$

где $Q_{\text{сг}}$ – удельная теплота сгорания газа или пара, Дж/кг;

Z – коэффициент участия, который допускается принимать равным 0,05;

Q_0 – константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж/кг;

$m_{\text{г.п.}}$ – масса горючих газов и (или) паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг.

Импульс волны давления i , Па·с, рассчитывают по формуле (3.1.3.3):

$$i = 123 * m_{\text{пр}}^{0.66} / r \quad (3.1.3.3)$$

1. Находим приведенную массу $m_{\text{пр}}$ по формуле:

$$m_{\text{пр}} = \left(\frac{Q_{\text{сг}}}{Q_0} \right) m_{\text{г.п.}} Z = \frac{49 \times 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{4,52 * 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} * 7000 * 0,8 \text{ кг} * 0,05 = 3035,3 \text{ кг}$$

2. Находим избыточное давление Δp по формуле:

$$\begin{aligned}\Delta P &= P_0 \left(\frac{0,8m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + \frac{3m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5m_{\text{пр}}}{r^3} \right) \\ &= 101,3 \left(\frac{0,8 * 3035,3^{0,33}}{50} + \frac{3 * 3035,3^{0,66}}{50^2} + \frac{5 * 3035,3}{50^3} \right) \\ &= 52,6 \text{ кПа}\end{aligned}$$

3. Находим импульс волны давления i по формуле:

$$i = \frac{123m_{\text{пр}}^{0,66}}{r} = 123 * \frac{3035,3^{0,66}}{50} = 488,9 \frac{\text{Па}}{\text{с}}$$

Вывод: в результате взрыва в здании, находящемся на расстоянии 50 м, было разрушено 50% построек. Люди получают травмы средней степени тяжести (потеря памяти, сознания, кровотечение из носа и уха, кровотечение, легочные и внутримышечные кровоизлияния, иногда переломы ребер, нарушения речи, вывих конечностей) с вероятностью около 50%.

3.2 Ущерб от аварий

Ущерб - потери некоторого субъекта или группы субъектов части или всех своих ценностей.

Структура ущерба от аварий на опасных производственных объектах, как правило, включает: полные финансовые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, на котором произошла авария; расходы на ликвидацию аварии; социально-экономические потери, связанные с травмированием и гибелью людей (как персонала организации, так и третьих лиц); вред, нанесенный окружающей природной среде; косвенный ущерб и потери государства от выбытия трудовых ресурсов.

Ущерб от аварий на опасных производственных объектах, на основе РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на

опасных производственных объектах», может быть выражен в общем виде формулой (3.2.1):

$$P_a = P_{п.п.} + P_{л.а.} + P_{сэ} + P_{н.в} + P_{экол} + P_{в.т.р.} \quad (3.2.1)$$

где P_a – полный ущерб от аварий, руб.;

$P_{п.п.}$ – прямые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, руб.;

$P_{л.а.}$ – затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии, руб.;

$P_{сэ}$ – социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей), руб.;

$P_{н.в}$ – косвенный ущерб, руб.;

$P_{экол}$ – экологический ущерб (урон, нанесенный объектам окружающей природной среды), руб.;

$P_{в.т.р.}$ – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности.

Далее рассмотрим пример задачи для наглядного примера расчетов.

На территории УКПГ, в технологическом корпусе подготовки газа ($60 * 45 * 8$) = 17280 м³, произошла внезапная разгерметизация трубопровода, далее произошел аварийный выброс метана массой 7 тонн.

Работников смены было 6 человек. На объекте, находящемся в 50 м от аварийного объекта есть опасность получения значительных повреждений или возникновения пожара.

Прямые потери объекта в связи с аварией и полным разрушением составят 3 млрд. 255 млн. 110 тыс. руб.

Социально-экономические потери составят 7 млн. 329 тыс. руб. на каждого погибшего сотрудника. Следовательно общие социально-экономические затраты составят 43 млн. 974 тыс. руб. (расчет произведен с учетом того, что каждый погибший имел семью).

Полные потери согласно формуле 3.2.1 составят 3 млрд. 299 млн. 84 тыс.

Используя приложения А и Б произведем расчет определения вероятности взрыва с учетом количества оборудования. Для нахождения данного параметра необходимо суммировать количество оборудования, умноженное на частоту аварий. В результате получаем $183.5 * 10^{-7}$ (1/год).

Рассчитываем риск R , как произведение величины предполагаемого ущерба на его вероятность [6].

$$R = 3299084000 * 183.5 * 10^{-7} = 60538,2 \text{ руб/год}$$

4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА

УКПГ – это место, где в специальных емкостях хранятся жидкости, которые в любой момент могут вызвать взрыв. На этих местах большая опасность возникновения чрезвычайных ситуаций, по которой могут погибнуть люди. По этой причине нужно создать мероприятия, которые помогут снизить риск смерти людей на производстве.

Для того чтобы снизить риск возникновения чрезвычайных ситуаций, можно проделать следующие мероприятия:

1. Организационные мероприятия:

- своевременное осуществление ремонтных работ;
- организовать прогноз;
- постоянный мониторинг исправности оснащения;
- постоянная подготовка персонала и особый анализ рабочих мест;
- проведение ревизий службой охраны труда и проведение постоянного

пожарного инструктажа.

2. Технологические мероприятия:

- применение неопасных технологий;
- автоматизированный контроль;
- повышение прочности оснащения.

3. Инженерно-технические:

- контроль за состоянием всего оборудования и резервуаров;
- своевременный ремонт вышедших из строя оборудования;
- обвалование;
- окрашивание здания операторской краской;
- применение защитных экранов;
- использование индивидуальных средств защиты.

Для УКПГ также важно внедрить специальные методы снижения возникновения пожароопасных ситуаций.

Методы, требуемые для сокращения появления опасных ситуаций:

- обеспечение безопасности оборудования от механических повреждений и воздействия пожара(теплоизоляция, подземное расположение и т.п.);
- использование запорной арматуры с соответствующим классом герметичности;
- выполнение научно-технических регламентов;
- применение систем антикоррозийной защиты, например катодной и протекторной защиты;
- эксплуатация безопасных соединений (фланцевые соединения по типу «шип-паз», сварные соединения и т.п.);
- применение только тех конструктивных материалов, которые устойчивы к агрессивным химическим, температурным и механическим воздействиям.

К главным способам, которые нацелены на уменьшение вероятности поражения и возможности летальных исходов людей при возникновении аварий с взрывами и пожарами, представлены на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Основные способы для уменьшения поражения

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данный раздел выпускной квалификационной работы предназначен для анализа конкурентоспособности, ресурсоэффективности и расчёта бюджета проводимой разработки.

Данная работа предполагает исследование потенциальных опасностей производственных процессов, оценку рисков пожаров и взрывов на установке комплексной подготовке газов.

Оценка перспективности, планирование и формирование бюджета научного исследования позволяют анализировать его экономическую эффективность.

В качестве сырья для УКПГ служит природный газ, полученный из газоконденсатных и газовых месторождений. Отраслевые и государственные стандарты регулируют основные показатели, которым должны соответствовать результаты производства установки комплексной подготовки газа. Ввиду предназначения и сферы применения окончательного продукта, различают и критерии, по которым оценивается его качество. Конденсат, который производится на УКПГ, характеризуется стабильностью и нестабильностью, отчего и различается два вида конденсата.

Товарный газ определяется объемом транспортируемого газа с учетом разницы (положительной либо отрицательной) между закачкой в подземные хранилища и отбором из них.

Товарным газом считается газ, отпущенный потребителям и израсходованный на нужды капитального ремонта и капитального строительства, а также жилищно-коммунальным хозяйством управлений. Специфика условий работы различных газопроводов влияет на структуру транспорта газа. Например, повышение оснащённости газопроводов компрессорными станциями и газоперекачивающими агрегатами увеличивает абсолютный расход газа на собственные нужды газопровода. Вместе с тем увеличение оснащённости газопроводов газоперекачивающими агрегатами

сопровождается уменьшением удельных показателей расхода газа на собственные нужды по отношению к количеству транспортируемого газа в связи с улучшением использования пропускной способности газопроводов.

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Объектом исследования является УКПГ, возможные пожароопасные ситуации (утечка газа), тушение пожара и риски, возникающие при эвакуации людей. Потенциальными потребителями могут выступать промышленные предприятия, объекты жилищно-коммунальной сферы. Сегментирование рынка проводится по сфере использования и по размеру компании-заказчика. Карта сегментирования приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Карта сегментирования

		Сфера использования	
		Промышленные предприятия	Объекты ЖКХ
Размер организации	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

Как видно из карты сегментирования, спрос присутствует в средних и крупных организациях, так как они заинтересованы в улучшении пожарной безопасности и взрывозащите своих объектов газовой промышленности.

5.2 Анализ конкурентных технических решений

При ведении собственного производства необходим систематический анализ конкурирующих разработок во избежание потери занимаемой ниши рынка. Периодический анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности позволяет оценить эффективность научной разработки по сравнению с конкурирующими предприятиями.

В таблице приведена оценочная карта, включающая конкурентов по

производству товарного газа.

Таблица 5.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Выход продукта	0,3	4	3	5	1,2	0,9	1,5
2. Качество продукта	0,3	5	4	4	1,5	1,2	1,2
3. Энергоемкость процессов	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
4. Цена	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
5. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
6. Финансирование научной разработки	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
Итого	1	26	23	27	4.4	3.7	4.5

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – ОАО «Газпромнефть»;

Б_{к2} – ООО «Газпром».

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что расчет оценки рисков пожаров и взрывов на установке комплексной подготовки газов и проведение мероприятий по снижению риска объекта является конкурентоспособной, так как при выявлении всех проблем по пожарной безопасности и их решении, будет эффективно снижение рисков пожаров и взрывов.

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

В результате проведения SWOT анализа проекта, появляется конкретный план действий с указанием сроков выполнения, приоритетности выполнения и необходимых ресурсов на реализацию.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Систематическое повышение уровня квалификации. 2. Наличие квалифицированного персонала, имеющего опыт работы в данной области. 3. Наличие постоянных поставщиков (Зап. Сибирь, Томская область). 4. Высокое качество продукции, соответствующее мировым стандартам. 5. Внедрение новых узлов оборудования и Совершенствования технологических процессов. 	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Низкий уровень заработной платы для молодых специалистов. 2. Устаревшее оборудование. 3. Высокая степень износа оборудования. 4. Повышение цен у поставщиков. 5. Высокий уровень цен на выпускаемую продукцию.
<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Спрос на выпуск товарного газа в России, в странах Евросоюза и в Азии очень высок и имеет устойчивую тенденцию к увеличению. 2. Малое количество посредников на территории Дальнего Востока. 3. Небольшое количество конкурентов на территории Евросоюза, Азии. 	<p>Сильные стороны и возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Эффективное использование ресурсов производства. 2. Оптимизация количества посредников за счет постоянных и проверенных поставщиков (пользоваться услугами постоянных поставщиков). 3. Поддержание увеличения спроса и выхода на новые рынки сбыта товара за счет высокого качества продукции. 	<p>Слабые стороны и возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Создание эффективной системы мотивации и стимулирования для сотрудников. 2. Нарботка и укрепление конкурентных преимуществ продукта. 3. Модернизация оборудования. 4. Внедрение технологии 5. Выбор оптимального поставщика и заключение договорных отношений

<p>4.Высокое качество поставляемых ресурсов. Угрозы: 1.Увеличение уровня налогов на использование недр. 2.Повышение требований к качеству продукции. 3.Несвоевременные поставки сырья и оборудования.</p>	<p>Сильные стороны и угрозы: 1.Применение оптимальной налоговой политики. 2.Внедрение менеджмента качества. 3.Выбор оптимального поставщика и заключение договорных отношений.</p>	<p>Слабые стороны и угрозы: 1.Повышение цен на выпускаемую продукцию. 2.Выбор оптимального поставщика и заключение договорных отношений.</p>
--	--	---

По итогам SWOT-анализа выявлены возможности для дальнейшего развития, как настоящей системы автоматического регулирования, так и в целом подхода к созданию подобных систем.

1. Для противодействия угрозе У1 следует применять оптимальную налоговую политику.

2. В случае предъявления повышенных требований к качеству продукции (угроза У2) разработка может получить конкурентное отставание. Выходом из данной ситуации будет являться внедрение менеджмента качества. Менеджмент качества - это скоординированная и взаимосвязанная деятельность по управлению, выстроенная таким образом, чтобы обеспечить надежную и бесперебойную работу организации. Управление организацией, применительно к качеству, означает, что вся деятельность подчиняется установленным целям по качеству, и для достижения этих целей в организации разработана система планов, есть необходимые ресурсы, выполняются действия по достижению поставленных целей.

3. Для противодействия угрозе У3 необходимо выбирать оптимального поставщика и заключать договорные отношения.

5.4 Планирование научно-исследовательской работы

5.4.1 Структура работ

Прежде чем начать работу над проектом, необходимо провести планирование этапов работы, обозначив при этом занятость каждого из

участников, а также привести сроки выполнения каждого этапа. Структура работ и распределение занятости исполнителей приведены в табл. 4.4.1.1.

Таблица 5.4.1.1 – Структура работ

Этапы работы	Загрузка исполнителей
1. Постановка целей и задач исследования	НР – 80% И – 20%
2. Обзор литературы	И – 100%
3. Разработка технического задания	НР – 20% К – 10% И – 70%
4. Разработка календарного плана работ	НР – 20% И – 80%
5. Расчет ущерба от аварий	И – 100%
6. Расчет избыточного давления при сгорании веществ в помещении	И – 100%
7. Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «Огненного шара» и параметров волны давления при сгорании горючего вещества	И – 100%
8. Изучение мероприятий по снижению риска	К – 10% И – 90%
9. Обработка полученных результатов	К – 15% И – 85%
10. Оформление расчётно-пояснительной записки	И – 100%
11. Подведение итогов	НР – 100%

5.4.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования

Трудоёмкость выполнения исследования оценивается экспертным путём в силу вероятностного характера величины. За единицу измерения трудоёмкости принимаются человеко-дни. Ожидаемая трудоёмкость рассчитывается по формуле:

$$t_{ожс} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (5.4.2.1)$$

где $t_{ожс}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы чел.дн;

t_{\min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн;

t_{\max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн.

Для построения графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ в рабочих днях переводится в календарные дни по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{КД}, \quad (5.4.2.2)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения работы в календарных днях;

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения работы в рабочих днях;

$K_{КД}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$K_{КД} = \frac{T_{КД}}{T_{КД} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (5.4.2.3)$$

где $T_{КД}$ – количество календарных дней в году;

$T_{ВД}$ – количество выходных дней в году;

$T_{ПД}$ – количество праздничных дней в году.

Значение коэффициента календарности для 2021 года:

$$K_{КД} = \frac{365}{365 - 118} = \frac{365}{247} = 1,48 \quad (5.4.2.4)$$

С учётом данных таблицы 5.4.1.1 и приведённых выше формул составляется расчётная таблица 5.4.2.1. Диаграмма Ганта, представляющая собой календарный график работ, приведена на рис. 5.4.2.1.

Таблица 5.4.2.1 – Расчёт трудозатрат на выполнение работ

Наименование работы	Исполнители работы	Длительность работ, дн.			Трудоёмкость работ по исполнителям, чел.дн					
		t_{\min}	t_{\max}	$t_{ож}$	$T_{РД}$			$T_{КД}$		
					НР	К	И	НР	К	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Постановка целей и задач исследования	НР, И	3	4	3,4	2,72	0	0,68	3,318	0	0,83
2. Обзор литературы	И	5	7	5,8	0	0	5,8	0	0	7,076
3. Разработка технического задания	НР, К, И	12	24	16,8	3,36	1,68	11,76	4,099	2,05	14,35
4. Разработка календарного плана работ	НР, И	3	6	4,2	0,84	0	3,36	1,025	0	4,1
5. Расчет ущерба от аварий	И	6	12	8,4	0	0	8,4	0	0	10,25
6. Расчет избыточного давления при сгорании веществ в помещении	И	12	18	14,4	0	0	14,4	0	0	17,57
7. Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «Огненного шара» и параметров волны давления при сгорании горючего вещества	И	6	10	7,6	0	0	7,6	0	0	9,272
8. Изучение мероприятий по снижению риска	К, И	6	10	7,6	0	0,76	6,84	0	0,927	8,345
9. Обработка полученных результатов	К, И	6	10	7,6	0	1,52	6,08	0	1,854	7,418
10. Оформление расчётно-пояснительной записки	И	12	18	14,4	0	0	14,4	0	0	17,57
11. Подведение итогов	НР	2	4	2,8	2,8	0	0	3,416	0	0
Итого:				93	9,72	3,96	79,32	11,86	4,831	96,77

1.

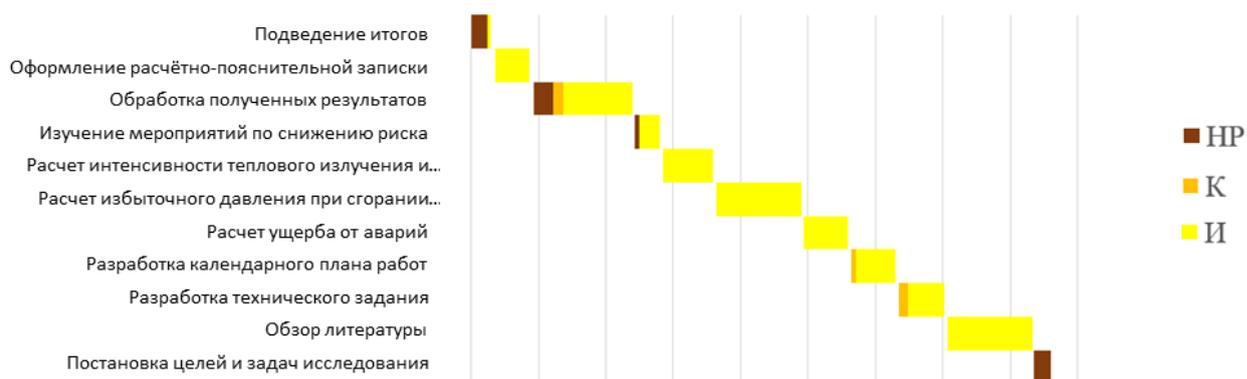


Рисунок 5.4.2.1 – Диаграмма Ганта

Из диаграммы на рис. 5.4.2.1 видно, что практическая часть всего исследования занимает порядка двух календарных месяцев. Сравнительно большой промежуток времени на составление технического задания выделен для лучшей его проработки и исключения необходимости возвращаться к этому этапу в дальнейшем.

5.5 Бюджет научно-технического исследования

Планирование бюджета позволяет оценить затраты на проведение исследования до его фактического начала и позволяет судить об экономической эффективности работы. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- амортизационные отчисления;
- заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

5.5.1 Расчёт материальных затрат

В этом подразделе оценивается стоимость всех материальных ценностей, непосредственно расходуемых в процессе выполнения работ.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле (5.5.1.1).

$$Z_M = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{расхi} \quad (5.5.1.1)$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (15-20%).

Материальные затраты, необходимые для данного исследования представлены в таблице 5.5.1.1.

Таблица 4.5.1.1 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Офисная бумага, 500 листов	310	1	310
Тетрадь, 48 л.	50	1	50
Шариковая ручка	30	3	90
Картридж для принтера	800	1	800
Итого			1250
Итого с учётом ТЗР (10%)			1375

5.5.2 Расчёт амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 5 месяцев. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 60000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет.

Норма амортизации H_A рассчитывается как:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%, \quad (5.5.2.1)$$

где T – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации H_A :

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% . \quad (5.5.2.2)$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{год} = 60000 \cdot 0,33 = 19800 \text{ руб.} \quad (5.5.2.3)$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{мес} = \frac{19800}{12} = 1650 \text{ руб.} \quad (5.5.2.4)$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1650 \cdot 5 = 8250 \text{ руб.} \quad (5.5.2.5)$$

5.5.3 Расчёт заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды

Оклад научного руководителя (в должности доцента) составляет 36174 рублей, оклад консультанта (в должности ассистента) – 12 664 рублей. Оклад студента принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации, т.е. ассистента и составляет 12 664 рублей. В 2021 году с учётом 48-дневного отпуска 199 рабочих дней. Среднее количество рабочих дней в месяце составит 17 дней. Среднедневная заработная плата для руководителя составит 2128 рублей в день, для консультанта и инженера – 745 рублей в день.

Заработная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{дн} \cdot T_{рД} \cdot (1 + K_{пр} + K_{д}) \cdot K_p , \quad (5.5.3.1)$$

где $ЗП_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_{рД}$ – трудоёмкость выполнения работы в рабочих днях;

$K_{пр}$ – коэффициент премирования;

$K_{д}$ – коэффициент доплат;

K_p – районный коэффициент.

Результаты расчёта основной заработной платы по формуле 5.5.3.1 приведены в табл. 5.5.3.1.

Таблица 5.5.3.1 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$ЗП_{дон}$	K_p	K_{∂}	K_{np}	T_{PD}	$ЗП_{осн}$, руб
Руководитель	2128	0,1	0,2	1,3	9,72	26857,93
Консультант	745	0	0,2	1,3	3,96	3866,45
Студент	745	0	0,2	1,3	79,32	74761,97
Итого						105486,35

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дон} = ЗП_{осн} \cdot 0,12 , \quad (5.5.3.2)$$

где $ЗП_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Отчисления во внебюджетные фонды в соответствии с Налоговым кодексом РФ рассчитываются по формуле:

$$ЗП_{внеб} = (ЗП_{осн} + ЗП_{дон}) \cdot 0,3 , \quad (5.5.3.3)$$

где $ЗП_{осн}$ – основная заработная плата, руб;

$ЗП_{дон}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Результаты расчётов по формулам 5.5.3.2 и 5.5.3.3 приведены в табл. 5.5.3.2.

Таблица 5.5.3.2 – Расчёт дополнительной заработной платы и отчислений

Исполнители	$ЗП_{дон}$	$ЗП_{внеб}$
Руководитель	3222,95	9024,26
Консультант	463,97	1299,13
Инженер	8971,44	25120,02
Итого	12568,36	35443,41

Накладные расходы принимаются в размере 10% от величины всех остальных расходов.

5.5.4 Расчёт общей себестоимости

Рассчитанные в пунктах 5.5.1-5.5.3 расходы сведены в таблицу 5.5.4.1.

Таблица 5.5.4.1 – Суммарные расходы

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	1375	0,68
Затраты на амортизацию	8250	4,09
Основная заработная плата	105486,35	52,25
Дополнительная заработная плата	35443,41	17,6
Страховые взносы	35172,24	17,4
Накладные расходы	16148,85	7,98
Итого	201875,85	100

В ходе подсчёта затрат на разработку проекта выявлено, что основная часть (63%) средств расходуется на заработную плату исполнителей.

5.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности [10].

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{17626718,81}{17656718,81} = 0,998 \quad (5.6.1)$$

$$I_{\phi}^{a1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{17636718,81}{17656718,81} = 0,999 \quad (5.6.2)$$

$$I_{\phi}^{a2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{17656718,81}{17656718,81} = 1 \quad (5.6.3)$$

где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разы.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a$$
$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (5.6.4)$$

где I_m - интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i - весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 5.6.1.

Таблица 5.6.1 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда	0,25	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4	4	3
3. Надежность	0,20	5	5	4

4. Воспроизводимость	0,25	4	4	4
5. Материалоемкость	0,15	4	3	4
ИТОГО	1	4,45	4,3	3,85

Аналог 1 – ОАО «Газпром нефть»;

Аналог 2 – ООО «Газпром».

$$I_m^p = 5 * 0,25 + 4 * 0,15 + 5 * 0,2 + 4 * 0,25 + 4 * 0,15 = 4,45$$

$$I_1^A = 5 * 0,25 + 4 * 0,15 + 5 * 0,2 + 4 * 0,25 + 3 * 0,15 = 4,3$$

$$I_2^A = 4 * 0,25 + 3 * 0,15 + 4 * 0,2 + 4 * 0,25 + 4 * 0,15 = 3,85$$

Интегральный показатель - эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} = \frac{4,45}{0,998} = 4,46 \quad (5.6.5)$$

$$I_{финр}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\phi}^{a1}} = \frac{4,3}{0,999} = 4,3 \quad (5.6.6)$$

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^{a2}}{I_{\phi}^{a2}} = \frac{3,85}{1} = 3,85 \quad (5.6.7)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a1}} = \frac{4,46}{4,3} = 1,037 \quad (5.6.8)$$

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a2}} = \frac{4,46}{3,85} = 1,158 \quad (5.6.9)$$

где $\mathcal{E}_{ср}$ – сравнительная эффективность проекта;

Таблица 5.6.2 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Разработка	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель Разработки	0,999	0,998	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,3	4,46	3,85
3	Интегральный показатель Эффективности	4,3	4,46	3,85
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,037		1,158

Аналог 1 – ОАО «Газпром нефть»;

Аналог 2 – ООО «Газпром».

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Данное сравнение значений показало, что разработка хоть и уступает аналогу №1 по ресурсоэффективности, однако превосходит его по интегральному показателю эффективности.

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

В данном разделе оценены экономические аспекты исследуемого подхода к разработке:

1. Выявлены потенциальные потребители результатов исследования. Разработка может быть применена на средних и крупных предприятиях.
2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Выявлено два конкурента.
3. В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: увеличение уровня налогов на использование недр, повышение требований к качеству продукции, несвоевременные поставки сырья и оборудования.

Возможные пути снижения влияния выявленных угроз представлены в подразделе 5.3.

4. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной статьёй расходов в научно-исследовательской работе является заработная плата исполнителей: основная – 105486,35 (52,25%), дополнительная – 35443,41руб. (17,6%). На втором месте страховые взносы – 35172,24 руб. Затем идут накладные расходы – 16148,85 руб. (7,98%). Меньше всего средств уходит на амортизацию оборудования – 8250 руб. (4,09%) и на материальные затраты – 1375 руб. (0,68%). Общий бюджет разработки составил 201875,85руб.

5. В подразделе 4.6 оценена экономическая эффективность разработки. Разработка уступает аналогу №1 по ресурсоэффективности, однако по сравнительному показателю эффективности разработка превосходит аналогичные системы за счёт меньшей стоимости.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данной работе объектом исследования является промышленная установка комплексной подготовки газа (УКПГ) с применением низкотемпературной сепарации природного газа. Установка предназначена для сбора, подготовки газа и конденсата на газоконденсатных месторождениях в соответствии с требованиями соответствующих отраслевых и государственных стандартов при децентрализованной системе сбора и подготовки газа ОСТ 51.40-74 "Газы горючие природные, подаваемые в магистральный газопровод" и согласно ОСТ 51.65-80 "Конденсат газовый стабильный. Технические условия".

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Согласно статье 224 ТК РФ работодатель обязан соблюдать ограничения на привлечение отдельных категорий работников к выполнению тяжелых работ, работ во вредных и (или) опасных условиях. Например, трудовое законодательство ограничивает использование труда женщин на работах в тяжелых, вредных или опасных условиях (ст. 253 ТК РФ). Молодые люди, не достигшие 18 лет, на вредные или опасные работы не допускаются. Об этом говорится в статье 265 ТК РФ.

У сотрудников, которые заняты на работах во вредных или опасных условиях, продолжительность рабочего времени сокращается на 4 часа в неделю. То есть она не должна превышать 36 часов в неделю (ч. 1 ст. 92 ТК РФ). При этом ежедневная рабочая смена при 36-часовой рабочей неделе не может превышать 8 часов, а при рабочей неделе 30 часов и менее — 6 часов (ч. 2 ст. 94 ТК РФ).

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. В данном пункте приводятся эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя, проектируемой рабочей зоны в

производственных условиях для создания комфортной рабочей среды.

При проектировании объектов необходимо предусматривать максимально возможное размещение аппаратуры и оборудования вне зданий. При этом необходимо руководствоваться "Перечнем технологического оборудования нефтедобывающей и газовой промышленности, рекомендуемым для установки на открытых площадках".

Компоновочные решения технологических установок на объектах должны соответствовать положениям, а также обеспечивать нижеперечисленные требования:

- минимальные капитальные и эксплуатационные расходы;
- технологическую взаимозаменяемость;
- последовательность технологических процессов с минимальным количеством встречных перекачек;
- оптимальные размеры рабочей площади агрегатов, технологических блоков, установки;
- деление на участки, обеспечивающие возможность опорожнения от продукта всех аппаратов и трубопроводов, расположенных на площадке;
- свободный доступ к оборудованию, арматуре, приборам контроля и автоматизации;
- свободный подъезд транспорта и размещение подъемных средств;
- возможность проведения ремонтных работ с помощью средств механизации.

Расстояния между аппаратами, колоннами, теплообменниками и другим оборудованием, расположенными внутри одной технологической установки, следует принимать, исходя из условий максимального удобства обслуживания, ремонта и выполнения требований по охране труда и пожарной безопасности в соответствии с указаниями.

Необходимо предусматривать:

- основные проходы по фронту обслуживания щитов управления шириной не менее 2 м;

- основные проходы по фронту обслуживания компрессоров, насосов и аппаратов, имеющих местные контрольно-измерительные приборы, и проходы при наличии постоянных рабочих мест - шириной не менее 1,5 м;
- проходы между аппаратами, между аппаратами и стенами помещений при условии кругового обслуживания - шириной не менее 1 м. Указанные расстояния не относятся к аппаратам, представляющим часть агрегата. В этом случае расстояние между отдельными аппаратами агрегата определяется технологической целесообразностью и возможностью обслуживания;
- проходы для осмотра, периодической проверки, регулирования аппаратов и приборов - шириной не менее 0,8 м;
- проходы между отдельно стоящими насосами - шириной не менее 0,8 м;
- проходы между газовыми компрессорами - не менее 1,5 м. Ширина прохода между малогабаритными машинами (шириной и высотой до 0,8 м) – не менее 1 м;
- расстояние между фундаментами «в свету» для вертикальных аппаратов массой более 100 т или высотой более 40 м должны быть не менее 3,5 м.

Территорию наружных площадок для установки технологического оборудования, требующего постоянных рабочих мест, следует проектировать с бетонным покрытием.

Установки подготовки газа (УПГ) должны проектироваться как единый комплекс, состоять из одной или нескольких технологических линий и оборудования общего технологического назначения.

Установка монтируется на открытой площадке. Состав каждой конкретной установки определяется заказчиком согласно проекту привязки, в зависимости от конкретных условий.

6.2 Производственная безопасность

Уровень шума и вибрации на рабочем месте.

Главным источником шума на всех этапах обслуживания оборудования УКПГ являются компрессора на ДКС, запорная арматура, трубопроводы, нагнетатели, вентиляторы, скважины, продувочные свечи. Компрессора на ДКС имеют достаточно большую массу и обороты, составляющей производственного шума имеют уровни значительно меньше ПДУ и практически не оказывают негативного воздействия на персонал. Уровень шума и вибрации на рабочем месте не должен превышать допустимый уровень шума и вибрации, согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-93 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий на территориях жилой застройки" и СН 2.2.4/2.1.8.566 - 96 "Производственная вибрация. Вибрация в помещениях жилых и общественных зданий".

Таблица 6.1 – Классы условий труда в зависимости от уровней шума, локальной общей вибрации на рабочем месте Р 2.2.2006-05.

Название фактора, показатель, единица измерения	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ до ____ дБ/раз (включительно):					
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	<= ПДУ <1>	5	15	25	35	> 35
Вибрация локальная, эквивалентный скорректированный уровень (значение) виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	<= ПДУ <2>	3/1,4	6/2	9/2,8	12/4	> 12/4
Вибрация общая, эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	<= ПДУ <2>	6/2	12/4	18/6	24/8	> 24/8
<1> В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки". <2> В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий".						

На установке УКПГ уровень эквивалентного шума 79,5 дБА, что согласно

таблице "Классы условий труда в зависимости от уровней шума, локальной и общей вибрации на рабочем месте" классифицируем как допустимые (класс 2). Оценка уровней вибрации с учетом времени нахождения в зонах воздействия вибрации (эквивалентно скорректированные уровни) УКПГ классифицируют согласно таблице 2 "Классы условий труда в зависимости от уровней шума, локальной и общей вибрации на рабочем месте", как допустимые (класс 2).

На газодобывающем предприятии при работе компрессорных станций и при ремонте скважин возникают шумы. Нормы условий труда по шуму должны соответствовать ГОСТ 12.1.003-83. ПДУ звукового давления. Уровень вибрации на рабочих местах должен соответствовать ГОСТ 12.1.012-78.

При организации технологических процессов, создающих шум, предусмотреть применение методов, снижающих уровни шума в источнике его возникновения: применение малозумных технологических процессов и оборудования; применение дистанционного управления и автоматического контроля; применение звукоизолирующих ограждений-кожухов; устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума; применение вибропоглощения (достигается покрытием вибрирующих частей оборудования и специальными демпфирующими материалами, имеющими высокое внутреннее трение) и виброизоляции (для снижения уровня шума вибрирующие агрегаты устанавливают на амортизаторы или на специальные фундаменты).

Снижение вредного воздействия общей вибрации на работающих осуществляется за счет: снижения вибрации в источнике образования технологическими и конструктивными методами при разработке новых и модернизации существующих машин, оборудования; снижение вибрации на пути распространения средствами виброизоляции и вибропоглощения, например, применение специальных сидений, площадок с пассивной пружинной изоляцией, резиновых, поролоновых и других виброгасящих настилов, мастик и т.д.; применения удаленного или автоматического

управления; конструирования и изготовления оборудования, создающего вибрацию, в комплекте с виброизоляторами, рассчитанными на типовые условия установки или по заданию потребителя; исключения контакта работающих с вибрирующими поверхностями за пределами рабочего места или рабочей зоны (установка ограждений, сигнализации, блокировки, предупреждающих указателей); запрещения пребывания рабочих на вибрирующей поверхности производственного оборудования во время его работы; установки стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений [7].

С целью защиты органов слуха и нервной системы, в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 «Средства и методы защиты от шума. Классификация», применять следующие средства: противοшумные наушники, вкладыши, шлемы, каски и т.д. На предприятиях, в организациях и учреждениях должен быть обеспечен контроль уровней шума на рабочих местах не реже одного раз в год.

Напряженность трудового процесса.

Согласно общей оценке, показатели напряженности трудового процесса (интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки и их монотонность) УКПГ относятся к напряженным. Следовательно, в целом условия труда по тяжести и напряженности трудового процесса квалифицируем согласно "Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса", как напряженный труд (класс 3).

Способами снижения напряженности труда:

- проведение мер по совершенствованию техники и технологий;
- введение рационального режима труда и отдыха.

Нагревающий и охлаждающий микроклимат.

Специфика микроклиматических условий, воздействующих на УКПГ, определяется тем, что значительная часть оборудования размещена на открытой территории с сезонными значениями, где микроклимат в зависимости от сезона года часто носит характер охлаждающего или

нагревающего.

При проведении работ на открытом воздухе ПБ предусматривают мероприятия по защите персонала от неблагоприятных метеорологических факторов СанПиН 2.2.4.548-96:

- обеспечение работающего персонала спецодеждой и спецобувью (в зависимости от сезона года);
- обустройство укрытий, помещений для обогрева.

На рабочих местах и в производственных помещениях, осуществляют постоянный контроль воздуха рабочей зоны.

Повышенный уровень статического электричества.

Электрооборудование в здании должно отвечать требованиям правил устройства электроустановок. Все части технологического оборудования, которые поводят статическое электричество, необходимо заземлить согласно ГОСТ 12.4.124-83.

Средства индивидуальной защиты в зависимости от назначения в соответствии с ГОСТ 12.4.124-83:

- специальную одежду антиэлектростатическую;
- средства защиты рук антиэлектростатические;
- специальную обувь антиэлектростатическую;
- предохранительные приспособления антиэлектростатические (браслеты и кольца).

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

Взрывопожароопасные, токсические свойства сырья, готовой продукции и отходов производства

Опасность и вредность работы на установке обусловлена применением вредных и токсичных продуктов: газ-метан с примесями азота, углекислого газа; конденсат; водометанольная смесь.

Метан удушлив, а смеси с воздухом при концентрации от 4 до 17% по

объёму – взрывоопасен. Газ при не герметичности оборудования, трубопроводов в аварийных ситуациях может выделяться в пространство рабочих помещений, в воздух рабочей зоны на наружных установках, создавая при этом пожарную и взрывную опасность. Содержание газа в воздухе в количествах, снижающих в нём концентрацию кислорода от 21 до 15% объёмных при вдыхании может привести к удушью [5].

При сепарации газожидкостной смеси на входе УКПГ и в процессе низкотемпературной сепарации выделяется газовый конденсат. Газовый конденсат легко воспламеняющаяся жидкость, пары конденсата образуют с воздухом взрывоопасную смесь. На установке регенерации метанола, а также для впрыска в газопроводы установки НТС в качестве ингибитора гидрообразования используется метанол с концентрацией 80-95%. Метанол – сильный яд, действующий на нервную и сердечно-сосудистую системы человека. В смеси с воздухом при концентрации от 5,5 до 36,5% объёмных взрывоопасен. Предельно допустимая концентрация метанола в воздухе рабочей зоны производственных помещений 5 мг/м^3 . Для смазки трущихся частей механизмов на станции применяются минеральные масла, в том числе электронасосных агрегатов – масло турбинное ТП-22С. В системе продувки инертным газом применяется азот. Азот инертный газообразный газ, бесцветный, невзрывоопасный, нетоксичный, накопление азота вызывает явление кислородной недостаточности и удушья.

Индивидуальные средства защиты.

Для работы с вредными условиями труда, связанными с агрессивными средами, загрязнениями, повышенными температурами, влажностью, рабочим установкам в соответствии с ГОСТом 12.4.034-85 выдается спец. одежда, спец. обувь и другие средства индивидуальной защиты.

1. Для защиты рук от воздействия вредных и агрессивных сред применяются рукавицы или голицы с кислотостойкой пропиткой.

2. Для защиты органов дыхания используют противогазы и респираторы.

3. Для защиты глаз применяют защитные очки.

4. Для предохранения кожи открытых частей тела от производственных вредностей необходимо применять защитные мази.

Для работы внутри технологического оборудования в обязательном порядке использовать только шланговые противогазы. Каждый противогаз за обслуживающим противогазом закреплен индивидуально.

6.3. Экологическая безопасность

Нефтяная и газовая промышленность является на сегодняшний день одной из наиболее опасных отраслей производства по загрязнению окружающей среды.

Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы):

Основным источником загрязнения атмосферы являются постоянные, технологически неизбежные выбросы. Основными источниками выделения вредных веществ в атмосферу являются технологические комплексы, расположенные на промышленных площадках УКПГ. Источники выбросов в атмосферу на УКПГ:

- продувочные свечи установок, вытяжные вентиляционные установки цехов и помещений (выброс углеводородов);
- выхлопные шахты ГПА на ДКС, дымовые трубы печей регенерации ДЭГа и метанола (выброс продуктов сгорания).

Продуктами сгорания газа являются оксиды азота и оксид углерода. В соответствии с нормами технологического проектирования для предотвращения попадания газа в производственные помещения и атмосферу, проектом обустройства должна предусматриваться полная герметизация всего оборудования, арматуры, трубопроводов, исключая постоянные сбросы газа в атмосферу. Вся принятая запорная арматура, устанавливаемая на трубопроводах, транспортирующих газ, метанол и ДЭГ, соответствует 1 классу герметичности по ГОСТ 9544-75, предохранительная арматура по ГОСТ 12532-88.

Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы):

В процессе добычи и транспорта газа и конденсата почва загрязняется жидкими углеводородами (конденсатом, различными химическими реагентами и высокоминерализованными сточными водами). Углеводородный конденсат, через почвенный слой попадают в более глубокие пласты и загрязняют подземные воды. Почва может также загрязняться различными реагентами, применяемыми в технологических процессах добычи и транспорта газа, - метанолом, кислотами, щелочами, ингибиторами [8].

Анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы):

Воды морей и океанов загрязняются в процессе освоения месторождений континентального шельфа, транспортировки нефтепродуктов и газа различными специальными судами. Водные ресурсы на УКПГ загрязняют пластовые воды, выделяемые из газа. Для очистки пластовых вод предусматривается комплекс очистных сооружений. На площадке УКПГ, принята отдельная система канализации: производственная и бытовая. Бытовые стоки очищают в канализационных очистных сооружениях. На площадках УКПГ, промбаз, вахтовых комплексов вода расходуется на хозяйственно-питьевые, производственные нужды и пожаротушение.

Основные пути защиты воздушного бассейна от загрязнений - это создание технологических процессов, исключая выбросы в атмосферу, разработка эффективных методов очистки газов от вредных примесей, создание санитарно-защитных зон и научно обоснованное размещение предприятий.

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации могут быть техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера. Пожары, взрывы, угроза взрывов относят к чрезвычайным ситуациям техногенного характера.

Пожаровзрывобезопасность

Классификация технологических блоков по взрывоопасности

производственных процессов низкотемпературной сепарации осуществляется в соответствии с требованиями действующих нормативных технических документов в области промышленной безопасности в нефтяной и газовой промышленности, «Общих правил взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» ПБ09-170-97. По санитарной характеристике в соответствии со СНиП 2.09.04-87 производственные процессы низкотемпературной сепарации относятся к группе 3б.

Основную долю аварий на УКПГ составляют взрывы и пожары:

Взрывы и пожары на установках и сооружениях УКПГ могут произойти в результате техногенных аварий, связанных с разгерметизацией оборудования или трубопроводов и выходом в окружающее пространство природного газа, паров метанола или конденсата газа, образующих с воздухом взрывоопасные смеси. При любых видах аварий в цехе подготовки газа и конденсата, насосной метанола и насыщенного метанола может произойти взрыв при наличии источника инициирования воспламенения и взрывоопасной смеси в пределах взрывоопасной концентрации.

Требования пожарной безопасности для установок низкотемпературной сепарации природного газа:

- на выкидной линии (шлейфе) от скважины при наземной прокладке шлейфа должны быть установлены компенсаторы в соответствии с расчетом;
- на коллекторах (газо- и конденсатосборных) по выходе из установок НТС должны быть установлены обратные клапаны, оборудованные обводной линией (байпасом);
- обратный клапан необходимо устанавливать и на линии от сепараторов до резервуаров с конденсатом;
- нельзя увеличивать давление нагнетания газа при перекачке конденсата в трубопроводы для сбора его в резервуары.

Пожарная безопасность предприятия должна соответствовать "Правилам противопожарной эксплуатации в газовой промышленности".

Незамерзающие пожарные гидранты на УКПГ установлены на кольцевой водопроводной сети. Заданный напор воды в сети создают пожарные насосами, которые установлены на насосной станции. Здания и сооружения на производстве имеют уровень огнестойкости не ниже 2 степени.

Средства пожаротушения на УКПГ:

- огнетушители УК-30 (углекислотные);
- огнетушители ОП-10 (порошковые);
- пожарные гидранты;
- ящики с песком;
- пожарные щиты.

Правила аварийной остановки производства, возможные аварийные состояния производства, способы их предупреждения и устранения

Наиболее вероятными причинами, вызывающими неполадки технологического оборудования и отклонения от технологического режима работы на установке НТС являются гидратные пробки. При образовании в трубопроводах ледяных пробок необходимо принимать следующие меры:

- отключить трубопровод от общей системы, произвести наружный осмотр для установления размеров пробки и повреждений, в случае невозможности отключения трубопровода и угрозы аварии - остановить установку;

- ледяные и гидратные пробки в газопроводах, арматуре, оборудовании и приборах следует ликвидировать введением метанола, пара, горячей воды или понижением давления в системе, использование для этих целей открытого огня запрещается;

- отогрев пробок в трубопроводах паром или горячей водой следует начинать с концов участка.

Запрещается отогрев дренажных трубопроводов аппаратов при открытой арматуре.

В процессе эксплуатации необходимо постоянно контролировать герметичность аппаратов, оборудования, трубопроводов, фланцевых

соединений и сальниковых уплотнений. При обнаружении утечек из аппаратов, оборудования и трубопроводов, работающих под давлением, для предотвращения воспламенения вытекающего продукта следует немедленно их остановить и освободить от продукта.

Арматура на байпасных трубопроводах регулирующей арматуры может быть использована кратковременно при настройке и устранении неисправностей последней.

С целью предупреждения накопления шлама в аппаратах, камерах уровнемеров и указателях уровня необходимо периодически производить их продувку или промывку через дренажные трубопроводы. Периодичность продувки (промывки) аппаратов определить в процессе эксплуатации в зависимости от содержания твёрдых частиц.

Камеры уровнемеров на аппаратах и емкостях должны продуваться не реже одного раза в смену.

Для осуществления контроля за состоянием сепарационных элементов сепараторов и жидкостных фильтров следует не реже одного раза в год производить их осмотр, а при необходимости чистку или замену.

Для контроля коррозионного состояния оборудования и трубопроводов следует периодически проводить их внешний осмотр, определение толщины стенок и величины износа, при этом особое внимание обращать на наличие подтёков, свищей, трещин и вздутий на их поверхностях, сварных швах и в около шовных зонах. Проверку толщины стенок расчетных элементов аппаратов необходимо осуществлять неразрушающими методами контроля не реже одного раза в два года.

При обнаружении выше перечисленных дефектов произвести устранение неисправностей после остановки оборудования и отключения трубопроводов, работающих под давлением.

Для предотвращения на производстве ЧС техногенного характера предусмотрено:

- периодическое техническое обслуживание и ремонт оборудования;

- автоматизированный контроль за производственным процессом;
- установка современных систем защиты оборудования;
- система оповещения;
- молниезащита оборудования;
- дежурная аварийная техника (расчистка подъездных дорог и территории в случае сильных снегопадов).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно приведенным расчетам критериев пожаровзрывоопасности можно сделать выводы о том, что при возникновении аварии:

- в результате взрыва персонал получит смертельные дозы излучения;
- присутствует опасность возгорания и повреждения, находящихся поблизости материалов и техники от термического воздействия и волны избыточного давления;
- соседние здания получат полные разрушения.

При аварии в цехе, вероятность гибели персонала, в следствие ЧС, практически равна нулю.

Самый большой ущерб – это прямые потери (7 800 тыс. руб.), они включают в себя потери предприятия в результате уничтожения и потери повреждения (стоимость ремонта и восстановление машин и оборудования, зданий и сооружений), потери продукции и т.д. Вторые по значимости потери социально-экономические (2 800 тыс. руб.), в них входят выплаты пенсии по случаю потери кормильца, выплаты пособий по временной нетрудоспособности, расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию пострадавшим.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: учеб. пособие / А. Ф. Безносиков, М. И. Забоева, И. А. Синцов, Д. А. Остапчук. — Тюмень: Изд-во «Тюменский индустриальный университет», 2016. — с. 5-7.
2. Мурин В.И. Технология переработки природного газа и конденсата. Справочник. ч.1 – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002.-517 с.
3. Чуракаев А.М. Газоперерабатывающие заводы. Технологические процессы и установки—М.: Издательство «Химия», 1971 - 240с.
4. Тараканов Г.В. Основы технологии переработки природного газа и конденсата: учебное пособие / Г.В. Тараканов, А.К. Мановян; под ред. Г.В. Тараканова; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. – 192 с
5. ГОСТ 12.1.003-74 "ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация"
6. Сафонов В.С. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности / В.С. Сафонов, Г.Э. Одишария, А.А. Швыряев. – М.: РАО «Газпром», 1996 г. – 208 с
7. Лазарев Н.В. Вредные вещества в промышленности/ под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной. – Л.: Химия, 1976. – 365 с.
8. Розловский А.И. Основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами / А.И. Розловский. – М.: Химия, 1980. 376 с.
9. НПБ 105-95 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности». – М.: ГУ ГПС, 1995.
10. ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения». – М.: Москва, 1989.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Таблица – Количество оборудования на УКПГ

Наименование опасной составляющей производственного объекта	Количество оборудования
Газопроводы неочищенного газа	3
Газопроводы очищенного газа, надземные	3
Газопроводы очищенного газа, подземные	3
Трубопроводы ТДА	4
ТДА	2
Теплообменники	5
Крановые узлы, тройники	4
Горизонтальные фильтры-грязеуловители с трубопроводной обвязкой	2
Вертикальные фильтры-грязеуловители с трубопроводной обвязкой	2
Сепараторы	2
Резервуары-сборники продукта	6
Узел регулирования давления	4
Узлы запорной арматуры	6

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Таблица - Рекомендуемые консервативные значения ожидаемой частоты разгерметизации основного технологического оборудования на действующих УКПГ

Наименование опасной составляющей производственного объекта	Частота аварий, $1/(м \times год)$ или $1/год$	Количество оборудования * на частоту аварий
Газопроводы неочищенного газа	$20 \cdot 10^{-7} \quad 1/(м \times год)$	$3 * 20 * 10^{-7} = 60 * 10^{-7}$
Газопроводы очищенного газа, надземные	$12 \cdot 10^{-7} \quad 1/(м \times год)$	$3 * 12 * 10^{-7} = 36 * 10^{-7}$
Газопроводы очищенного газа, подземные	$9 \cdot 10^{-7} \quad 1/(м \times год)$	$3 * 9 * 10^{-7} = 27 * 10^{-7}$
Трубопроводы ТДА	$15 \cdot 10^{-7} \quad 1/(м \times год)$	$4 * 15 * 10^{-7} = 60 * 10^{-7}$
ТДА	$5 \cdot 10^{-5}$ на агрегат/год	$2 * 5 * 10^{-5} = 10 * 10^{-5}$
Теплообменники	$1,5 \times 10^{-5}$ 1/год	$5 * 1,5 * 10^{-5} = 7,5 * 10^{-5}$
Крановые узлы, тройники	$1,5 \cdot 10^{-5}$ на элемент/год	$4 * 1,5 * 10^{-5} = 6 * 10^{-5}$
Горизонтальные фильтры-грязеуловители с трубопроводной обвязкой	$2,5 \cdot 10^{-5}$ на фильтр/год	$2 * 2,5 * 10^{-5} = 5 * 10^{-5}$
Вертикальные фильтры-грязеуловители с трубопроводной обвязкой	$2,5 \cdot 10^{-5}$ на фильтр/год	$2 * 2,5 * 10^{-5} = 5 * 10^{-5}$
Сепараторы	$2,5 \cdot 10^{-5}$ на сосуд/год	$2 * 2,5 * 10^{-5} = 5 * 10^{-5}$
Резервуары-сборники продукта	$1 \cdot 10^{-5}$ на рез-р/год	$6 * 1 * 10^{-5} = 6 * 10^{-5}$
Узел регулирования давления	$1,5 \cdot 10^{-5}$ на элемент/год	$4 * 1,5 * 10^{-5} = 6 * 10^{-5}$
Узлы запорной арматуры	$1,5 \cdot 10^{-5}$ на элемент/год	$6 * 1,5 * 10^{-5} = 9 * 10^{-5}$