

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка системы пожаровзрывозащиты в рабочей зоне цеха по переработке газа на газоперерабатывающем заводе ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»</b>

УДК 614.84:665.632.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г51	Кононенко Лариса Николаевна		

Руководитель/ консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ/ Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Солодский С.А./ Родионов П.В.	к.т.н./ -		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В.Г.	к.пед.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Родионов П.В.	-		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность»	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе  
направления 20.03.01 – «Техносферная безопасность»

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<b>Универсальные компетенции</b>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

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

Институт: Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
 Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

<b>БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ</b>
----------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г51	Кононенко Лариса Николаевна

Тема работы:

Разработка системы пожаровзрывозащиты в рабочей зоне цеха по переработке газа на газоперерабатывающем заводе ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 31.01.2020 г. № 13/С

Срок сдачи студентами выполненной работы:	05.06.2020 г.
---	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе:</b>	Объект исследования – Площадка товарного парка с наливной эстакадой газоперерабатывающего завода ТПП «Лангепаснефтегаз» г. Лангепас. Площадь застройки – 16,89 га Степень огнестойкости – 2 Класс пожарной опасности – Ф1.1 Класс пожарной опасности – С0 СОУЭ 2 типа Общая численность сотрудников – 55 чел., Численность смены – 26 человек.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:</b>	1. Провести аналитический обзор литературы по проблеме обеспечения пожаровзрывозащиты на газоперерабатывающих предприятиях РФ. 2 Провести анализ пожаровзрывозащиты на ТПП "Лангепаснефтегаз" УППНГ. 3 Разработать рекомендации по повышению эффективности системы пожаровзрывозащиты в насосной ТПСНЭ.
<b>Перечень графического материала:</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г., к.пед.н., доцент
Социальная ответственность	Солодский С.А., к.т.н.
Нормоконтроль	Родионов П.В.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.02.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель/ консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ЮТИ ТПУ/ Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Солодский С.А./ Родионов П.В.	к.т.н./ -		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-17Г51	Кононенко Л.Н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 101 стр., 12 таблиц, 42 источника, 7 рисунков.

Ключевые слова: авария, взрыв, пожар, насосная, модуль.

Объектом исследования является система пожаровзрывозащиты на газоперерабатывающем заводе ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» цеха ТПСНЭ.

Цель работы – поиск эффективного метода пожаровзрывозащиты в помещении насосной. В процессе исследования проводился анализ существующей системы пожаровзрывозащиты на предприятии, рассмотрены существующие методы, выявлен более эффективный, безопасный и бюджетный способ улучшения системы на производстве.

В процессе исследования были выявлены недостатки существующей системы пожаровзрывозащиты, проанализирована работа применяемых на производстве систем пожаровзрывозащиты.

В результате исследования усовершенствована система пожаровзрывозащиты цеха ТПСНЭ в помещении насосной и выработаны рекомендации по ее применению.

Степень внедрения: начальная. В будущем планируется продолжить детальную разработку с последующим внедрением.

## Abstract

The final qualifying work contains 101 pages, 12 tables, 42 sources, 7 figures.

Keywords: accident, explosion, fire, pumping station, module.

The object of research is the fire and explosion protection system at the gas processing plant of LLC LUKOIL-Western Siberia of the workshop.

The purpose of this work is to find an effective method of fire and explosion protection in the pump room. The study analyzed the existing fire and explosion protection system at the enterprise, reviewed existing methods, and identified a more effective, safe and cost-effective way to improve the system in production.

In the course of the study, the shortcomings of the existing fire and explosion protection system were identified, and the work of fire and explosion protection systems used in production was analyzed.

As a result of the study, the system of fire and explosion protection of the workshop in the pump room was improved and recommendations for its use were developed.

Degree of implementation: initial. In the future, it is planned to continue detailed development with subsequent implementation.

## Оглавление

Введение .....	10
1 Обзор литературы.....	11
2 Объект и методы исследования .....	21
2.1 Характеристика объекта исследования .....	21
2.2 Промышленные площадки вне основной территории .....	22
2.3 Свойства взрывоопасной продукции производства .....	27
2.4 Существующие системы защиты .....	29
2.5 Нормативно-правовые акты о мероприятиях по предотвращению образования в технологических системах взрывоопасных смесей .....	33
2.6 Пожаровзрывозащита на предприятиях нефтегазопереработки .....	35
2.7 Порядок проведения анализа пожаровзрывоопасности предприятия.....	37
3 Расчеты и аналитика .....	41
3.1 Определение возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий.....	41
3.2 Определение сценариев аварий с участием опасных веществ .....	42
3.3 Анализ состояния системы противоаварийной защиты объекта.....	46
3.4 Мероприятия по повышению пожарной безопасности технологических процессов.....	47
3.5 Рекомендации по пожарной безопасности .....	50
3.6 Усовершенствование противопожарной системы АСУ ПТ .....	52
3.6.1 Принцип работы системы модуля .....	53
3.6.2. Расчет количества модулей пожаротушения .....	55
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	59
4.1 Оценка прямого ущерба.....	59
4.2 Оценка косвенного ущерба.....	62
4.3 Расчет параметров тушения пожара по площади порошковыми огнетушащими составами.....	63
4.3.1 Расчет площади тушения пожара.....	63
4.3.2 Расчет требуемого порошкового состава .....	64
4.3.3 Расчет количества стволов.....	64

4.3.4	Расчет отделений .....	65
4.3.5	Определим общее количество порошкового состава для тушения пожара.....	65
4.3.6	Расчет количества автомобилей .....	65
4.3.7	Время свободного развития пожара .....	66
4.3.8	Расчет топлива .....	67
4.4	Расчет затрат на конструкцию пожаровзрывозащиты .....	67
5	Социальная ответственность .....	73
5.1	Анализ рабочего места машиниста компрессорных установок .....	73
5.2	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды.....	73
5.3	Влияние выявленных вредных и опасных производственных факторов на организм .....	74
5.3.1	Производственный шум.....	74
5.3.2	Микроклимат.....	76
5.3.3	Химически опасные факторы .....	78
5.3.4	Освещенность .....	78
5.3.5	Взрывоопасность .....	79
5.4	Охрана окружающей среды .....	81
5.5	Отходы производства, сточные воды и выбросы в атмосферу. Методы их утилизации.....	82
5.5.1	Отходы производства.....	82
5.5.2	Сточные и химически загрязненные воды.....	83
5.5.3	Выбросы в атмосферу .....	83
5.6	Защита в чрезвычайных ситуациях .....	84
5.7	Заключение по разделу социальная ответственность .....	86
	Заключение .....	88
	Список использованных источников .....	90
	Приложение А .....	95
	Приложение Б.....	96
	Приложение В .....	97



Приложение Г .....	98
Приложение Д .....	99
Приложение Е.....	100
Приложение Ж .....	101

## Введение

Переработка попутного нефтяного газа на газоперерабатывающем заводе – это сложный технологический процесс, который заключается в стабилизации газового конденсата с получением газообразных углеводородов, сжиженный пропан, широкая фракция легких углеводородов (далее – ШФЛУ) и бензина газового стабильного (далее – СГБ), получаемого путем очистки нестабильного газового конденсата от примесей. При сжижении газа соблюдают строгие технологические нормы, физико-химические параметры температурных режимов и давления.

Специфические свойства газов, легких и тяжелых углеводородов, пропана, ШФЛУ, этилен гликоля, метанола, и других горючих жидкостей, которые получают в качестве конечного продукта или используют в процессе переработки, обуславливают пожарную опасность на газоперерабатывающих заводах.

Цель работы – совершенствование систем предотвращения пожара и противопожарная защита объекта.

Для достижения поставленных целей необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить требования к системам пожаровзрывозащиты управления по переработке попутного нефтяного газа, цеха товарного парка с наливной эстакадой по нормативным документам;
- провести анализ эффективности пожаровзрывозащиты на предприятии, защищаемых АСУТП;
- спроектировать систему автоматического пожаротушения на исследуемом объекте.

## 1 Обзор литературы

Анализируя причины аварий и факторы их возникновения на газодобывающей промышленности за последние десять лет, можно сделать вывод, что 95% это взрывы: 54% – в аппаратах, 46% – в производственных зданиях и открытые технологические площадки. По данным статистики ЧС из общего количества взрывов, на взрывы сжиженных углеводородных газов приходится 42,5 %.[1].

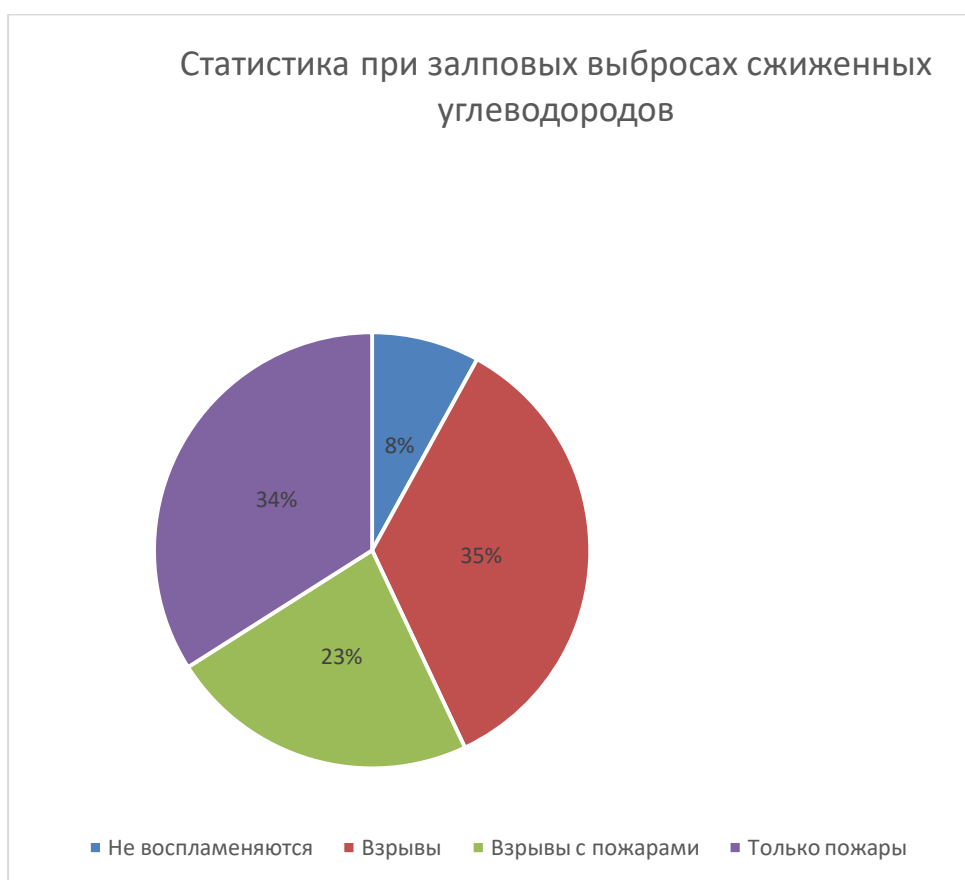


Рисунок 1 – Последствия залповых выбросов СУГ

По уже существующим данным, аварии, которые происходят на газоперерабатывающих комбинатах разворачиваются по двум сценариям развития, а именно: взрывы на открытых площадках установок и в насосных зданиях, которые сопровождаются выбросами горючих и взрывоопасных веществ в атмосферу, они влекут за собой разрушение технологического

оборудования. В результате, могут возникнуть вторичные факторы поражения, которые не уступают по силе и опасности самому пожару [1].



Рисунок 2 – Основные факторы аварий

Аварии в газоперерабатывающей промышленности – это следствие недостатков всевозможных технических средств и оборудования, не корректные проекты, а также ошибки в действиях производственного персонала. РИА Новости в 2012 году составило список аварий и пожаров на НПЗ в 2008–2012 году, в него вошли 20 происшествий на различных заводах. В 2014 году список аварий дополнил взрыв на Ачинском НПЗ. Это самая серьезная авария на нефтеперерабатывающем заводе в последние годы. В 2014 года на установке газофракционирования Ачинского НПЗ произошел пропуск углеводородного газа, благодаря чему произошел очень сильный взрыв и пожар. Эта авария унесла жизнь 8 человек, с тяжелыми травмами госпитализированы 7 человек, общее число пострадавших составило 24 человека. В тушение пожара было задействовано 15 единиц техники, пожарный состав 65 человек. По оценкам ущерб составил около миллиарда долларов.

Оценив события развития аварий, можно выделить основные причины и характер их возникновения:

1. В результате утечки через фланцевые соединения, сварные швы, сальниковые уплотнения, коррозии металла с образованием свищей, происходит загазованность взрывоопасными парами рабочих помещений и технологических площадок, установок на открытом воздухе.

2. Нарушения эксплуатации технологического оборудования, производственной безопасности, которые предусматривает регламент и инструкции использования.

3. Неисправность технологического оборудования.

4. Использование несоответствующих инструментов, дающих искру при ударах.

5. Нарушением промышленной, пожарной безопасности при реконструкции, демонтажа и ремонтных работах.

6. Неисправность автоматических средств контроля технологического процесса, электрооборудования, а также не использование средств защиты от статического электричества.

7. Грозовые разряды, взрывы, самовозгорание веществ.

8. Не соблюдение правил безопасности во время проведения огневых и газоопасных работ.

Изобретение и проектирование автоматических систем защиты от пожаров и взрывов в России имеют богатую историю, уходящую в глубь веков. Петр первый активно разрабатывал стратегию предупредительных мер предотвращению возникновения пожаров. Но к этой проблеме нужно было подходить конструктивным, научно обоснованными методами. Этим вопросом занялся профессор Петербургского технологического института Иван Алексеевич Вишнеградский, разработкой теории автоматической регуляции и системой управления по тушению пожара. В 1931 году создается пожарно-испытательная лаборатория, в которой проводят научные исследования в области организации противопожарной защиты, а в 1934 году создается Центральная научно-исследовательская пожарная лаборатория (ЦНИПЛ), которая в дальнейшем стала Всероссийским научно – исследовательским

институтом противопожарной обороны [2]. Россия всегда отличалась смелостью поиска решений, быстрой реализацией и оригинальностью идей, научно и технической мыслью. В нашей стране изобрели пенное тушение пожаров, была создана одна из лучших конструкций гидрантов и стендеров. Развития технических средств пожаротушения условно можно разделить на шесть периодов:

1. С древнейших времён и до начала 70-х годов 18 века – примитивные ручные средства сигнализации и пожаротушения.

2. С середины 70-х гг. XVII в. до середины 60-х гг. XIX в. – такие автоматизированные средства, как набатная сигнализация царя Алексея Михайловича (1668г.), водонасосная установка К.Д. Фролова (1769 г.), аналогичная установка Дж. Кэри (1806 г.), ЭПС немецкой фирмы «Сименс и Гальске» и др.

3. С середины 60-х гг. XIX в. до начала Первой мировой войны – автоматические средства обнаружения и тушения пожаров (водяные, пенные, газовые АУПТ с термоприводом, «Пожаргас» Шевгаля, первые автоматические пожарные извещатели).

4. С начала 20-х гг. XX в. до начала Второй мировой войны – совершенствование существующих и создание новых АУПТ, создание электрических пожарных извещателей различных типов.

5. 50-е гг.– конец 60-х гг. XX столетия – бурное развитие автоматизированных установок пожаротушения на основе бромэтиловых средств, огнетушащих порошков, создание новых тепловых, дымовых и световых пожарных извещателей.

6. С начала 70-х гг. и по настоящее время – миниатюризация, компьютеризация средств автоматизированной противопожарной защиты [3], совмещение автоматизированных систем управления пожаротушения и автоматизированной противопожарной защиты технологических процессов, разработка стационарных и мобильных роботов.

Пожары в XX веке стали настоящим бедствием для человечества. Эти обстоятельства побуждают специалистов неизменно искать новые, более совершенные возможности и методы борьбы с ними. Всевозможные ситуации подсказали действенное решение – оборудовать опасные объекты автоматическими системами и установками для борьбы с огнем. Среди них, водяные системы пожаротушения.

Водяные системы пожаротушения, а именно: несколько типов водооросителей, спринклеры с вогнутой и плоской розеткой, эвольвентный и диафрагменный ороситель, были созданы Е.Н.Ивановым в ЦНИПЛ, в настоящее время – Федеральное государственное учреждение Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной обороны (далее – ФГБУ ВНИИПО) МЧС России.

В дальнейшем усовершенствование элементов спринклерно–дренчерных установок, были связаны с разработкой быстродействующего запорно–сигнального клапана для дренчерных систем и новых типов водораспылителей с увеличенной площадью и равномерным орошением.

Во второй половине XX века в России было масштабное покорение в Западной Сибири, открытие крупнейших нефтяных месторождений. СССР был на первом месте в мире, по добыче полезных ископаемых, нефти и газа. И на сегодняшний день, основными объектами добычи нефти и газа являются районы Крайнего Севера, территории Ханты-Мансийского автономного округа, а также, за Северным полярным кругом [4]. Со временем были сконструированы и построены нефтегазодобывающие комплексы, заводы по переработке попутного нефтяного газа. Интенсивное развитие всей нефтегазодобывающей отрасли, и в частности, управление по переработке попутного нефтяного газа, очень остро ставит вопросы эффективности средств и систем противопожарной защиты. Нефтегазодобывающие комплексы подготовки газа представляют собой заводы, где компактно располагаются: основные технологические установки системы сбора, подготовки и транспортирования газа и конденсата, емкости ЛВЖ, ГЖ со сливо-наливными устройствами, канализационные насосные станции

производственных сточных вод, факельные устройства, установки для очистки сточных вод, включая резервуары-отстойники; установки вспомогательного технологического и другого назначения, сооружения тепло-, водо- и энергоснабжения, канализации, тушения пожара, узла связи, операторной, газосварочным и слесарным участком, котельной, аварийной электростанцией и им подобные; сооружения резервуарного хранения конденсата, сливноналивные эстакады [5].

В нашей стране и за рубежом на промышленных предприятиях широко используются автоматические устройства противопожарной для предупреждения пожарной опасности, обнаружения и ликвидации пожаров, а также для защиты людей от действия опасных факторов.

Пожарная автоматика дала возможность значительно уменьшить экономические убытки от возникающих пожаров, так как может самостоятельно срабатывать при превышении контролируемых факторов пожара – температурой, дымом и др. – установленными пороговыми значениями для защищаемой зоны. Развитие технологий позволило значительно уменьшить число опасных происшествий в нефтегазовой отрасли. Важную роль играет комплекс мероприятий, направленный на предотвращение техногенных аварий. Практика показывает, что большую часть всех аварийных ситуаций можно избежать [6].

Значительный вклад в разработку теоретических основ создания автоматизированных систем управления противопожарной защитой потенциально опасных объектов внесли российские ученые Топольский Н.Г., Фёдоров А.В., Александров В.А., Блудчий Н.П. и др.

Разработаны научно-методические основы автоматизированной информационно-управляющей системы предупреждения и ликвидации ЧС, обусловленных разливами ЛВЖ и ГЖ (концепция, правила разработки и согласования планов предупреждения и ликвидации ЧС, проекты специального технического регламента и стандарта) [7].



Сегодня обороты углеводородной отрасли стремительно растут. А значит растут и риски чрезвычайных ситуаций по всей технологической цепочке обращения углеводородов: добычи, хранения, транспортировки и переработки нефти и газа. Вследствие этого, созданию систем пожарной безопасности, которые позволят защитить жизни людей и уберечь от огня материальные ценности, в современном обществе уделено огромное внимание. Совершенствование системы нормативного регулирования в области пожарной безопасности, сопровождающее введение в действие требований Федерального закона № 123-ФЗ, поставило перед проектными организациями большое количество вопросов, широко обсуждаемых в средствах массовой информации [8]. Один из них, до настоящего времени незаслуженно не привлечший широкого общественного внимания, но имеющий все шансы кардинально повлиять на развитие систем активной противопожарной защиты, – это применение спринклеров с принудительным пуском и установок на их основе [9]. Требования к системам, призванным решать эти задачи, закреплены на законодательном уровне. А безопасность держится под жестким контролем федеральным государственным пожарным надзором, а именно деятельностью уполномоченных федеральных органов исполнительной власти, и органами местного самоуправления. Пожарная безопасность должна быть обеспечена на всех этапах жизненного цикла объекта. Одним из основных факторов, влияющих на обеспечение ПБ, является грамотное проектирование с учетом нормативных требований. Существует перечень основной составляющей нормативно-правовой базы, регламентирующей вопросы обеспечения пожарной безопасности промышленных объектов, где:

Перечень 1 – приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 апреля 2014 г. № 474 «Об утверждении Перечня документов в области стандартизации», в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями на 25 февраля 2016 г.);

Перечень 2 – приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 марта 2015 г. № 365 «Об утверждении перечня документов в области стандартизации», в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (с изменениями на 24 августа 2017 г.);

Перечень 3 – постановление Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов» и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (с изменениями и дополнениями).

Основным нормативным документом, регламентирующим вопросы обеспечения пожарной безопасности, является Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», в развитие которого разработан ряд нормативных документов в области пожарной безопасности. В соответствии со статьей 16 Федерального закона от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». Правила противопожарного режима содержат требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной безопасности.

Активно продолжается труд по подготовке документов по нормативному и правовому обеспечению осуществления их положений, в том числе по актуализации нормативно-правовой базы в области обеспечения пожарной безопасности промышленных объектов.

В частности, в 2017 г.:

- введено в действие Изменение № 1 к СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности»;

- утвержден приказом министра МЧС России от 27.12.2017 г. № 597 и введен в действие СП 326.1311500.2017 «Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности»;

- на утверждении в МЧС России находится проект Изменений № 1 к СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»;

- подготовлена актуализированная редакция СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»;

- проводится разработка изменений к СП 156.13130.2014 «Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности».

На современных производственных объектах все более широко используются технологические установки, на которых осуществляются новые технологические процессы, инновационные проектные и конструктивные постановления. Для таких объектов в случае, если требований существующих нормативных документов недостаточно, в соответствии со ст. 78 ФЗ-123, обязаны быть разработаны специальные технические условия. ФГБУ ВНИИПО МЧС России имеет большой опыт разработки СТУ для новых уникальных объектов нефтегазовой промышленности. На сегодняшний день ФГБУ ВНИИПО МЧС России активно участвует в реализации различных нефтегазовых проектов. Основными направлениями работ можно выделить следующие:

1. оценка проектных решений на соответствие требованиям нормативных правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности;

2. разработка специальных технических условий, отражающих специфику обеспечения пожарной безопасности объектов и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности;

3. разработка разделов проектной документации в части обеспечения пожарной безопасности;

4. разработка планов тушения пожаров и др. [10].

Изучив свод законов и правил по пожарной безопасности для газоперерабатывающих заводов (далее – ГПЗ), можно сделать вывод, что основными причинами пожаров могут быть: пожары в резервуарах хранения сжиженных углеводородных газов (далее – СУГ) и бензина газового стабильного (далее – СГБ), хранящегося при высоком давлении, возникающие при разгерметизации аппаратуры и резервуаров, а также в результате других аварийных ситуаций.

Потенциально высокая пожарная опасность предприятия по добыче нефти и газа усугубляется, так как регулярно происходит внедрение новых, более интенсивных технологий добычи, хранения и подготовке углеводородных ископаемых. В добавок, добыча производится в районах с суровой климатом. Данные обстоятельства диктуют создание более прогрессивных подходов к обеспечению пожарной безопасности объектов нефтегазовой отрасли. Тушение пожаров в газовом хозяйстве, отличается от тушения пожаров на других объектах. Это связано с тем, что возникает ряд трудностей и опасностей, связанных с высокой взрывоопасностью газовых смесей. В связи с этим, если возникнет необходимость тушения пожара с наличием газовых баллонов или тушение пожаров газовых фонтанов, следует иметь в наличии соответствующую технику, которая максимально обезопасит спасателей от возможного травматизма и гибели.

Главная трудность при тушении пожара на ГПЗ состоит в том, что пожар этого типа сопровождается высокой загазованностью и вероятностью повторного воспламенения уже после завершения его тушения. Ввиду изложенного, основной задачей, которую следует реализовать, является локализация очагов пожара и их полная нейтрализация.

## 2 Объект и методы исследования

Объектом исследования является пожаровзрывозащита работников и объектов производства предприятий по переработке попутного нефтяного газа, товарного парка с наливной эстакадой (ТПсНЭ).

Методы исследования:

- статистический анализ аварий, пожаров и взрывов на ТПсНЭ;
- прогнозно-ситуационные исследования на предмет возникновения пожаров и взрывов, связанных со свойствами сжиженных газов, на исследуемом объекте;
- моделирование аварийных ситуаций в ТПсНЭ в результате взрыва, пожара, связанных с опасностями применяемого оборудования и трубопроводов;
- поиск и разработка оптимальных решений по организации снижения пожаровзрывоопасности на исследуемом объекте предприятия. [11]

### 2.1 Характеристика объекта исследования

УППНГ производственный объект, предназначен для переработки попутного нефтяного газа, поступающего с нефтяных месторождений Лангепасского, Покачевского и Когалымского регионов.

В состав цеха переработки газа входят следующие технологические установки:

- компрессорные станции сырого газа;
- установка низкотемпературной абсорбции;
- установка низкотемпературной конденсации с блоком получения СГБ и пропана высокой частоты;
- пропано-холодильная установка.

Основным технологическим процессом является процесс переработки газа на установке НГА с коэффициентом извлечения целевых углеводородов C<sub>3</sub> и выше до 92%.

## 2.2 Промышленные площадки вне основной территории

### Товарный парк с наливной эстакадой (далее – ТПсНЭ)

Опасный производственный объект товарный парк с наливной эстакадой предназначен для хранения и отгрузки железнодорожным транспортом ШФЛУ и СГБ, вырабатываемых Управлением по переработке попутного нефтяного газа ТПП «Лангепаснефтегаз». ШФЛУ транспортируется с УППНГ по продуктопроводу «УППНГ – Товарный парк с наливной эстакадой». Проектная производительность Товарного парка составляет 430000 тонн в год. Для хранения ШФЛУ, поступающего с УППНГ, установлено 40 горизонтальных резервуаров, объемом 200 м<sup>3</sup> каждый на расчетное давление 1,76 МПа. Объем Товарного парка (8000м<sup>3</sup>) определен, исходя из трехсуточной производительности УППНГ. Отгрузка ШФЛУ производится на наливной эстакаде, состоящей из 15 двухсторонних стояков, на которой осуществляется одновременный налив 30 железнодорожных цистерн.

Для приема СГБ, завозимого автотранспортом, хранения, отгрузки в ж/д цистерны до 40 000 тонн в год предназначен узел отгрузки СГБ. В состав узла входит помещение пенотушения с установленной в нем емкостью для пенообразователя и 3 струйными насосами (эжекторами) для дозирования пенообразователя в пожарную воду для создания пеногасящего раствора.

В состав Товарного парка с наливной эстакадой входят следующие технологические сооружения:

- площадка резервуаров предназначена для хранения ШФЛУ, поступающей с УППНГ;
- 2 наливные эстакады из 15 стояков;

- эстакада для слива неисправных цистерн с узлом отгрузки СГБ;
- насосная ШФЛУ, предусмотрена для откачки ШФЛУ из резервуаров и подачи ее на железнодорожную эстакаду;
- площадка утилизации стоков эстакады, используется при проливах продукта на железнодорожной эстакаде;
- склад азота;
- факельное хозяйство, факельная система предназначена для сжигания аварийных сбросов продуктов от технологического оборудования парка;
- воздушная компрессорная предназначена для снабжения приборов КИП и А воздухом и управления пневмокранами;
- узел подготовки и замера газа, газ отбензиненный с УППНГ по трубопроводу поступает на узел подготовки газа, где распределяется на два потока.
- объекты противопожарного водоснабжения:
- насосная;
- резервуары противопожарного запаса воды – 3 шт.,  $V=1000 \text{ м}^3$ ;
- противопожарные резервуары  $V=200 \text{ м}^3$  – 2 шт.;
- резервуар хозяйственно-питьевого запаса воды – 1 шт.,  $V=24 \text{ м}^3$ ;
- установка водоподготовки с насосной;
- узел сепарации газа с уравнивающей линии ТПНЭ

Для хранения ШФЛУ, поступающей с УППНГ, установлено сорок горизонтальных резервуаров Е-101/1÷40, объемом  $200 \text{ м}^3$  каждый. Резервуары располагаются четырьмя группами по десять резервуаров в каждой группе общим объемом  $2000 \text{ м}^3$ .

Каждая группа резервуаров имеет запорную арматуру с дистанционным управлением для отключения от общего коллектора подачи ШФЛУ в емкости и от коллектора из емкостей на всас насосов.

Эти участки трубопроводов защищены перепускными клапанами от возможности завывшения давления за счет теплового расширения находящейся в них жидкости. Для термостатирования резервуары Е-101/1÷40 в нижней части

оборудованы нагревательными змеевиками, в которые подается горячий антифриз с температурой до плюс 90° С. На каждом обратном трубопроводе теплоносителя установлен регулятор температуры, предотвращающий падение температуры продукта в резервуаре ниже минус 5° С. Все резервуары связаны между собой и наливной эстакадой уравнительными дыхательными линиями, на которых установлены краны. Резервуары оборудованы закрытой системой дренажа воды, с установкой в днище сосуда донного незамерзающего клапана и внешним нагревательным устройством для обеспечения отвода воды при минусовых температурах воздуха. В качестве теплоносителя используется антифриз. Имеется закрытая система дренажа от резервуаров с ШФЛУ в подземную дренажную емкость объемом 12,5 м<sup>3</sup>[12].

Для аварийного отключения взрывопожароопасного блока I категории (резервуар объемом 200 м<sup>3</sup>) на междублочных трубопроводах горючих и взрывоопасных сред установлена арматура со временем срабатывания не более 12 секунд.

Для откачки ШФЛУ из резервуаров и подачи ее на железнодорожную эстакаду предусмотрена насосная. ШФЛУ из резервуаров Е-101/1÷40 поступает на прием насосов, затем по трубопроводу DN 400 мм на арматурный узел, далее – двумя потоками в коллекторы наливной эстакады. Давление до 1,65 МПа в наливных коллекторах регулируется клапанами, установленными на трубопроводах возврата ШФЛУ в резервуары Е-101/1÷40 через кран. При отключении электроэнергии, снижении давления воздуха КИПиА до 0,25 МПа происходит закрытие крана, остановка насосов.

Наливные коллекторы ШФЛУ оборудованы предохранительными клапанами для закрытого сброса газа из трубопроводов при температурном расширении продукта.

Наливная эстакада предназначена для налива в железнодорожные цистерны сжиженных углеводородных газов ШФЛУ.

Эстакада состоит из 15 двухсторонних стояков, на которой осуществляется одновременный налив 30 железнодорожных цистерн.



В состав каждого наливного устройства входят:

- трубопровод для углеводородов;
- газоуравнительная линия;
- линия сброса на факел;
- линия сброса на свечу.

Подключение всех трубопроводов наливного устройства осуществляется через запорную арматуру.

Наливная эстакада оборудована факельным коллектором, коллекторами водяного пара, инертного газа, газа уравнительной системы и двумя коллекторами для ШФЛУ, трубопроводом воздуха КИПиА, коллектором сброса газа на свечу.

На трубопроводах, по которым на эстакаду поступает широкая фракция легких углеводородов, установлены краны с дистанционным управлением из операторной и непосредственно с наливной эстакады.

Налив в железнодорожные цистерны производится через сливо-наливные устройства. Система налива автоматизирована, для чего на стояках жидкой ШФЛУ установлены отсечные клапаны и счетчики-расходомеры массовые жидкого продукта.

Эстакада предназначена для слива неисправных цистерн, проверки исправности и герметичности предохранительной, сливо-наливной и контрольной арматуры на вагон-цистернах.

Эстакада для слива неисправных цистерн оборудована факельным коллектором, трубопроводами отбензиненного газа, азота, водяного пара, трубопроводом углеводородного конденсата в парк.

Эстакада состоит из трех стояков, на которых возможен одновременный слив из трех цистерн. Для перевозки сжиженных газов применяются цистерны с верхним наливом и сливом. Цистерна представляет собой сварной цилиндрический сосуд со сферическими днищами, расположенный на четырехосной платформе.

Факельная система предназначена для сжигания аварийных сбросов продуктов от технологического оборудования парка. Учет газа, сбрасываемого на факел, осуществляется расходомером. Для сбора конденсата предусмотрены сепаратор и дренажная емкость. Факел снабжен системой дистанционного зажигания. Верхняя часть факельного ствола оборудована дежурными горелками. Для предотвращения попадания воздуха в факельную систему через верхний срез факельного ствола, последний оборудуется лабиринтным уплотнением.

Узел отгрузки стабильного газового бензина включает в себя 2 подземные емкости, представляющие собой горизонтальные цилиндрические резервуары с обогревом нижней части посредством змеевика. В качестве теплоносителя применен 60 % антифриз.

Емкость служит для: приема СГБ из автомобильных цистерн, из неисправных ж/д цистерн через нижний слив, а также для хранения стабильного газового бензина. СГБ при помощи насоса, по трубопроводу диаметром 150 мм, через отсечной кран с пневмогидроприводом, под давлением до 0,5 МПа поступает на два наливных стояка ж/д эстакады, а также по трубопроводу DN 100 мм на клапанную сборку регулятора давления, который поддерживает рабочее давление от 0,2 Мпа до 0,5 Мпа при наливе.

Для термостатирования обе емкости имеют внутренний нагревательный змеевик, в который подается горячий антифриз с температурой до плюс 90°С и давлением до 0,5 Мпа.

Конструкция данных емкостей выполнена с учетом нагрузок, которые могут возникнуть при аварийных ситуациях. Для снижения зоны действия поражающих факторов при аварийной разгерметизации, емкости закопаны в землю, и имеют бетонное ограждение по периметру, а сверху над грунтом – бетонную стяжку. По периметру площадки с подземными емкостями и на наливной эстакаде установлены 6 газоанализаторов дозрывоопасной концентрации типа СТМ-10, настроенные на выдачу сигнализации при

достижении 20 % НКПР и останавливающие работу насоса при достижении 50 % НКПР в воздухе рабочей зоны [13].

### 2.3 Свойства взрывоопасной продукции производства

Товарный парк с наливной эстакадой предназначен для хранения и отгрузки железнодорожным транспортом широких фракций легких углеводородов и стабильного газового бензина, в связи с чем является взрывоопасным и пожароопасным производством. По санитарной характеристике в соответствии со СНиП 2.09.04-87 пункт приема, хранения и отгрузки ШФЛУ относится к группам:

- парк сжиженных газов (ШФЛУ) – к группе 2 г;
- насосная – к группе 2 г;
- наливная эстакада, факельное хозяйство, узел подготовки газа, площадка утилизации стоков эстакады, эстакада для слива неисправных цистерн, узел сепарации газа с уравнивающей линией ТПСНЭ – к группе 2 г.

Технологический процесс по транспортировке ШФЛУ в ж/д цистерны осуществляется с применением объемного оборудования, работающего при давлении  $P_{\text{раб.}} = 1,6 \text{ Мпа}$ .

Применяемые на Товарном парке продукты вредны для организма, при разгерметизации оборудования и трубопроводов могут привести к тяжелому отравлению.

Применение открытого огня в местах, не предусмотренных для этой цели, нагрев до высокой температуры поверхности трубопроводов и оборудования, разряды статического электричества, удары искрящего инструмента о металл, самовозгорание замасленных обтирочных материалов, курение в неустановленном месте могут вызвать взрыв горючих смесей ШФЛУ, топливного газа, образовавшихся в результате не герметичности систем.

Большую опасность представляют колодцы, где могут образовываться взрывоопасные смеси паров и газов углеводородов с воздухом.

Наличие технического азота для продувок оборудования могут вызвать удушье от недостатка кислорода.

Применяемые сжиженные углеводородные газы в виде ШФЛУ определяются физиологическим воздействием на организм человека, а также способностью этих веществ взрываться, гореть, образовывать взрывоопасные смеси или инициировать взрывы и пожары. Физиологические воздействия на организм человека проявляются в виде острых или хронических отравлений за счет токсичности паров применяемых веществ, либо в виде травм слизистых оболочек и кожных покровов при попадании на незащищенные участки тела. Вредные вещества могут поступать в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, поврежденную и неповрежденную кожу.

Токсичность веществ и их воздействие на организм человека определяются большим числом факторов, из которых основными являются физико-химические свойства веществ, комбинированное их действие, внешние условия, концентрация и продолжительность действия [13]. В технологическом процессе при транспортировке ШФЛУ имеет место и возможность накопления опасных величин статического электричества.

Опасность накопления зарядов статического электричества заключается в том, что при энергии заряда, равной или превышающей минимальную энергию воспламенения возможных на объекте Товарный парк с наливной эстакадой парогазовоздушных смесей, может произойти воспламенение последних с последующим взрывом (или) пожаром внутри емкостного оборудования. При нарушении герметичности резервуаров и трубопроводов Товарного парка, вытекающие в атмосферу углеводороды ШФЛУ (пропан-бутан) образуют паровые облака, которые могут привести к трем типам аварий:

- полное или частичное разрушение оборудования;
- взрыв облака ТВС;
- к токсичному воздействию на людей.

Опасными веществами, обращающимися на производственном объекте, являются БГС, СУГ, топливный газ (основной компонент – метан), УВК, ШФЛУ. Краткая характеристика опасных веществ, на основе суммарного содержания которых опасный производственный объект отнесен к декларируемому, приведены в Приложение А.

Классификация производственных и вспомогательных зданий и помещений по их взрывопожарной и пожарной опасности и группам производственных процессов приведена в Приложение Б.

Взрывопожароопасные, токсические свойства сырья, полупродуктов, готовой продукции и отходов производства приведены в Приложении Г.

В соответствии с приведенной классификацией на объекте предусмотрено решение вопросов, связанных с взрывобезопасностью и огнестойкостью технологического оборудования, электрооборудования, зданий и санитарно-технических устройств [14].

#### 2.4 Существующие системы защиты

В целях безопасной эксплуатации объекта необходимо руководствоваться специальным регламентом, «Правилами безопасности для газоперерабатывающих заводов и производств», действующими нормативными документами и положениями.

В соответствии с Федеральными нормами и правилами «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (утв. Приказом Ростехнадзора от 11.03.2013г. №96) для максимального снижения относительного энергетического потенциала взрывоопасности объекта, уменьшения количества выбрасываемых в окружающую среду горючих газов и жидких веществ при разгерметизации технологических систем и, как следствие, снижения тяжести

возможных последствий взрывов и пожаров, сложные технологические потоки разделяются на технологические блоки.

Проектом предусмотрено разделение химико-технологической системы Товарного парка на отдельные блоки, при этом обеспечивается безопасное отсечение каждого блока.

Технологическая схема установки разбита на блоки, исходя из наличия отключающей арматуры (ручной арматуры, регулирующих клапанов) для возможного отключения при внезапной разгерметизации оборудования.

А также предусмотрено разделение химико-технологической системы узла отгрузки СГБ на отдельные блоки, при этом обеспечивается безопасное отсечение каждого блока Е-301, Е-302, сливноналивная эстакада [15]. На границах блоков установлена быстро действующая арматура: клапаны-отсекатели.

В противопожарных целях в Товарном парке с наливной эстакадой предусмотрено и обеспечено устройство кольцевых пожарных проездов, устройство кольцевого противопожарного водопровода, устройство насосной противопожарного водоснабжения, установка резервуаров противопожарного запаса воды.

На площадке предусмотрена и обеспечена система водяного пожаротушения.

Расход воды на пожаротушение составляет 200 л/с ,720 м<sup>3</sup>/ч.

Наружное пожаротушение зданий осуществляется из пожарных гидрантов в количестве 30 шт., которые установлены на кольцевом пожароводе Ду-300 мм.

Пожаротушение резервуаров с ШФЛУ осуществляется стационарными автоматическими установками орошения дренчерной системы, а также из лафетных стволов и пожарных гидрантов, установленных на кольцевой сети производственно-противопожарного водопровода. Управление автоматической системой водяного орошения дренчерной системы осуществляется из камер КПУ, установленных на кольцевой сети. Интенсивность орошения резервуаров с ШФЛУ принята 0,1 л/с/м<sup>2</sup> и 0,5 л/с/м<sup>2</sup> для поверхности с арматурой. При

срабатывании автоматической установки водяного орошения дренчерной системы и при падении давления в сети производственно-противопожарного водоснабжения, включаются пожарные насосы, установленные в насосной противопожарного водоснабжения. Насосы противопожарного водоснабжения, три рабочих и один резервный приняты производительностью 312 м<sup>3</sup>/час, напором 0,71 Мпа.

Пожаротушение наливной эстакады осуществляется из лафетных стволов и пожарных гидрантов, установленных на кольцевой сети производственно - противопожарного водопровода.

В дополнение к противопожарному водопроводу на площадке предусмотрена установка двух резервуаров объемом по 200 м<sup>3</sup> каждый для забора воды пожарной техникой из мокрых колодцев.

Блок-схема стационарной автоматической установки водяного орошения резервуаров Е-101/1÷40 с ШФЛУ приведена в приложении.

На ж/д эстакаде налива СГБ предусмотрена и обеспечена система пенного пожаротушения, на площадке расположения подземных емкостей предусмотрено пожаротушение из передвижных и стационарных средств пожаротушения.

Наружное пожаротушение осуществляется из пожарных гидрантов.

Пожаротушение ж/д эстакады осуществляется пятью стационарными автоматическими пеногенераторами ГПСС-600, а также из лафетных стволов и пожарных гидрантов, установленных на кольцевой сети производственно-противопожарного водопровода [16].

Управление системой пенного пожаротушения осуществляется из насосной пенного пожаротушения, открытием электроздвижки № 3-1, установленной на трубопроводе отбора воды из кольцевой сети для смешения с пенообразователем. Пожаротушение наливной эстакады осуществляется из лафетных стволов и пожарных гидрантов, установленных на кольцевой сети производственно-противопожарного водопровода.

Подача раствора пенотушащей смеси из насосной пенотушения, где установлена емкость Е-1 с пенообразователем, осуществляется по стационарному обогреваемому трубопроводу. Предусмотрена отсечная арматура и разъемы для подключения переносных пеногенераторов в районе Е-302. Забор пенообразователя из Е-1 производится струйными насосами (три эжектора) с помощью пожарной воды, подаваемой через электродвигатель № 3-1 из подземного водопровода пожаротушения.

Для своевременного обнаружения очага возникшего пожара и принятия мер по его ликвидации установлена система пожарной сигнализации.

На технологических объектах Товарного парка установлена локальная сеть пожарной сигнализации с установкой пожарных извещателей автоматического и ручного действия в контролируемых зонах. Размещение приемно-контрольных приборов локальной системы пожарной сигнализации установлены в помещениях управления товарного парка [17].

Центральная приемная станция пожарной сигнализации установлена в помещении операторной ЦПУ Товарного парка.

Приемно-контрольный прибор обеспечивает:

- индикацию номера шлейфа, в котором произошло срабатывание детектора пожара;
- индикацию возникшей неисправности в шлейфе сигнализации;
- выдачу информации по каждому шлейфу;
- формирование сигнала на пуск установок дренчерной системы пожаротушения, отключение технологического оборудования и вентиляции в месте возникновения пожара;
- выдачу нерасшифрованного сигнала о пожаре;
- формирование сигнала оповещения;

Для обнаружения пожара в контролируемых зонах установлены автоматические пожарные извещатели (далее – ПИ), реагирующие на повышение температуры, на появление дыма или пламени, и ручные ПИ, срабатывающие при нажатии на кнопку, выдергивании чеки.



Для извещения персонала об опасных и аварийных ситуациях на объекте Товарный парк с наливной эстакадой предусмотрена и установлена система оповещения с подачей звуковых и световых сигналов.

В служебных помещениях выполнена система оповещения по второму типу, на площадках наружного оборудования - система оповещения о пожаре по первому типу.

На площадках наружного оборудования установлены посты сигнализации с выдачей звукового сигнала во все зоны с постоянным или временным пребыванием людей.

Световая и звуковая сигнализация о пожаре установлена по месту, а также вынесена в помещение операторной.

Кроме того, во всех помещениях и наружных площадках парка имеются первичные средства пожаротушения с пожарными щитами укомплектованными: ящиками с песком, порошковыми огнетушителями, металлическими совковыми лопатами, ломами, баграми, топорами и асбестовыми полотнами.

Защита резервуаров для хранения ШФЛУ на площадке товарного парка от пожара осуществляется путем охлаждения стенок резервуаров водой, подаваемой через стационарные установки водяного орошения, стационарными лафетными стволами и передвижной пожарной техникой.

Защита автоцистерн и ж/д цистерн с СГБ на площадке товарного парка от пожара осуществляется путем охлаждения стенок водой, подаваемой через стационарные лафетные стволы и от передвижной пожарной техники [18].

## 2.5 Нормативно-правовые акты о мероприятиях по предотвращению образования в технологических системах взрывоопасных смесей

Существует перечень мер, согласно действующего регламента, принятых по предотвращению образования в технологических системах взрывоопасных смесей, меры по предупреждению аварийной разгерметизации технологических систем.

Для обеспечения минимального уровня взрывоопасности технологических блоков № 1-40 Товарного парка предусмотрены следующие мероприятия:

- в соответствии с Федеральными нормами и правилами «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (утв. Приказом Ростехнадзора от 11.03.2013 г. № 96) все технологические системы оснащены средствами управления и контроля за параметрами, значения которых определяют взрывоопасность процесса, с регистрацией показаний и предварительной (предупредительной) сигнализацией их значений, а также средствами автоматического регулирования и противоаварийной защиты (далее – ПАЗ) для обеспечения ПМЛЛА;

- все технологическое оборудование размещено на открытой площадке, что обеспечивает безопасные условия его работы и обслуживания;

- при проектировании товарного парка учтены и обеспечены противопожарные разрывы между блоками катере, корпусами, эстакадами;

- установка обеспечена надежной системой молниезащиты и защиты оборудования и трубопроводов от воздействия статического электричества;

- обеспечен постоянный автоматический контроль за загазованностью на территории Товарного парка;

- применено электрооборудование, средства контроля и управления во взрывозащищенном исполнении с учетом классификации объектов по пожаровзрывоопасности;

- для обеспечения взрывобезопасности объекта при перебоях в снабжении электроэнергией предусмотрено электроснабжение пункта приема, хранения и отгрузки СУГ от двух самостоятельных независимых источников, что обеспечивает нормальную остановку оборудования [18].

## 2.6 Пожаровзрывозащита на предприятиях нефтегазопереработки

Противопожарные мероприятия в обязательном порядке включаются в план гражданской защиты объекта, план действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, планы повышения устойчивости функционирования объектов экономики и жизнеобеспечения населения в военное время и в чрезвычайных ситуациях, а также в программы обучения всех групп населения в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [19].

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, организационно-техническими мероприятиями. Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а экономическими критериями эффективности материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач:

- исключать возникновение пожара;
- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность ценностей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей одновременно.

Способы и средства, исключающие выход параметров за установленные пределы.

Исключение выхода параметров за установленные пределы, надежность и безопасность технологического процесса обеспечивается системой контроля, регистрации и управления параметрами технологического режима установки с рабочих мест операторной. Информация о параметрах технологического режима, его отклонениях, аварийных ситуациях постоянно регистрируется и архивируется на верхнем уровне РСУ и ПАЗ. Контроль за объектами измерений

осуществляется смонтированными на оборудовании установки датчиками. Обработка и управление ведётся в ручном и автоматическом режиме РСУ и системы ПАЗ.

Системы автоматического управления техническим процессом и ПАЗ должны обеспечивать:

- постоянный контроль за параметрами процесса и управления режимом для поддержания их регламентированных значений;
- регистрацию срабатывания и контроль за работоспособным состоянием средств автоматизации и ПАЗ;
- постоянный анализ изменения параметров в сторону критических значений и прогнозирование возможной аварии;
- действия средств управления и ПАЗ, прекращающих развитие опасной ситуации;
- действие средств локализации аварийной ситуации, выбор и реализацию оптимальных управляющих воздействий.

Регулирующие клапаны в автоматическом режиме поддерживают значения основных технологических параметров, заданных оператором с АРМ. При срабатывании предупредительной сигнализации персонал ТПСНЭ должен оперативно обнаружить и устранить неисправность и восстановить нормальный технологический режим вручную или дистанционно. В случае достижения предельных значений параметров происходит автоматическая работа кранов, автоматическая блокировка пуска или остановка насосов. Все аппараты и сосуды, в которых может возникнуть давление, превышающее расчетное, оснащены предохранительными клапанами.

Параметры стадий процесса, управление которыми в ручном режиме запрещается, отсутствуют.

В противопожарных целях в Товарном парке с наливной эстакадой предусмотрено и обеспечено устройство кольцевых пожарных проездов, устройство кольцевого противопожарного водопровода, устройство насосной противопожарного водоснабжения, установка резервуаров противопожарного

запаса воды. Устройство сливноналивных эстакад и резервуаров для хранения и транспортировки ЛВЖ и ГЖ должно соответствовать требованиям соответствующих нормативов для этих объектов.

Порядок выполнения технологических операций по хранению и перемещению горючих жидких веществ, заполнению и опорожнению передвижных и стационарных резервуаров-хранилищ, выбор параметров процесса, определяющих взрывобезопасность этих операций (давление, скорости перемещения, предельно допустимые максимальные и минимальные уровни, способы снятия вакуума и т.п.), осуществляются с учетом физико-химических свойств горючих продуктов и регламентируются. Резервуары для хранения и сливноналивные эстакады ЛВЖ и ГЖ оборудуются средствами контроля и управления опасными параметрами процесса [20].

## 2.7 Порядок проведения анализа пожаровзрывоопасности предприятия

Одна из составляющих системы управления промышленной безопасностью газоперерабатывающего предприятия – анализ риска аварий, включающий идентификацию опасных веществ и оценку риска аварий для людей, имущества и окружающей среды. При анализе пожарной опасности производственных объектов (технологических процессов) согласно Федеральному Закону от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и ГОСТ Р 12.3.047-98 ССБТ «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» проводится:

- определение пожарной опасности использующихся в технологическом процессе веществ и материалов;
- изучение системы пожарной защиты на всех стадиях технологического процесса;
- идентификация опасностей, характерных для производственного объекта;

- определение возможности образования горючей среды внутри помещений, аппаратов, трубопроводов;
- определение возможности образования в горючей среде источников зажигания;
- определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса производственного объекта;
- определение перечня причин, возникновение которых характеризует ситуацию как пожароопасную для каждого технологического процесса производственного объекта;
- построение сценариев возникновения и развития пожаров, повлекших за собой гибель людей;
- расчет категории помещений, зданий и наружных установок по взрывоопасной и пожарной опасности;
- определение состава систем предотвращения пожара и противопожарной защиты технологических процессов;
- разработка мероприятий по повышению пожарной безопасности технологических процессов и отдельных его участков, определение комплекса мер, изменяющих параметры технологического процесса до уровня допустимого пожарного риска [21].

К способам снижения пожаровзрывоопасности относятся:

- соблюдение технологического регламента;
- применение конструкционных материалов повышенной прочности стойких к механическим, температурным и агрессивным химическим воздействиям;
- использование систем антикоррозионной защиты;
- защита оборудования от пожара и механического повреждения (подземное расположение, теплоизоляция, водяное орошение – использование соединений повышенной надежности;
- применение запорной арматуры с повышенным классом герметичности.

- резервирование предохранительной арматуры на оборудовании под давлением.

К техническим средствам пожарной безопасности относятся:

- средства сигнализации и оповещения о возникновении пожара:
- беспроводные дымовые, кнопочные пожарные, сирены и звуковые пожарные извещатели;
- автономные электронные системы пожарной сигнализации, имеющие в своём составе датчики, преобразователи, панели управления, в том числе компьютерные;
- электронные системы охранно-пожарной сигнализации, встроенные в интегрированную систему безопасности;
- средства связи (телефоны, радиотелефоны, рация);
- средства пожаротушения: пожарные щиты, огнетушители, пожарные краны с пожарными рукавами;
- автоматические системы противопожарной защиты.

Для устранения причин пожаров и взрывов в газопереработке проводятся технические, эксплуатационные, организационные и режимные мероприятия.

Практическое решение проблем предотвращения взрыва, предотвращения возгорания и тушения пожаров при аварийных разливах сжиженного природного газа или сжиженного углеводородного газа чрезвычайно актуально [22].

Насосное и компрессорное оборудование имеет высокую производительность. Отдельные элементы конструкции насосов обладают низким уровнем надежности, что является источником утечек горючих жидкостей и может привести к локальным взрывам и пожарам, которые при их развитии, могут быть источником цепного вовлечения в аварию оборудования с большими объемами опасных веществ.

Фундаментальной частью противопожарным, технологическим мероприятием, на газоперерабатывающем предприятии, должна быть усовершенствована автоматизированная система управления пожаротушением

(далее – АСУПТ) цеха ТПСНЭ. Решение проблемы автоматизации тушения ранней стадии пожара, дает способ аэрозольнопорошкового пожаротушения на взрывоопасных объектах при защите от объемных, быстроразвивающихся пожаров газокompрессорных и нефтенасосных станций [23].

В третьей главе ВКР будет представлен проект АСУПТ на основе аэрозольнопорошкового модуля ОПАН-100 на взрывоопасном объекте при защите от объемных, быстроразвивающихся пожаров газокompрессорных и нефтенасосных станций.



### 3 Расчеты и аналитика

#### 3.1 Определение возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий

При исследовании технологического процесса на предприятие УППНГ ТПСНЭ определен перечень основных факторов и возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварий на объекте, который представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Основные факторы и возможные причины, способствующие возникновению и развитию аварий

Факторы, способствующие возникновению и развитию аварий	Возможные причины аварий
<p>1. Наличие значительных количеств ШФЛУ, СГБ, являющимися легковоспламеняющимися жидкостями, создают опасность выброса большого количества вещества при аварийной разгерметизации блока.</p> <p>2. Большие единичные объемы резервуаров создают возможность выброса значительных количеств горючих веществ, даже при незначительных разрушениях и разгерметизации.</p> <p>3. Способность стабильного ШФЛУ, СГБ при горении прогреться в глубину, образуя все возрастающий гомотермический слой, создает дополнительную опасность вследствие вскипания и выбросов, при тушении пожаров и при воздействии очага пожара на соседний резервуар и трубопроводы.</p> <p>4. Способность ШФЛУ, СГБ при разгерметизации оборудования создавать облако паровоздушной (газовоздушной) смеси.</p>	<p>1. Разгерметизация оборудования и трубопроводов (нарушение герметичности трубопроводов, отказы арматуры и фланцевых соединений):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- механическое повреждение;</li><li>- коррозионный износ;</li><li>- остаточные напряжения в материале в сочетании с напряжениями, возникающими при монтаже и ремонте;</li><li>- гидравлические удары;</li><li>- вибрация;</li><li>- выход параметров технологического процесса за расчетные значения (давления, уровня, расхода).</li></ul> <p>2) Отказ систем контроля и систем противоаварийной защиты объекта.</p> <p>3) Ошибки персонала:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- при ведении технологического процесса;</li><li>- запаздывание/бездействие в штатных и нештатных ситуациях;</li><li>- несоблюдение требований нормативной документации</li></ul>
<p>1. Перекачивание и транспортирование ШФЛУ, СГБ под давлением создает опасность выброса определенного количества вещества при аварийной разгерметизации системы.</p> <p>2. При разгерметизации торцевых соединений создается возможность выброса продукта на открытую площадку.</p> <p>трубопроводы.</p>	

Взрывопожароопасные, токсические свойства сырья, полупродуктов, готовой продукции и отходов производства приведены в Приложение Г

Применение открытого огня в не предусмотренных местах, нагрев до высокой температуры поверхности трубопроводов и оборудования, разряды статического электричества, удары искрящего инструмента о металл, самовозгорание замасленных обтирочных материалов, курение в неустановленном месте могут вызвать взрыв горючих смесей ШФЛУ, топливного газа, образовавшихся в результате не герметичности систем [24].

### 3.2 Определение сценариев аварий с участием опасных веществ

На основе анализа причин возникновения и факторов, определяющих исходы аварий, учитывая особенности технологического процесса, свойства и распределение опасных веществ, выделены следующие типовые сценарии аварий, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Схемы развития типовых сценариев аварий

Сценарии	Схема развития сценария
С-1 Пролит, выброс опасного вещества	Частичное/полное разрушение технологического оборудования или трубопровода → истечение/выброс опасного вещества → загрязнение окружающей среды/загазованность промплощадки (помещения).
С-2 Пожар пролива	Частичное/полное разрушение технологического оборудования или трубопровода → истечение опасного вещества + возгорание → образование пожара разлива → воздействие открытого пламени и теплового излучения на персонал и соседнее оборудование → токсическое поражение персонала продуктами сгорания
С-3 Пожар-вспышка паров опасного вещества	Частичное/полное разрушение технологического оборудования или трубопровода → выброс газа и/или испарение опасного вещества с поверхности пролива → образование облака ГПВС → вспышка и сгорание смеси при наличии источника инициирования → поражение персонала высокотемпературными продуктами сгорания.
С-4 Взрыв ГПВС	Частичное/полное разрушение технологического оборудования или трубопровода → выброс газа и/или испарение опасного вещества с поверхности пролива → образование облака ГПВС → взрыв (дефлаграционное сгорание) ГПВС → возникновение зоны избыточного давления → повреждение соседнего оборудования и поражение персонала ударной волной, огнем и осколками.

Продолжение Таблицы 2 – Схемы развития типовых сценариев аварий

Сценарии	Схема развития сценария
С-5 «Огненный шар»	Частичное/полное разрушение емкостного оборудования (колонн, реакторов, теплообменников и т.д.) установки → истечение опасного вещества + возгорание → прогрев соседнего оборудования → эффект «BLEVE», образование "огненного" шара → термическое поражение людей и рядом стоящих строений → образование и распространение облака продуктов сгорания, загрязнение окружающей среды.
С-6 Взрыв в подземной емкости	Образование взрывоопасной смеси внутри технологического оборудования → воспламенение смеси при условии наличия источника инициирования → взрыв с разрушением ослабленного элемента или полным разрушением оборудования → развитие аварии (горение находящегося в оборудовании ОВ).

Оценка вероятностей реализации возможных сценариев аварий на установке осуществлялась с использованием графоаналитического метода «дерево событий» [25].

На рисунках 3-7 представлены «деревья событий» для основных сценариев аварий.

		Мгновенное воспламенение	Воспламенение с задержкой	Конечное событие	Вероятность
Разгерметизация оборудования	Да 0,15	Нет 0,85	Да 0,176	Пожар пролива	$0,15 \cdot P$
				«Пожар-вспышка» ГПВС	$0,05984 \cdot P$
	Нет 0,85	Да 0,176	Нет 0,824	Взрыв ГПВС	$0,08976 \cdot P$
				Пролив ОВ, загазованность	$0,7004 \cdot P$

Рисунок 3 – «Дерево событий» при частичной разгерметизации оборудования с ШФЛУ, СГБ

		Мгновенное воспламенение	Воспламенение с задержкой	Конечное событие	Вероятность	
Разрушение аппаратуры блока, выброс опасного вещества  P	Да	0,2		Пожар пролива	0,2 · P	
	Нет			0,8	«Пожар- вспышка» ГПВС	0,0768 · P
			Да	0,4		
			0,24		Взрыв ТВС	0,1152 · P
			Нет	0,6		
			0,76		Пролив ОВ, загазованность	0,608 · P

Рисунок 4 – «Дерево событий» при полной разгерметизации оборудования ШФЛУ, СГБ

		Мгновенное воспламенение	Воспламенение с задержкой	Конечное событие	Вероятность	
Разгерметизация аппаратуры блока, выброс газа  P	Да	0,035		Факельное горение	0,035 · P	
	Нет			0,965	«Пожар- вспышка» ГПВС	0,026 · P
			Да	0,76		
			0,036		Взрыв ТВС	0,008 · P
			Нет	0,24		
			0,964		Загазованность, токсическое поражение	0,930 · P

Рисунок 5 – «Дерево событий» при частичной разгерметизации оборудования с ГГ

Разгерметизация аппаратуры блока, выброс газа	Да 0,2	Воспламенение с задержкой	Конечное событие	Вероятность	
					Факельное горение
	Нет 0,8	Да 0,24	0,4	«Пожар-вспышка» ГПВС	0,0768 · P
				Нет 0,76	0,6
	P			Загазованность, токсическое поражение	0,608 · P

Рисунок 6 – «Дерево событий» при полной разгерметизации оборудования с ГГ

Попадание оборудования в очаг пожара	Запаздывание действий персонала	Конечное событие	Вероятность
		BLEVE с последующим горением облака по модели «огненного шара»	0,05 · P
P	0,05	Ликвидация пожара	0,95 · P
	Принятие своевременных мер по защите оборудования		

0,95

Рисунок 7 – «Дерево событий» при попадании оборудования в очаг пожара

Выбор значений частот возникновения событий, инициирующих аварии произведен на основе обобщенных данных технологического регламента и статистических данных с учетом мнения экспертов, группой специалистов Общества с ограниченной ответственностью «Системы управления производственными рисками» [29].

Учитывая, что в настоящее время отсутствует нормализованный механизм по сбору статистики отказов оборудования, при использовании

статистических данных из литературных источников следует оценивать степень их достоверности и понимать, что такие данные, как правило, дают лишь порядок величины. В данной работе при оценке риска выбраны наиболее консервативные оценки частот:

- полная / частичная разгерметизация емкостного оборудования:  $5,0 \cdot 10^{-6} / 1,0 \cdot 10^{-4}$  в год;

- полная или частичная разгерметизация аппаратов под давлением:  $3,0 \cdot 10^{-7} / 6,17 \cdot 10^{-5}$  в год;

- полная или частичная разгерметизация насосного оборудования:  $1,0 \cdot 10^{-4} / 5,62 \cdot 10^{-3}$  в год;

Наиболее вероятным сценарием развития аварии на декларируемом объекте «Площадка товарного парка с наливной эстакадой газоперерабатывающего завода ТПП «Лангепаснефтегаз»» является частичная разгерметизация насоса НЦ-101/1-5.

Частота реализации сценария  $5,62 \cdot 10^{-3}$  в год. Поражающие факторы – высокотемпературные продукты сгорания, ударная волна, экологическое загрязнение, в аварии участвует 2,15 т ШФЛУ [30].

Наиболее опасным сценарием развития аварии на декларируемом объекте «Площадка товарного парка с наливной эстакадой газоперерабатывающего завода ТПП «Лангепаснефтегаз»» с точки зрения гуманитарного и материального ущерба является взрыв облака ТВС с возникновением пожара при полной разгерметизации и мгновенном воспламенении одной из емкостей для приема, хранения и слива ШФЛУ Е-101/31-40. Частота реализации сценария  $3,24 \cdot 10^{-9}$  1/год [26]. Поражающий фактор – ударная волна, тепловое излучение, в аварии участвует 90,16 т ШФЛУ, пострадавших до 8 человек, в т. ч. погибших – 3 человека, пострадавших среди третьих лиц – 1 человек [31].

### 3.3 Анализ состояния системы противоаварийной защиты объекта

Для локализации и ликвидации аварии предусмотрены:

- средства контроля параметров (давление, температура, расход, уровень);
- система автоматического регулирования и блокировки;
- звуковая, световая сигнализация (предварительная, предупредительная);
- сигнализаторы до взрывных концентраций;
- отсечение аварийного аппарата или участка запорной арматурой по месту;
- подача инертного газа (азота) в систему;
- средства связи и оповещения;
- средства индивидуальной защиты персонала, аварийный запас инструментов, материалов [32].

#### 3.4 Мероприятия по повышению пожарной безопасности технологических процессов

В соответствии с требованиями Федеральных норм и правил «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (утв. Приказом Ростехнадзора от 11.03.2013 г. № 96) п. 2.2, п. 2.4 технологические процессы организованы таким образом, что исключается возможность взрыва в системе при регламентированных значениях параметров.

Перечень регламентированных параметров – норм технологического режима приведен в техническом регламенте.

Перечень предупредительных сигнализаций значений параметров представлен в тех. регламенте «Контроль ведения технологического процесса».

Для предотвращения возникновения аварийных ситуаций и их развития предусмотрены следующие инженерные мероприятия:

- технологическая схема принята с минимально-возможным количеством ШФЛУ при обеспечении требуемого качества товарной продукции;

- во избежание образования взрывоопасных смесей с воздухом процесс герметизирован (осуществляется под избыточным давлением азотной «подушки»);

- применена надежная запорная, регулирующая и отсекающая арматура;
- предусмотрена продувка аппаратов азотом для исключения образования взрывоопасных смесей при пуске в работу или остановке оборудования;
- установлены датчики загазованности.

Электрооборудование принято во взрывозащищенном исполнении. Технологическая схема Товарного парка оснащена средствами контроля за технологическими параметрами, сигнализацией при их отклонении от заданных значений, средствами автоматического дистанционного регулирования, а также технологической блокировкой Товарного парка системой ПАЗ в обеспечении ПМЛЛА.

Расчетное давление аппаратов принято в соответствии с нормами [30]. Для уменьшения риска возникновения аварийных ситуаций на производственном объекте предусмотрены следующие мероприятия:

- оснащение объектов системой пожароохранной сигнализации с выводом звукового сигнала в операторную;
- оборудование резервуаров обвалованием, высота и размеры которого рассчитываются на гидростатическое давление жидкости, разливающейся при аварии одного резервуара;
- контролируется исправность оборудования, трубопроводов, арматуры, заземляющих устройств, контрольно-измерительных приборов, световой и звуковой сигнализации, блокировок, вентиляции, канализации, средств индивидуальной защиты и пожаротушения;
- технологическое оборудование и трубопроводы размещается таким образом, чтобы обеспечивать удобство и безопасность эксплуатации оборудования, трубопроводов и арматуры, возможность проведения ремонтных работ и принятия оперативных мер по предотвращению или локализации аварий;



- защита от молний и защита от статического электричества технологического оборудования;
- соблюдение правил противопожарного режима;
- разработан план мероприятий по локализации и ликвидации аварий на объекте;
- обучение обслуживающего персонала действиям в аварийных ситуациях;
- проведение учебных тренировок по ПМЛЛА с отработкой практических действий в случае аварии;
- обеспечение пунктов управления устойчивой связью с цехом, центральной инженерно-технической службой, пожарной частью;
- недопущение на объекты посторонних лиц;
- создано и введено в состав объектового звена РСЧС ТПП «Лангепаснефтегаз» нештатное аварийно-спасательное формирование из числа работников цеховых подразделений предприятия [32].

Для откачки ШФЛУ из резервуаров и подачи ее на железнодорожную эстакаду предусмотрена насосная. В насосной установлены пять герметичных бессальниковых насосов с магнитным приводом, которые оборудуются системой автоматизации.

На всасывающих и нагнетательных трубопроводах насосов установлены запорные устройства с дистанционным управлением, кроме того, на нагнетательном трубопроводе установлен обратный клапан, предотвращающий перемещение ШФЛУ обратным ходом. Насосы НЦ-101/1÷5 автоматически отключаются при минимально допустимых давлениях 0,05 МПа.

Помещение оснащено приборами контроля концентрации горючих газов и паров в воздушной среде, вытяжной вентиляцией, средствами первичного пожаротушения, а также огнетушителями ОП-10 и ОП-50.

По итогам проведенного анализа можно сделать следующие выводы, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Итоги проведенного анализа

Параметры оценки	Оценка
Пожарная опасность используемых в технологическом процессе веществ и материалов	Определена в Декларации и соответствует ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ, статья 14, п.
Состояние системы пожарной защиты на всех стадиях технологического процесса	Соответствует, за исключением: отсутствует АУПТ в помещении насосной
Идентификация опасностей, характерных для производственного объекта	Опасности определены: пожар пролива ОВ, взрыв облака ТВС
Возможность образования горючей среды внутри помещений, аппаратов, трубопроводов	Возможность образования в помещении насосной
Возможность образования в горючей среде источников зажигания	Источники зажигания: статическое электричество, остаточное напряжение в металле, искра.
Определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса производственного объекта	Определен, представлен в таблице (Таблица 6).
Построение сценариев возникновения и развития пожаров, повлекших за собой гибель людей	Осуществлены с использованием графоаналитического метода «дерево событий».
Расчет категории помещений, зданий и наружных установок по взрывоопасной и пожарной опасности	Рассчитан, представлена в Приложение В, (Таблица 2)
Системы предотвращения пожара и противопожарной защиты технологических процессов	Существует система ПАЗ
Мероприятия по повышению пожарной безопасности технологических процессов и отдельных его участков, определение комплекса мер, изменяющих параметры технологического процесса до уровня допустимого пожарного риска	Разработаны не в полной мере, необходимо провести техническое перевооружение в помещении насосной

### 3.5 Рекомендации по пожарной безопасности

Согласно проведенному анализу, для повышения эффективности пожаровзрывобезопасности на предприятии необходимо:

1. Разработать систему пожаровзрывозащиты для насосной.
2. Соблюдать нормы технологического режима, предусмотренных технологическим регламентом, контроль за технологическими параметрами в помещении насосной.
3. Провести обучение обслуживающего персонала безопасным методам работы и действиям в аварийной ситуации.

Для выполнения поставленных задач необходимо проектирование и монтаж АУПТ на основе аэрозольно-порошкового модуля ОПАН-100 на взрывоопасном объекте при защите от объемных, быстроразвивающихся пожаров газокompрессорных и нефтенасосных станций.

Применение водяных и пенных систем пожаротушения ограничено по климатическим условиям и физико химическим показателям. Климат района континентальный, с низкими зимними температурами и относительно высокими летними. Абсолютный максимум температуры воздуха составляет плюс 34°C, абсолютный минимум температуры воздуха минус 55°C. Продолжительность безморозного периода 98 дней, устойчивых морозов 156 дней [33].

Пена на водной основе, поэтому такие АУПТ не устанавливаются в неотапливаемых помещениях и зданиях, так как ограничено применение при температуре ниже плюс 5 °С. По этой же причине ими нельзя тушить включенные электрические установки, электронную аппаратуру управления, контроля и газов.

Доступным и приемлемым остается порошковое пожаротушение. Модули аэрозольно-порошкового пожаротушения МПП-100 «ОПАН-100» имеют ряд серьезных преимуществ перед другими системами [34]. Это надежность, экономичность и, особенно важно в данных условиях, простота в эксплуатации.

Отличительными особенностями модуля «ОПАН-100» являются: взрывозащищенное исполнение, в т. ч. от внешнего взрыва, высокая надежность, большая дальность выброса порошка до 25 м и работоспособность в диапазоне  $t \pm 60^{\circ} \text{C}$ .

### 3.6 Усовершенствование противопожарной системы АСУ ПТ

Модуль ОПАН-100 предназначен для тушения пожаров классов А, С – горючих газов по ГОСТ 27331-87, Д1 – горючих металлов и электроустановок, находящихся под напряжением, для взрывоопасных наземных объектов.

МПП «ОПАН-100» рудничного взрывозащищенного исполнения имеют уровень взрывозащиты «повышенная надежность против взрыва» с маркировкой взрывозащиты РП Exsdl X по ГОСТ Р 51330.0-99.

МПП «ОПАН-100» (Приложение В) является основным элементом для построения автоматических установок порошкового пожаротушения в системах пожарной защиты производственных и складских помещений для локальной защиты отдельных пожароопасных технологических установок и др.

МПП «ОПАН-100» соответствуют климатическому исполнению УХЛ категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69. Главным достоинством модулей «ОПАН-100» является то, что наряду с традиционной трубной разводкой, порошок в зоны защиты можно подавать прямым распылом через направляющую трубу. Размещение модулей производится из условий максимального покрытия порошком площади зон и расположения модулей в местах, где они не мешают работе персонала по обслуживанию оборудования. Это свободные площади размерами  $0.5 \times 0.5 \times 1.3$  м у стен и несущих колонн.

Подача порошка производится прямым распылом через направляющий трубопровод. Высота трубопровода в зависимости от габаритов и размещения защищаемого оборудования или от возможных напольных зон возгорания варьируется от 2,0 до 3,0 м. Этими же факторами обусловлена конструкция направляющих трубопроводов с одним или двумя распылительными головками.

Сухой порошковый ингибитор пламени выбрасывается в виде свободно плавающего облака в очаг пожара (Приложение Г). Эффективен порошковый

ингибитор при тушении возгоревшихся жидкостей, в том числе и сжиженного газа.

В состав модуля порошкового пожаротушения МПП «Опан-100» входит:

- цилиндрический комплекс корпус с предохранительным клапаном, заполненный огнетушащим порошком и газогенерирующий элемент АОС-источник рабочего газа;

- система подача порошка через направляющий трубопровод объемным распылом;

- система электрозапуска, состоящая из электроинициатора типа УДП-2 с уплотнительным кольцом.

В дежурном режиме давление в корпусе установки равно нулю. Для приведения установки в действие необходимо подать питание на электроинициатор модуля.

Принцип действия МПП основан на псевдосжижении слоя порошка при поступлении рабочего газа в полость корпуса, с последующим выбросом огнетушащего порошка в виде газопорошковых струй в защищаемый объем.

### 3.6.1 Принцип работы системы модуля

При возникновении пожара и задействовании МПП воспламеняется элемент АОС. Выделяемая охлажденная аэрозоль поступает в придонную полость корпуса, порошок переходит в псевдоожигенное состояние, благодаря чему становится текучим. При достижении в корпусе огнетушителя давления вскрытия пневматического клапана, порошок из корпуса, через систему подачи, поступает в защищаемый объем. Устройство имеет высокую надежность и срабатывает только на открытое пламя, не реагируя на такие внешние воздействия, как удар молнии, детонационный взрыв или техногенный электромагнитный импульс (т. е. на те факторы, которые приводят к ложному срабатыванию стандартных электронных датчиков и контроллеров).

Рабочее давление в корпусе модуля составляет 8,8 кгс/см<sup>2</sup>.

В автоматическом режиме установка включается при срабатывании не менее 2-х пожарных извещателей в одном шлейфе. Под действием электрических импульсов, поступающих от прибора «С 2000-АСТП» и блоков «С 2000-КПБ» с временной задержкой, достаточной для эвакуации людей (30 сек.), в МПП срабатывают электрические активаторы, внутри корпуса происходит газовыделение, что приводит к нарастанию давления и выбросу огнетушащего порошка в зону горения [35].

При включении порошкового пожаротушения включаются световые оповещатели «Порошок! Не входи», установленные у входов в защищаемое помещение, световые извещатели со звуком «Порошок! Уходи», установленные в защищаемом помещении.

При визуальном обнаружении пожара дежурный персонал может включить установку порошкового пожаротушения дистанционно, нажав соответствующую кнопку пуска, установленную у входа в защищаемое помещение или на пульте DS3 типа «С 2000», установленном в помещении операторного зала.

При нажатии кнопки дистанционного пуска принцип срабатывания аналогичен срабатыванию модуля при автоматическом пуске.

В целях обеспечения безопасности лиц, находящихся в защищаемых помещениях, предусмотрена возможность отключения режима автоматического пуска установки при открывании дверей в данные помещения. Таким образом, автоматический режим включения установки возможен только в период отсутствия людей, работающих в защищаемом помещении.

Отключение автоматического пуска осуществляется выключателями путевыми взрывозащищенными типа ВПВ 1А 11У5, контролирующими положение дверей. При открывании дверей включается световая сигнализация об отключении автоматики у входа в защищаемое помещение, на приборах DS5 и DS7 типа «С 2000-АСТП» и на пульте DS3 типа «С 2000».

Восстановление (отключение) режима автоматического запуска системы выполняется дежурным персоналом при помощи электронных ключей Dallas

Touch Memory, входящих в комплект системы «С 2000». Ключи Dallas Touch Memory предназначены для работы с пультом типа «С 2000» и прибором типа ППКУП «С 2000-АСТП».

Восстановление автоматического режима системы производится только при закрытой двери защищаемого помещения и отсутствии в нем людей [35].

### 3.6.2. Расчет количества модулей пожаротушения

Расчет производится по методике расчета установок порошкового пожаротушения импульсных локального типа, изложенной в Приложение И СП 5.13130.2009 (НПБ 88-2001\*прил. 9).

Помещение насосной разбито на 5 блоков, каждый блок имеет площадь  $(5 \times 3) \approx 15 \text{ м}^2$ ;

Необходимое количество модулей МПП-100 «ОПАН-100» для локального пожаротушения по площади определяется согласно [35].

$$n = S_3 / S_H \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \quad (3.1)$$

где:

$S_3$  – защищаемая площадь с учетом увеличения на 10 % согласно [35];

$S_H$  – нормативная площадь защиты на один модуль  $80 \text{ м}^2$ .

Коэффициенты учитывают:

$K_1 = 1.0$  - неравномерность распыления порошка;

$K_2 = 1,1$  затененность очага загорания (при нормальной пожарной нагрузке и характеристики помещения равен 1,1);

$K_3 = 1.0$  - огнетушащая эффективность порошка;

$K_4 = 1$  - степень негерметичности помещения.

$$n = \frac{15}{80} \times 1 \times 1,1 \times 1 \times 1 = 0,2 \approx 1 \text{ шт.}$$

Помещения имеют категорию по взрывопожарной опасности А и класс зон по ПУЭ В-1а. Генераторы устанавливаются на виброзащищенных опорах,

обеспечивающих сохранение работоспособности заряда АОС в течение 10 лет в условиях воздействия вибрации при работе насосов вертикально вверх.

Для защиты необходимо по одной единице МПП-100 (ОПАН-100) возле каждого насоса. Размещение модулей производится из условий максимального покрытия порошком площади зон и расположения модулей в местах, где они не мешают работе персонала по обслуживанию оборудования. Подача порошка производится прямым распылом через направляющий трубопровод. Насадку распылитель размещаем на высоте: 3,0 м (основная площадь), 2,5 м (затененная площадь под насосом).

Высота трубопровода в зависимости от габаритов и размещения защищаемого оборудования или от возможных напольных зон возгорания варьируется от 2,0 до 3,0 м. Этими же факторами обусловлена конструкция направляющих трубопроводов с одним или двумя распылительными головками.

До стыковки трубопровода с модулем и установки насадков-распылителей подводящий и распределительный трубопроводы должны быть проверены на прочность и герметичность.

Испытательное давление на герметичность принято равным  $P_{\text{раб}}$ . ( $P_{\text{раб.}} = 1,4 \text{ МПа}$ ).

Испытательное давление на прочность принято равным  $1,25 \cdot P_{\text{раб}}$  (п.9.2.11 СП 5.13130.2009).

$$P_{\text{исп. пр.}} = 1,25 \cdot 1,4 = 1,75 \text{ МПа.}$$

Испытание на прочность проводить методом опрессовки воздухом внутренним избыточным давлением, равным  $1,5 P_{\text{исп.}}$ . Трубопровод выдерживается под давлением в течении 1 мин. После выдержки снизить давление в трубопроводе до  $P_{\text{исп.}}$ . Выдержать трубопровод под давлением в течение 1 минуты. Падение давления в трубопроводе за время выдержки более, чем на 10 % от  $P_{\text{исп.}}$ , не допускается. Исполнения системы пожаротушения по автономной схеме представлено в Приложение Д.

Соответственно на всё помещение насосной необходимо 5 модулей МПП-100 «ОПАН-100», общая схема насосной изображена на рисунке 17



Система управления состоит:

- устройство сигнально-пусковое УСП 101 (4шт.);
- блок управления (БУ) на внутренней стене блока;
- блок управления и индикации (СБИ) в помещении персонала.

Блок управления – печатная плата с реле и клеммами в корпусе IP55.

Блок управления и индикации – печатная плата со светодиодными индикаторами («Пожар», «Блокировка», «Питание», «Исправность цепей»), клеммами, переключателями, источниками питания. Плата устанавливается в стандартный корпус.

Мероприятия по охране труда и технике безопасности

Обслуживающий персонал, осуществляющий периодическое посещение данных помещений, должен быть проинструктирован об опасных факторах для человека, возникающих при подаче порошка из модулей пожаротушения МПП-100 «ОПАН-100»

- Эксплуатация модуля должна производиться с соблюдением требований безопасности главы 7.3 ПУЭ-98, а также “Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением” (ПБ 03-576-03).

- После установки на месте эксплуатации модуль должен быть заземлен в соответствии с требованиями ПУЭ-98.

- Присоединение к заземляющему устройству объекта производить проводом со стандартным наконечником с использованием крепежных элементов, предусмотренных на корпусе модуля.

- Взрывозащищенность модуля МПП-100 (ОПАН-100) обеспечивается применением запорно-пускового устройства РП Exsdl X, в конструкции которого газогенерирующий элемент заключен во взрывонепроницаемую оболочку, выдерживающую давление взрыва внутри нее и исключаящую передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду.

- Лица, допущенные к эксплуатации модуля, должны изучить конструкцию модуля, Руководства по эксплуатации, инструктивные и запрещающие надписи, нанесенные на корпусе модуля и на узле вскрытия [36].

- Установку корпуса модуля производить в местах, исключающих возможность механических повреждений и попадания на них прямых солнечных лучей.

Наибольший вклад в обеспечение промышленной безопасности вносит состояние и техническая оснащенность систем контроля, измерения, управления технологическим процессом, действенность и эффективность средств локализации и ликвидации аварий и системы противоаварийной защиты.

АУПП модульного типа, огнетушащее вещество-порошок. Порошки обладают высокой огнетушащей способностью и применяются для тушения пожаров любых классов. Порошки нетоксичны, мало агрессивны, сравнительно дешевы и удобны в обращении. Огнетушащий порошок по степени воздействия на организм относится к малоопасным веществам IV класса опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76. Раздражающее действие: на слизистую оболочку глаз – слабо выражено, на кожу – отсутствует. После пожара порошок может быть удален с помощью пылесоса или смыт водой. Выбор типа АУПП и огнетушащего вещества проведен с учетом следующих особенностей порошковой установки:

- высокая огнетушащая способность порошка;
- быстрое действие;
- экономичность, универсальность;
- возможность применения в условиях отрицательных температур;
- простота и низкая стоимость обслуживания.

#### 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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.

При оценке ущерба от аварии на опасном производственном объекте за время расследования аварии, как правило, подсчитываются те составляющие ущерба, для которых известны исходные данные. Окончательно ущерб от аварии рассчитывается после окончания сроков расследования аварии и получения всех необходимых данных. Составляющие ущерба могут быть рассчитаны независимо друг от друга.

В декларации приводятся возможные прогнозируемые ущербы. Детальная оценка ущербов проводится по факту возникновения аварии [36].

Прямые потери рассчитываются исходя из остаточной стоимости основных фондов, а также стоимости обращающихся веществ (СУГ – 26,5 тыс. руб./т, попутный нефтяной газ -5,5 тыс. руб./т, метанол, УВК – 15 тыс. руб./т, бензин, дизельное топливо – 31 тыс. руб./т).

##### 4.1 Оценка прямого ущерба

Оценка прямого ущерба представляет собой сумму ущерба, который наносится основным производственным фондам (ОПФ) и оборотным средствам (ОС) [37]:

$$U_{пр} = C_{опф} + C_{ос} \quad (4.1)$$

где:

$C_{\text{опф}}$  – ущерб основных производственных фондов руб.;

$C_{\text{ос}}$  – ущерб оборотным средствам, руб.

Ущерб оборотным средствам рассчитаем по формуле: 1 тонна готовой продукции – 78 тыс. руб, в цехе на момент аварии находилось 460 тонн готовой продукции, следовательно:

$$C_{\text{ос}} = 460 \cdot 78000 = 35880000 \text{ руб} \quad (4.2)$$

$$U_{\text{пр}} = 10838742,367 + 35880000 = 46718742,367$$

Основные фонды производственных предприятий – складывается из материальных и вещественных ценностей производственного и непромышленного назначения, необходимых для выполнения производственными предприятиями своих функций, в нашем случае это производственное, технологическое оборудование, коммунально-энергетические сети и производственное помещение, где произошел пожар.

Ущерб основных производственных фондов находим по формуле:

$$C_{\text{опф}} = C_{\text{то}} + C_{\text{кэс}} + C_3 \quad (4.3)$$

где:

$C_{\text{то}}$  – ущерб, нанесенный технологическому оборудованию руб.;

$C_{\text{кэс}}$  – ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям;

$C_3$  – ущерб, нанесенный производственному помещению;

$$C_{\text{опф}} = 10606000 + 834,867 + 231907,5 = 10838742,367$$

Ущерб, нанесенный технологическому оборудованию, находим по формуле:

$$C_{\text{то}} = \sum G_{\text{то}} \cdot C_{\text{то}} = 0,0937 \cdot 10606000 = 993782,2 \quad (4.4)$$

где:

$G_{\text{то}}$  – относительная стоимость при пожаре;

$C_{\text{то}}$  – стоимость технологического оборудования.

Определение относительной стоимости при пожарах, рассчитывается как отношение площади пожара к общей площади помещения объекта

$$G_{\text{то}} = \frac{F_n}{F_o} \quad (4.5)$$

где:

$F_n$  – площадь пожара, определяемая в соответствии с рекомендациями,  $\text{м}^2$ ;

$F_o$  – площадь объекта,  $\text{м}^2$ .

$$\text{Сто. ост} = n_{\text{то}} \cdot \text{Сто. б} = 1 - \frac{N_{\text{а.то}} \cdot T_{\text{то.ф}}}{100} \quad (4.6)$$

где:

$C_{\text{то.ост}}$  – остаточная стоимость технологического оборудования, руб.;

$n_{\text{то}}$  – количество технологического оборудования, ед.;

$C_{\text{то.б}}$  – балансовая стоимость технологического оборудования руб.;

$N_{\text{а.то}}$  – норма амортизации технологического оборудования, %;

$T_{\text{то.ф}}$  – фактический срок эксплуатации технологического оборудования, год.

$$\text{Сто. ост} = 27 \cdot 10606000 = 1 - \frac{0,125 \cdot 8}{100} = 283498380 \text{ руб}$$

$$N_{\text{а.то}} = \frac{1}{8} 100 = 12,5 \%$$

Ущерб, нанесенный производственному помещению, находится по формуле [38]:

$$C_z = \sum G_z \cdot C_{z\text{ост}} = 0,0937 \cdot 2475000 = 231907,5 \text{ руб} \quad (4.7)$$

$$C_{z.\text{ост}} = C_{z.\text{б}} \cdot \left(1 - \frac{N_{\text{а.з}} \cdot T_{z.\text{ф}}}{100}\right) \quad (4.8)$$

$$C_{z.\text{ост}} = 2500000 \cdot \left(1 - \frac{0,125 \cdot 8}{100}\right) = 2475000 \text{ руб}$$

где:

$G_z$  – относительная величина ущерба, причиненного производственному залу;

$C_{z.\text{ост}}$  – остаточная стоимость производственного помещения руб.;

$C_{з.б.}$  – балансовая стоимость производственного помещения в здании, руб.;

$H_{а.з.}$  – норма амортизации производственного помещения, %;

$$H_{а.з.} = \frac{1}{T_{з.ф.}} \cdot 100 \quad (4.9)$$

$$H_{а.з.} = \frac{1}{8} * 100 = 12,5\%$$

$$G_{з.} = \frac{Fn}{Fo}$$

$$G_{з.} = \frac{580,7}{6192} = 0,0937$$

где:

$G_{з.}$  – относительная величина ущерба, причиненного производственному залу

$Fn$  – площадь пожара

$Fo$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>.

#### 4.2 Оценка косвенного ущерба

Оценка косвенного ущерба представляет собой сумму средств необходимых для ликвидации пожара и затраты, связанные с восстановлением производственного помещения для дальнейшего его функционирования [38].

Сумму косвенного ущерба находим по формуле:

$$U_{к.} = C_{ла.} + C_{в.} \quad (4.10)$$

где:

$C_{ла.}$  – средства, необходимые для ликвидации ЧС, руб.;

$C_{в.}$  – затраты, связанные с восстановлением производства, руб.

$$U_{к.} = 1369014 + 3202800 = 4571814 \text{ руб}$$

Средства необходимые для ликвидации ЧС зависят от ее характера и масштабов, определяющих объемы спасательных и других неотложных работ. Основными видами работ, выполняемыми при ликвидации ЧС и определяющими затраты – является тушение пожара. Средства на ликвидацию аварии (пожара) определяем [38] по формуле:

$$C_{л.а} = C_{о.с} + C_m \quad (4.11)$$

где:

$C_{о.с}$  – расход на огнетушащие средства, руб.;

$C_m$  – расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники, руб

$$C_{л.а} = 1363230 + 5784 = 1369014 \text{ руб}$$

Средства затраченные на восстановление производства рассчитаем по формуле:

$$C_v = C_{в.п} + K \quad (4.12)$$

где:

$C_{в.п.}$  – затраты, связанные с восстановлением производственного помещения;

$K$  – затраты на реконструкцию более эффективного аспирационного оборудования

$$C_v = 1952800 + 1250000 = 3202800 \text{ тыс. руб}$$

4.3 Расчет параметров тушения пожара по площади порошковыми огнетушащими составами

#### 4.3.1 Расчет площади тушения пожара

$$S_T = 3,14 \frac{Rn^2}{4} \quad (4.13)$$

$$Rn = 0,5 \cdot V_{л} \cdot 10 \cdot V_{л} \cdot (T_{св} - 10)$$

где:

$V_{л}$  – линейная скорость распространения пожара, принимаем 1,5 м/мин;

$T_{св}$  – время свободного развития пожара [38]

$$S_T = 3,14 \frac{27,2^2}{4} = 580,77 \text{ м}^2$$

$$Rn = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 10 + 1(13,2 - 10) = 27,2 \text{ м}$$

#### 4.3.2 Расчет требуемого порошкового состава

Для этого необходимо провести расчет по формуле:

$$Q_{тр} = S_{пож} \cdot J_{тр} \quad (4.14)$$

где:

$S_{пож}$  – площадь пожара, 580,77 м<sup>2</sup>;

$J_{тр}$  – требуемая интенсивность подачи порошкового состава для тушения пожара – 0,2 кг/(с×м<sup>2</sup>)

$$Q_{тр} = 580,77 \cdot 0,2 = 116,154 \text{ кг/с}$$

#### 4.3.3 Расчет количества стволов

На тушение пожара прибыли пожарные автомобили АП-5000-40 (53215) ПМ 567.

Масса вывозимого огнетушащего порошка – 5000 кг.  
Производительность лафетного ствола – 40 кг/с. Производительность ручного ствола – 5 кг/с.

$$N_{ств} = Q_{тр} / q_{ств} \quad (4.15)$$

где:

$Q_{тр}$  – требуемый расход порошкового состава для тушения пожара;

$q_{ств}$  – расход порошкового состава из стволов, 5 кг/с.

$$N_{ств} = 116,154 / 5 = 24 \text{ ствола}$$



#### 4.3.4 Расчет отделений

$$N_{отд} = N_{ств} / n_{ств. отд} \quad (4.16)$$

где:

$N_{ств}$  – количество стволов для тушения пожара;

$n_{ств. отд}$  – количество стволов, которое может подать одно отделение, 6

шт.

$$N_{отд} = 24 / 6 = 4$$

#### 4.3.5 Определим общее количество порошкового состава для тушения пожара

$$W = S_{пож} \cdot q_{уд} \quad (4.17)$$

где:

$S_{пож}$  – площадь пожара, 580,77 м<sup>2</sup>;

$q_{уд}$  – удельный расход порошкового состава, кг/м<sup>2</sup>:

$$q_{уд} = j_{тр} \cdot t_p \quad (4.18)$$

где:

$J_{тр}$  – требуемая интенсивность подачи порошкового состава для тушения пожара, 0,2 кг / (с×м<sup>2</sup>);

$$t_p = 30 \text{ с}$$

$$q_{уд} = 0,2 \cdot 30 = 6 \text{ кг/м}^2$$

$$W = 580,77 \cdot 6 = 3484,62 \text{ кг/м}^2$$

#### 4.3.6 Расчет количества автомобилей

$$N_{ав} = W / Mn \quad (4.19)$$

где:

$W$  – общее количество порошкового состава для тушения пожара;

$M_{\text{п}}$  – количество порошкового состава, вывозимого одним автомобилем порошкового тушения, 5000 кг

$$N_{\text{ав}} = \frac{3484,62}{5000} = 0,069 \sim 1$$

#### 4.3.7 Время свободного развития пожара

$$T_{\text{св}} = T_{\text{дс}} + T_{\text{сб1}} + T_{\text{сл}} + T_{\text{бр1}} \quad (4.20)$$

где:

$T_{\text{дс}}$  – время сообщения диспетчеру о пожаре (для объектов, оборудованных автоматической установкой пожарной сигнализации (АУПС) принимается равным 3 мин.);

$T_{\text{сл}}$  – время, сбора личного состава, 2 мин.;

$T_{\text{сб1}}$  – время следования первого подразделения от пожарной части (ПЧ) до места вызова, берется из расписания выездов пожарных подразделений, 2,2 мин.;

$T_{\text{бр1}}$  – время, затраченное на проведение боевого развертывания (в пределах 5 минут).

$$T_{\text{св}} = 3 + 2,2 + 4 + 4 = 13,2 \text{ мин}$$

$$T_{\text{сл}} = \frac{60 * L}{V_{\text{сл}}} \quad (4.21)$$

где:

$L$  – длина пути следования подразделения от пожарного депо до места пожара, км;

$V_{\text{сл}}$  – средняя скорость движения пожарных автомобилей, 45 км/ч;

$$n = n_{\text{э}} \cdot n_{\text{пм}} \quad (4.22)$$

где:

$n$  – число пожарных, участвующих в тушении пожара, чел.;

$n_{\text{э}}$  – численность экипажа пожарной машины, чел.;

$n_{пм}$  – количество пожарных машин, необходимых для тушения пожаров, ед.

$$T_{сл} = \frac{60 \cdot 3}{45} = 4 \text{ м}$$

$$N = 3 \cdot 1 = 3 \text{ чел}$$

#### 4.3.8 Расчет топлива

$$C_T = P_T \cdot C_m \cdot L = P_T \cdot C_m (60 \cdot L / V_{сл}) \quad (4.23)$$

где:

$C_m$  – цена за литр топлива, 34,85 руб/л;

$P_m$  – расход топлива, 0,0415 л/мин;

$V_{сл.}$  – средняя скорость движения пожарных автомобилей, 45 км/ч;

$L$  – весь путь, 3000 м

$$C_T = 0,0415 \cdot 34,85 \left( 60 \cdot \frac{3000}{45} \right) = 5784 \text{ руб}$$

#### 4.3.9 Расчет затрат на восстановление:

$$C_{в.п} = C_{в/э} + C_{в/щ} + C_k + C_c \quad (4.24)$$

$$C_{в.п} = 25000 + 1200 + 1860000 = 1952800 \text{ руб}$$

где:

$C_{в/э}$  – затраты, связанные с монтажом электропроводки;

$C_{в/щ}$  – затраты, связанные с монтажом электрощитов;

$C_{с.к}$  – затраты, на кровлю и стены из профлиста

#### 4.4 Расчет затрат на конструкцию пожаровзрывозащиты

Цена ММП «ОПАН-100» – 210000 рублей, необходима установка пяти модулей, соответственно суммарная стоимость 1050 000 рублей, на монтаж – 20 % [38].

$$\sum_K = K_{\text{обор}} + K_{\text{монтаж}} \quad (4.25)$$

$$\sum_K = 1050000 + 210000 = 1250000 \text{ руб}$$

#### 4.5 Социальный ущерб

Ущерб вследствие неблагоприятной экологической обстановки в насосной можно оценить по следующей формуле [38]:

$$U_{\text{соц}} = U_v + U_{\text{бл}} + U_{\text{пенс}} \quad (4.26)$$

где:

$U_{\text{соц}}$  – ущерб цеха вследствие снижения производительности труда и дополнительных выплат пособий по временной и постоянной нетрудоспособности работников цеха в связи с их проф. заболеваниями;

$U_v$  – снижение выпуска продукции из-за временной нетрудоспособности работников;

$U_{\text{бл}}$  – выплаты по больничным листам в связи с временной нетрудоспособностью;

$U_{\text{пенс}}$  – выплаты пенсий в связи с досрочным выходом на пенсию по болезни.

В свою очередь

$$U_v = B_c \cdot \sum (t_i \cdot K_i \cdot Ч_{\text{ср. см}}) \quad (4.27)$$

где:

$B_{\text{см}}$  – средняя выручка цеха за смену на 1 работающего;

$t_i$  – средняя продолжительность болезни по  $i$ -му проф. заболеванием от общего числа работников;

$K_i$  – коэффициент, учитывающий процент заболевших  $i$ -м заболеванием от общего числа работников;  
 $Ч_{ср.сп.}$  – среднесписочная численность работников цеха.

$$У_{бл} = ЗП_{см} \cdot \sum (t_i \cdot K_i \cdot Ч_{ср.сп.}) \quad (4.28)$$

где:

$ЗП_{см}$  – средняя заработная плата одного работающего за смену.

$$У_{пенс} = Б_{мес} \cdot 12 \cdot Ч_{ср.сп.} \cdot K_i \cdot K_{пенс} \quad (4.29)$$

где:

$Б_{мес}$  – средняя пенсия в месяц одного пенсионера;

$K_{пенс}$  – коэффициент, учитывающий процент работников, выходящих досрочно на пенсию в связи с  $i$ -м проф. заболеванием от числа больных этим заболеванием [39].

Определить социальный эффект от установки системы АУПТ и на рабочем месте, в результате чего произойдет снижение профессиональных заболеваний на 1 %, при своевременном обнаружении утечек газа.

Среднесписочная численность работников цеха  $Ч_{ср.сп.} = 340$  чел.

Количество заболеваний в процентах от  $Ч_{ср.сп.}$  и длительность заболевания в календарных днях разных заболеваний равны:

- заболевания верхних дыхательных путей – 5 %, тд.п. = 7 дн.;
- заболевание легких – 3%, тл. = 21 дн.;
- заболевание органов пищеварения – 2%, то.п. = 15 дн.

Производительность труда по цеху за рабочую смену составляет:

$В_{см} = 3,5$  тыс. руб./чел. см.

среднесписочная зарплата одного работника – 25 тыс. руб./чел. мес.;

средняя пенсия – 15 тыс. руб./чел. мес.

Досрочно на пенсию по болезни уходят 1 % от числа заболеваний верхних дыхательных и легких [40].

Ущерб вследствие неблагоприятной экологической обстановки на цеху до внедрения системы пожаротушения:

$$У_{соц} = У_v + У_{бл} + У_{пенс} \quad (4.30)$$

$$У_v = В_c \cdot \sum (t_i \cdot K_i \cdot Ч_{ср.сн}) \quad (4.31)$$

где:

$n$  – количество разновидностей проф. Заболеваний;

$K_{раб}$  – коэффициент перевода календарных дней в рабочие

$$K_{раб} = 21/30 = 0,7.$$

$В_c$  – производительность труда по цеху;

$t_i$  – средняя продолжительность болезни по  $i_{му}$  проф. заболеванием от общего числа работников;

$K_i$  – коэффициент, учитывающий процент заболевших  $i$ -м заболеванием от общего числа работников;

$Ч_{ср.сн.}$  – среднесписочная численность работников цеха.

$$У_v = 3,5 \cdot 140(0,05 \cdot 7 + 0,03 \cdot 21 + 0,02 \cdot 340) \cdot 0,7 = 2668,54 \text{ тысруб в год}$$

$$У_v = ЗП_{см} \cdot \sum \left( t_i \cdot \frac{K_i}{Ч_{ср}} \cdot сн \right) \cdot K_{раб}$$

$$У_v = \frac{25}{21} \cdot 140(0,05 \cdot 7 + 0,03 \cdot 21 + 0,02 \cdot 15) \cdot 0,7 = 149,33 \text{ тыс руб в год}$$

$$У_{пенс} = 10 \cdot 12 \cdot 340 \cdot 0,01 \cdot (0,05 + 0,03) = 32,64 \text{ тыс руб в год}$$

$$У_{соц} = 2668,54 + 149,33 + 32,64 = 2850,51 \text{ тыс руб в год}$$

Ущерб после внедрения системы рукавного фильтра:

$$У' = У'_v + У'_{б.л} + У'_{пенс} \quad (4.32)$$

$$У'_v = 3,5 \cdot 340 \cdot (0,04 \cdot 7 + 0,02 \cdot 21 + 0,01 \cdot 15) \cdot 0,07 =$$

708,05 тыс руб в год

$$У'_{б.л} = \frac{5}{21} \cdot 340(0,04 \cdot 7 + 0,02 \cdot 21 + 0,01 \cdot 15) \cdot 0,7 = 48,16 \text{ тыс руб в год}$$

$$Y' = 708,05 + 48,16 = 756,21 \text{ тыс руб в год}$$

Социальный эффект от установки модуля пожаровзрывозащиты ММП «ОПАН-100» или предотвращенный социальный ущерб [38]:

$$\Delta Y = 2850,51 - 756,21 = 2094,3 \text{ тыс руб в год}$$

Или

$$\Delta Y = \Delta Y_v + \Delta Y_{б.л} + \Delta Y_{пенс} \quad (4.33)$$

$$\begin{aligned} \Delta Y &= \left(3,5 + \frac{5}{21}\right) 340 \cdot 0,7 \cdot 0,01(7 + 21 + 15) + 10 \cdot 12 \cdot 0,01340(0,05 + 0,03) \\ &= 415,19 \text{ тыс руб в год} \end{aligned}$$

Основные показатели расчетов по разделу указаны в таблице 5

Таблица 5 – Показатели расчетов по ущербу

Наименование	Стоимость/руб.
1. Полный ущерб	51 290 556 руб.
2. Оценка прямого ущерба	46 718 742 руб.
3. Ущерб основных производственных фондов	10 838 742 руб.
4. Ущерб, нанесенный технологическому оборудованию	993 782 руб.
5. Ущерб, нанесенный производственному помещению	231 907 руб.
6. Ущерб, нанесенный коммунально- энергетическим сетям	834,867 руб.
7. Оценка косвенного ущерба	4 571 814 руб.
8. Средства, необходимые для ликвидации ЧС	1369014 руб.
9. Расход на огнетушащие средства	1363230 руб.
10. Затраты на восстановление производства	3202800 руб.
11. Затраты, связанные с восстановлением производственного помещения	1952800 руб.
12. Затраты на установку ММП «ОПАН-100»	1250000 руб.
13. Ущерб вследствие неблагоприятной экологической обстановки на цеху до внедрения системы пожаровзрывозащиты	2850 руб. в год
14. Социальный эффект от установки ММП «ОПАН-100» или предотвращенный социальный ущерб:	415,19 руб. в год

Себестоимость установки модуля ММП «ОПАН-100» составила 1250000 рублей. Из анализа структуры себестоимости видно, что наибольший удельный вес составляют затраты на восстановление производства. В данном проекте рассматривалась совершенствование система пожаровзрывозащиты, расчет

социального эффекта показал, что внедрение модуля позволяет экономить ежегодно на социальный ущерб. В результате, данная система пожаровзрывозащиты уменьшает социальный ущерб на 415,19 тыс. руб., снижая возможность отравлением газовой воздушной смеси и распространением пожара в здании насосной.



## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Анализ рабочего места машиниста компрессорных установок

Предметом исследования является рабочее место машиниста компрессорных установок по обслуживанию технологического оборудования.

В обязанности машиниста компрессорных установок входит:

Осуществляет обслуживание компрессоров, аппаратов и насосов технологического процесса по подачи ШФЛУ. Обеспечение производственного процесса в соответствии с технологическим регламентом, с требованием норм технологического режима [41].

На данном рабочем месте на машиниста компрессорных установок воздействуют следующие вредные факторы:

- шум;
- микроклимат;
- освещенность;
- химический.

К опасным факторам относится:

- взрывоопасность;

### 5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды

Анализ опасных и вредных факторов, микроклимата, производственного освещения и уровня шума включает в себя

производственный контроль. Вредные факторы на рабочем месте машиниста компрессорных установок указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Вредные факторы на рабочем месте машиниста компрессорных установок

Наим. исследования	Место расположение точек замеров	Точка замеров	Результат измерения	Нормативы, СанПиН, ГОСТ, СН
Эквивалентный уровень шума	машиниста компрессорных установок	На уровне слуха,	87,6 дБ ПДУ 80 дБ	СанПиН № 2.2.4.3359-16
Микроклимат	машиниста компрессорных установок	Стоя, 1,5м (0,1м) от пола	Температура 20,0 °С Влажность 29 % Скорость движения воздуха 0,1 ПДУ 15-22 °С, Влажность ПДУ 15-75 %, скорость ПДУ не более 0,4	СанПиН № 2.2.4.3359-16
Освещенность рабочей поверхности	машиниста компрессорных установок	Рабочая поверхность	Разряд зрительных работ - VIIIб ПДУ 75 люкс Высота подвеса 2 м	СП 52.13330-2011 Свод правил. Естественное и искусств. освещение.

Согласно НПБ 105-03 все объекты в соответствии с характером технологического процесса по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на пять категорий. Помещение насосной является потенциально опасным, относится ко 2 категории, поскольку в ходе рабочего процесса существует риск разгерметизации фланцевых соединений с дальнейшим выбросом пожаровзрывоопасной смеси углеводородов в рабочую среду.

### 5.3 Влияние выявленных вредных и опасных производственных факторов на организм

#### 5.3.1 Производственный шум.

Производственный шум вызывает профессиональную тугоухость, а иногда и глухоту. Чаще слух изменяется под воздействием высокочастотного шума. Однако и низко- и среднечастотный шум большой интенсивности также

ведет к нарушению слуха. Механизм нарушения слуха заключается в развитии атрофических процессов в нервных окончаниях кортиева органа.

Уровень шума на рабочем месте машиниста компрессорных установок не должен превышать 80 дБА.

Источниками шума на рабочем месте являются технологическое оборудование.

Рассчитаем уровень шума на рабочем месте от всех возможных источников по формуле [41].

$$L = 10 \lg \sum_{n=1}^{i=n} \cdot 10^{0,1} L_i \quad (5.1)$$

где:

$L_i$  - уровень звукового давления  $i$ -го источника шума;

$n$  - количество источников шума.

$$L = 10 \lg \sum_{n=1}^{i=n} \cdot 10^{0,1} 8.76 \quad (5.2)$$

$$L = 87,6 \text{ дБА} \pm 0,89$$

Следовательно, фактическое значение шума превышает нормативно допустимые значения на 7,6 дБА.

Для снижения вибрации и шума, создаваемого вентиляционными установками, все вентагрегаты установлены на виброизолирующих основаниях. Сменный персонал выполняет периодические обходы ТПСНЭ с целью визуального наблюдения за состоянием оборудования и его обслуживания, проверки состояний и достоверности информации, выдаваемой приборами и датчиками нижнего уровня системы управления.

При заходе в зоны с уровнем шума выше 80 дБА, обслуживающий персонал должен иметь средства индивидуальной защиты от шума (наушники), которые сертифицированы и соответствуют ГОСТ Р 12.4.208-99, а также требованиям ТР ТС 19/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты». Наушники эффективно поглощают звуки при уровне шума до 112 дБ.

Так как насосная не основное рабочее место машиниста компрессорных установок и не требует постоянного пребывания, то для защиты органов слуха наушников достаточно.

### 5.3.2 Микроклимат.

Микроклимат – это искусственно создаваемые климатические условия в закрытых помещениях для защиты от неблагоприятных внешних воздействий и создания зоны комфорта. Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха, температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Воздействие неблагоприятного микроклимата, как охлаждающего, так и нагревающего, оказывает вредное влияние на организм, способствуя ухудшению самочувствия, понижению работоспособности и нарушению здоровья [42].

Фактические и нормативные значения измеряемых параметров на производстве в помещении насосной представлены в таблице 7

Таблица 7 – Фактические и нормативные значения измеряемых параметров

Наименование измеряемых параметров рабочей поверхности	Фактическое значение	Нормативное значение	Класс условий труда	Время пребывания %
Насосная		Кат. 2Б	2	20
Температура воздуха, °С	20	15,0-22,0	2	
Скорость движения воздуха, м/с	0,1	≤ 0,4	1	
Влажность воздуха, %	29	15-75	2	

Фактически, уровень вредного фактора соответствует гигиеническим нормативам СанПиН 2.2.4.548-96, является допустимым.

Одним из основных мероприятий по оптимизации параметров микроклимата является обеспечение надлежащего воздухообмена.

Вентиляция – это система воздухообмена для удаления производственных вредностей и создания в рабочей зоне воздушной среды,

отвечающей санитарным нормам. Она используется для борьбы с избыточным теплом, влагой, вредными газами, парами и пылью.

Кондиционирование – наиболее совершенный вид промышленной вентиляции, он предназначен для создания наиболее оптимальных метрологических условий в производственных помещениях. Кондиционирование – это автоматическая обработка воздуха с целью поддержания в производственных помещениях заранее заданных параметров микроклимата не зависимо от их изменения с наружи и технологических режимов внутри помещения. Механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление и наблюдение.

Для защиты во время работы работники пользуются выданными им средствами индивидуальной защиты, которые представлены в таблице 8. Спецодежда воздухо- и паронепроницаема, а также удовлетворяет определенным эксплуатационным требованиям: удобная, достаточно прочная, легкая и эластичная, согласно сезону.

Специфические особенности применяемой спецодежды определяются тем, что предприятие находится в суровой климатической зоне, приравненной к районам Крайнего Севера.

Таблица 8 – Обеспечение СИЗ машиниста компрессорных установок

Средства индивидуальной защиты работающих	Срок службы	Наименование и номер НТД
1. Противогаз Марки «ПДУ – 3» и «ШСС – Т»	3 года	Выписка из типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и средств индивидуальной защиты работникам ОАО «ЛУКОЙЛ» утв. Постановлением Минтруда РФ №31 от 05.03.2004 года.
2. Костюм летний М 02-01	1 год	
3. Ботинки кожаные	1 год	
4. Сапоги резиновые	1,5 года	
5.Рукавицы комбинированные	1 месяц	
6. Каска защитная	2 года	
7. Подшлемник под каску	1 год	
8. Костюм зимний М 02-02	1,5 года	
9. Валенки	1год	
10.Очки защитные	до износа	
11.Наушники противозумные	до износа	

### 5.3.3 Химически опасные факторы

К химическим опасным и вредным производственным факторам относятся химические вещества, которые по характеру воздействия на организм человека делятся на токсичные, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные и мутагенные. При эксплуатации Товарного парка происходит загрязнение атмосферного воздуха за счет организованных и неорганизованных выбросов вредных веществ в атмосферу. Фактические и нормативные значения измеряемых параметров химического вредного фактора представлены в таблице 9. Основными источниками неорганизованных выбросов являются не плотности в фланцевых соединениях, регулирующей и запорной арматуре [43].

Таблица 9 – Фактические и нормативные значения измеряемых параметров химически вредного фактора

Наименование измеряемых параметров рабочей поверхности	Фактическое значение	Нормативное значение	Класс условий труда	Время пребывания %
Углеводороды C <sub>1</sub> -C <sub>10</sub> (в пересчете на C) мг/м <sup>3</sup>	20	900/300	2	5
Азота диоксид, мг/м <sup>3</sup>	1,2	2	2	5
Масла минеральные нефтяные, мг/м <sup>3</sup>	2,5	5	2	5

Фактически, уровень вредного фактора соответствует гигиеническим нормативам ГОСТ ССБТ 12.1.005.-88, является допустимым. Для защиты органов дыхания от вредных паров и газов используются противогазы марки «ПДУ - 3» и «ШСС - Т», выдаваемые каждому работнику. Предусматривается аварийный запас шланговых противогазов. Для производства газоопасных работ выдаются шланговые и изолирующие противогазы.

### 5.3.4 Освещенность

Недостаточная освещенность вызывает усталость и заболевание глаз, а также нередко приводит к травмам. Плохое освещение производственной зоны может привести к ухудшению качества выполняемых работ, например, могут

остаться незамеченными разрывы, появившиеся потертости, утечка топлива и масел, что, в свою очередь, приводит к снижению безопасности труда.

Нормирование естественного и искусственного освещения осуществляется в соответствии со СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение [44]. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

Фактические и нормативные значения измеряемых параметров световой среды на производстве в помещении насосной представлены в таблице 10

Таблица 10 – Фактические и нормативные значения измеряемых параметров

Наименование параметров поверхности	изменяемых рабочей	Фактическое значение	Нормативное значение	Класс условий труда	Время пребывания %
Насосная			Разряд - VIIIб (СП 52.13330.2011)		20
Освещенность рабочей поверхности, лк		75	75	2	

При недостатке на рабочем месте по нормам естественное освещение, дополняют искусственным освещением – компактными люминесцентными лампами (КЛЛ) таблица 11.

Таблица 11 – Искусственное освещение

Наименование раб. зоны	Тип светильников	Тип ламп	Мощность ламп, Вт	Высота подвеса, м
Насосная	с рассеивателем	КЛЛ	65	2

Фактически, уровень вредного фактора соответствует гигиеническим нормативам СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, является допустимым.

### 5.3.5 Взрывоопасность

К опасным факторам рабочего места машиниста компрессорных установок является взрывоопасность.

Насосное оборудование имеет высокую производительность. Отдельные элементы конструкции насосов обладают низким уровнем надежности, что является источником утечек горючих жидкостей и может привести к локальным взрывам и пожарам, которые при их развитии, могут быть источником цепного вовлечения в аварию оборудования с большими объемами опасных веществ, к токсическому воздействию на людей.

С целью обнаружения предаварийных ситуаций, связанных с наличием неорганизованных утечек технологических сред из оборудования и возможностью возникновения опасности загазованности на наружной площадке, в помещении насосной применена система контроля загазованности с установкой датчиков взрывоопасных концентраций горючих газов и паров (ДВК). А также предусмотрен контроль загазованности воздушной среды по предельно-допустимой концентрации (ПДК) углеводородов.

При достижении в воздухе рабочей зоны помещения компрессорной ПДК, равной  $300 \text{ мг/м}^3$ , выполняется предупредительный сигнал и включается аварийная вентиляция.

Датчики ДВК установлены на наружной площадке – на расстоянии не более 20 м друг от друга по периметру взрывоопасной зоны, а в помещениях – в соответствии с РД БТ 39-0147171-003-88 «ТУ Нефтегаз».

При достижении в воздухе насосной 20 % НКПР включаются предупредительная сигнализация и аварийная вентиляция, если вентиляция не была включена ранее, а при 50 % НКПР – аварийный сигнал и отключается оборудование (в том числе вентиляция).

На наружной площадке – предупредительная сигнализация при 20 % НКПР и аварийная – при 50 % НКПР.

Помещение насосной оборудовано: системами связи и оповещения, соответствующими требованиям для взрывоопасных объектов. Вентиляцией,



обеспечивающей такой воздухообмен, который не допускает образование взрывоопасной смеси в помещениях с технологическим оборудованием.

Автоматическая система обнаружения пожара в насосной организована путем использования автоматических пожарных извещателей пламени ИП 330-5 «Ясень» и тепловых взрывозащищенных пожарных извещателей ИП 101-07е.

Световая и звуковая сигнализация о пожаре установлена по месту, а также вынесена в помещение операторной.

Аварийные сигналы отличаются от предупредительных по цвету и тональности.

Кроме того, во всех помещениях и наружных площадках парка имеются первичные средства пожаротушения с пожарными щитами укомплектованными: ящиками с песком, порошковыми огнетушителями ОП-50, металлическими совковыми лопатами, ломы, баграми, топорами и асбестовыми полотнами. Первичные средства пожаротушения размещены вблизи мест наиболее вероятного их применения, с обеспечением к ним постоянного свободного доступа.

#### 5.4 Охрана окружающей среды

Основной целью экологического мониторинга является получение информации о текущем состоянии основных компонентов окружающей среды на производственных объектах ТПП «Лангепаснефтегаз»: почв, поверхностных и подземных (грунтовых) вод, атмосферного воздуха. Данные экологического мониторинга необходимы для принятия решений в области обеспечения экологической безопасности нефтедобычи и разработки мер по смягчению негативных для окружающей среды последствий эксплуатации месторождения. Общая структура организации экологического мониторинга включает в себя:

- оценку текущего состояния территории;

- создание информационной основы системы мониторинга, включающей инвентаризацию существующих источников и зон антропогенного воздействия, проведение аэрокосмосъемки (АКС), разработку структуры баз данных и ГИС;

- создание системы локального мониторинга: за основными видами антропогенного воздействия (нефтяное и солевое загрязнение, подтопления, механические нарушения);

- по отдельным компонентам окружающей среды (контроль текущего состояния атмосферного воздуха, поверхностных и грунтовых вод, почвогрунтов и донных отложений).

В настоящее время на всех территориях ТПП «Лангепаснефтегаз» действует система производственного контроля за состоянием окружающей среды, в рамках которой проводится регулярный отбор и анализ проб поверхностных вод, атмосферного воздуха, почв и донных отложений в районе стационарных источников загрязнения.

План-график отбора проб на пунктах экологического мониторинга разрабатывается в составе Проектов локального экологического мониторинга, имеющих положительную экологическую экспертизу – согласование с Департаментом окружающей среды и экологической безопасности ХМАО–Югра.

В проекте системы локального мониторинга приведена периодичность и условия отбора проб атмосферного воздуха. Отбор проб и их анализ проводятся лабораторией экологии и про санитарии Центра научно-исследовательских и производственных работ в г. Лангепас.

## 5.5 Отходы производства, сточные воды и выбросы в атмосферу. Методы их утилизации

### 5.5.1 Отходы производства

Постоянные отходы производства, нормируемые на 1 т готовой продукции, на установке отсутствуют.

### 5.5.2 Сточные и химически загрязненные воды

На площадке Товарного парка имеются следующие системы канализации:

- система бытовой канализации;
- система производственно-дождевой канализации.

Бытовые стоки собираются в приемном резервуаре КНС бытовых стоков (2 шт.) и перекачиваются на очистные сооружения бытовых стоков (КОС-25).

В производственно-дождевую сеть поступают стоки, загрязненные нефтепродуктами от резервуаров СУГ, стоки после очистки и промывки оборудования, дождевые стоки с обмываемых площадок и из обвалования резервуаров СУГ, и стоки от тушения пожара [45].

Промышленно-ливневые стоки по сетям канализации поступают на канализационную насосную станцию КНС (3 шт.), откуда идут на механическую очистку. Производственно-дождевые стоки проходят очистку в резервуарах-отстойниках, с последующей доочисткой на напорных фильтрах. В качестве фильтрующей среды используется кварцевый песок, антрацит и другие зернистые загрузки.

Очищенные производственно-дождевые сточные воды после доочистки поступают в резервуар-накопитель очищенных стоков объемом 1000 м<sup>3</sup> и совместно с бытовыми очищенными стоками перекачиваются в нефтесборный коллектор КП-86 и далее по существующей схеме на ДНС-1.

### 5.5.3 Выбросы в атмосферу

При эксплуатации Товарного парка происходит загрязнение атмосферного воздуха за счет организованных и неорганизованных выбросов вредных веществ в атмосферу. Основными источниками неорганизованных выбросов являются не плотности в фланцевых соединениях, регулирующей и

запорной арматуре, а также выхлопные газы заправляющихся газобаллонных автомобилей.

Источниками неорганизованных выбросов в основном - низкие, выбросы очистке не подвергаются.

Основными загрязнителями атмосферы являются углеводороды [47].

Характеристика выбросов в атмосферу и периодичность их сброса представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Выбросы в атмосферу

Наименование выброса	Количество образования выбросов по видам, т/год	Условие (метод) ликвидации, обезвреживания, утилизации	Периодичность выбросов	Установленная норма содержания загрязнений в выбросах, мг/м <sup>3</sup>
Углеводороды C <sub>1</sub> -C <sub>5</sub>	38,468	нет	непрерывно	ОБУВ 50, ПДК р.з. 300
Углеводороды C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	3,456	нет	непрерывно	ПДК р.з. 300, ПДК м.р. 60
H <sub>2</sub> S	1,15·10 <sup>-3</sup>	нет	непрерывно	ПДК р.з. 10, ПДК м.р. 0,008
Меркаптаны	4,757·10 <sup>-3</sup>	нет	непрерывно	ПДК р.з. 0,8, ПДК м.р. 5·10 <sup>-6</sup>
Гликоли	0,958	нет	непрерывно	1,0 (ОБУВ)

## 5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Основная потенциальная опасность ТПСНЭ это пожар.

Система обеспечения пожарной безопасности проектируемого объекта в обязательном порядке содержит комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска,

установленного Федеральным законом № 123-ФЗ от 22.07.2008 г, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

Решения по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара являются элементами системы противопожарной защиты, в соответствии со статьей 52 Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», позволяющими обеспечить защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара или ограничить последствия их воздействия [46]. В проектные решения по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара, согласно части 7 ст. 6 ФЗ № 384-ФЗ, СП 1.13130.2009, СП 3.13130.2009, СП 4.13130.2013 ст. 52 ФЗ № 123-ФЗ, по данному проекту входит:

1. применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага;
2. устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
3. применение систем коллективной защиты (в том числе противодымной) и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;
4. применение основных строительных конструкций с пределами огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемым степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий и сооружений, а также с ограничением пожарной опасности поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации;
5. применение огнезащитных составов (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) и строительных материалов (облицовок) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;
6. устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;

7. устройство на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты;
8. применение первичных средств пожаротушения;
9. применение автоматических и (или) автономных установок пожаротушения;
10. организация деятельности подразделений пожарной охраны.

#### 5.7 Заключение по разделу социальная ответственность

Социальная ответственность Группы «ЛУКОЙЛ» состоит в создании достойных условий труда, обеспечении экологической безопасности, сохранении культурного наследия. Для решения этих задач в Группе «ЛУКОЙЛ» создана и успешно функционирует Система управления промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей среды, включающая обеспечение требований пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Она построена в соответствии с национальным, в том числе российским законодательством, на основе лучшей апробированной практики и сертифицирована на соответствие требованиям стандартов ISO 14001 и OHSAS 18001.

Проведен анализ рабочего места машиниста компрессорных установок по обслуживанию технологического оборудования, на наличие вредных и опасных производственных факторов, влияющие на работника [48].

Внимание необходимо уделить вредному фактору – превышение содержания уровня шума на рабочем месте машиниста компрессорных установок, уровень не должен превышать 80 дБА. По проведенным расчетам, можно сделать вывод, что годовая предельно допустимая нагрузка значения шума, фактически превышает нормативно допустимые значения на 7,6 дБА.

К опасным факторам рабочего места машиниста компрессорных установок является взрывоопасность. Помещение насосной оборудовано: системами связи и оповещения, соответствующими требованиям для

взрывоопасных объектов. Вентиляцией, обеспечивающей такой воздухообмен, который не допускает образование взрывоопасной смеси в помещениях с технологическим оборудованием.

С целью обнаружения предаварийных ситуаций, связанных с наличием неорганизованных утечек технологических сред из оборудования и возможностью возникновения опасности загазованности на наружной площадке, в помещении насосной применена система контроля загазованности с установкой датчиков взрывоопасных концентраций горючих газов и паров. А также предусмотрен контроль загазованности воздушной среды по предельно-допустимой концентрации углеводородов. Система обеспечения пожарной безопасности проектируемого объекта в обязательном порядке содержит комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного Федеральным законом № 123-ФЗ от 22.07.2008 г, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

## Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы:

- проведен аналитический обзор литературы по проблеме обеспечения пожаровзрывозащиты на газоперерабатывающих предприятиях Р.Ф. Дано полное представление об объекте исследования на основе технической документации ТПП «Лангепаснефтегаз» УППНГ;

- разработана система пожаровзрывозащиты в насосной ТПСНЭ;

- проведена оценка прямого и косвенного ущерба, проведено сравнение с оценкой на установку эффективного противопожарного оборудования, проведен анализ по вредным и опасным производственным факторам.

В результате выполнения поставленных задач, была достигнута главная цель – представлена система пожаровзрывозащиты помещения насосной. Система пожаровзрывозащиты, имеет ряд преимуществ. МПП «ОПАН-100» соответствуют климатическому исполнению УХЛ категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69. Климат района континентальный, с низкими зимними температурами и относительно высокими летними. Абсолютный максимум температуры воздуха составляет плюс 34°С, абсолютный минимум температуры воздуха минус 55°С. Продолжительность безморозного периода 98 дней, устойчивых морозов 156 дней.

Пена на водной основе, поэтому такие АУПТ не устанавливаются в неотапливаемых помещениях и зданиях, так как ограничено применение при температуре ниже плюс 5 °С. По этой же причине ими нельзя тушить включенные электрические установки, электронную аппаратуру управления, контроля и газов. Эффективен порошковый ингибитор при тушении возгоревшихся жидкостей, в том числе и сжиженного газа.

Модули аэрозольно-порошкового пожаротушения МПП-100 ОПАН-100 имеют ряд серьезных преимуществ перед другими системами [2]. Это



надежность, экономичность и, особенно важно в данных условиях, простота в эксплуатации.

Отличительными особенностями модуля ОПАН-100 являются: взрывозащищенное исполнение, в т. ч. от внешнего взрыва, высокая надежность, большая дальность выброса порошка до 25 м и работоспособность в диапазоне  $t \pm 60^{\circ} \text{C}$ . Главным достоинством модулей «ОПАН-100» является то, что наряду с традиционной трубной разводкой, порошок в зоны защиты можно подавать прямым распылом через направляющую трубу.

Наибольший вклад в обеспечение промышленной безопасности вносит состояние и техническая оснащенность систем контроля, измерения, управления технологическим процессом, действенность и эффективность средств локализации и ликвидации аварий и системы противоаварийной защиты.

## Список использованных источников

1. Технологический регламент ТПСНЭ ТПП «Лангепаснефтегаз», 2020 –150 с.
2. О.А.Зыбина История развития технических средств обнаружения пожара и оповещения: Методическое пособие/О.А.Зыбина, М.В.Васильев, и др.- СПб.: Издательство Политехн.ун-та, 2017- 51 с.
3. О.Н.Русак Противопожарная безопасность/ О.Н.Русак. – М.: Пожнаука, 2013. – 224 с.
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ.: принят Гос. Думой 4 июля 2008 г.: одобр. Советом Федерации 11 июля 2008 г. — М.: ФГУ ВНИИПО, 2008. — 157 с.
5. Смирнов С.Н. Противопожарная безопасность/С.Н.Смирнов. - М.: ДиС, 2010-144с.Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа. Рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2012. – 96 с.
6. Ильин В.В. История пожарной охраны России/В.В.Ильин, Е.А.Мешалкин – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 348 с.
7. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ.: принят Гос. Думой 4 июля 2008 г.: одобр. Советом Федерации 11 июля 2008 г. — М.: ФГУ ВНИИПО, 2008. — 157 с.
8. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические нормы и правила проектирования. — М.: ФГУ ВНИИПО,2009.-31с.
9. Смирнов С.Н. Противопожарная безопасность/С.Н.Смирнов. - М.: ДиС,2010.-144с.
10. Некрасов А.В., Каргашилов Д.В. Пожарная безопасность, проблемы и перспективы / А.В. Некрасов, Д.В. Каргашилов // Сборник статей по

материалам IV всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Москва, 2010. –с. 13ГОСТ 12.4.009-83. Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание. – М.: Издательство стандартов, 2008. – с. 18. Декларация промышленной безопасности

11. Сборник руководящих документов Государственной Противопожарной Службы, ГУГПС МВД России [Электронный ресурс] / Техэксперт: Электронный фонд правовой нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/871001118>. дата обращения 13.01.2020 г. Модули порошкового пожаротушения газо-аэрозольного наддува МПП-50, 100 (ОПАН-50, 100). Руководство по эксплуатации.

12. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон РФ от 22.01.2008 г. № 123-ФЗ [Электронный ресурс] /Техэксперт: Электронный фонд правовой нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644>. дата обращения 13.01.2020 г.

13. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» Федеральный закон РФ от 21.07.1997 № 116-ФЗ [Электронный ресурс] / Техэксперт: Электронный фонд правовой нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9046058>. дата обращения 13.01.2020 г. Постановление Госгортехнадзора РФ от 10.07.2001 №30 «Об утверждении «Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов» (вместе с «РД 03-418-01»).

14. Брушлинский, Н.Н. О рисках и управлении безопасностью систем / Н.Н. Брушлинский. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 2002. - № 4 – с. 10

15. Шилова В.Е. Система пожаротушения. / В.Е. Шилова. – М.: Издательство: Пожарная наука, 2013.- с. 167

16. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учеб. пособие / Ю.А. Кошмаров – М.: Академия ГПС МВД РФ, 2000. – с. 159.
17. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
18. ГОСТ Р 12.3.047-98. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля». 1998. – с. 30.
19. ГОСТ 5542-87. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. 1987. – с. 21.
20. Вредные вещества в промышленности. Справочник под общ. Ред. Н.В. Лазарева, Л.Химия, 1976. – с.33.
21. Пожаро- и взрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения. Справочник под ред. А.Н. Баратова и А.Я. Корольченко. М.Химия, 1990 г.– с.28.
22. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник. Под ред. А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. часть 1. М., 2004 г.– с.15.
23. Справочник нефтехимика. Под ред. Н.П. Стаскевич, Д.А. Вигдорчик. 1986 г.– с.23.
24. Неотложные состояния и экстремальная медицинская помощь. Справочник под редакцией Е.И. Чазова «Медицина» 1989 г.– с.18.
25. Моделирование опасных процессов в техносфере. П.Г. Белов. Москва: Издательство Академии гражданской защиты МЧС РФ. 1999. – с.124.
26. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» Федеральный закон РФ от 21.07.1997 № 116-ФЗ [Электронный ресурс] / Техэксперт: Электронный фонд правовой нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9046058>. дата обращения 05.02.2020 г.

27. Материалы официального сайта Ростехнадзора. ([www.gosnadzor.ru](http://www.gosnadzor.ru)).
28. Приказ Ростехнадзора от 31.03.2016 N 137 "Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей"
29. Серебренников С.Ю., Малинин В.И., Бербек А.М. Анализ особенностей горения порошков металлов в смесях с воздухом, водой и диоксидом углерода // Пожаровзрывобезопасность, № 4, 2010.
30. ГОСТ 12.0.002-2014. Система стандартов безопасности. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 2007. – с. 24.
31. Серебренников С.Ю., Прохоренко К.В. Решение проблемы защиты от объемных пожаров крупных компрессорных и насосных станций нефтегазового комплекса // Экспозиция Нефть Газ, № 1/Н (13) февраль, 2011.
32. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 326 (ред. от 13.08.2016) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012-2020 годы». [Электронный ресурс] / Техэксперт: Электронный фонд правовой нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499091755>. дата обращения 13.05.2020 г.
33. Паспорт подпрограммы 1 «Регулирование качества окружающей среды» государственной программы РФ «Охрана окружающей среды» на 2012-2020 годы [Электронный ресурс] / Техэксперт: Электронный фонд правовой нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499091755>. дата обращения 13.05.2020 г
34. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений застройки // [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://www.ntm.ru/control/37/6956>
35. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/snip/2305-95/>
36. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования // [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

[http://www.rosteplo.ru/Npb\\_files/npb\\_shablon.php?id=666](http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=666)

37. Расчеты по обеспечению комфорта и безопасности: учебное пособие. В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 155 с.

38. Проблемы определения экономического ущерба от пожара // Научное сообщество студентов XXI столетия [Электронный ресурс] / КиберЛенинка: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskiy-uscherb-otvzryvov-i-sredstva-ego-predotvrascheniya>.

39. Солонский И.И. Правовое регулирование надзорной деятельности по обеспечению пожарной безопасности в организациях и учреждениях с массовым пребыванием людей: проблемы, уроки и выводы / И.И. Солонский. – М.: Пожарная наука. 2013. – с. 21.

40. Приказ МЧС РФ от 25.03.2009 № 182 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [Электронный ресурс] / Техэксперт: Электронный фонд правовой нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156>. дата обращения 15.05.2020 г.

41. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс] / Техэксперт: Электронный фонд правовой нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901808297>. дата обращения 15.05.2020 г.

42. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарноэпидемиологическом благополучии населения» [Электронный ресурс] / Техэксперт: Электронный фонд правовой нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901729631>. дата обращения 15.05.2020 г.

Приложение А  
(справочное)

Таблица 1 Краткая характеристика опасных веществ

Наименование опасного вещества	Степень опасности и характер воздействия веществ на организм человека и окружающую природную среду, в том числе при возникновении аварии.
БГС	<p>Является взрывопожароопасным веществом. Предел взрываемости составляет 1,1 – 8,5% об. По степени воздействия на организм человека является веществом 4-го класса опасности.</p> <p>Действует на организм наркотически. Симптомы отравления: возбуждение, сужение зрачков, частичная потеря слуха, замедление пульса, рвота, обильное слюнотечение, возможны пневмония и потеря памяти после очень тяжелых отравлений с длительным наркозом. При длительном воздействии вызывает кислородное голодание, при значительных концентрациях в воздухе приводит к смерти от удушья.</p>
метан	<p>Является взрывопожароопасным веществом. Предел взрываемости составляет 5-15 % об. По степени воздействия на организм человека является веществом 4-го класса опасности.</p> <p>Метан является фармакологически “инертным” и принадлежит к группе, получившей название “простых удушающих газов”.</p> <p>Присутствие метана в высоких концентрациях во вдыхаемом воздухе не вызывает общего отравления. Если концентрация достаточно высока, в результате разовьется гипоксия или асфиксия.</p> <p>Из-за своей низкой плотности метан может накапливаться в плохо проветриваемых помещениях, создавая удушливую атмосферу.</p> <p>Относится к парниковым газам.</p>
УВК	<p>Является взрывопожароопасным веществом. Предел взрываемости составляет 0,76-5,03% об. По степени воздействия на организм человека является веществом 4-го класса опасности.</p> <p>При вдыхании воздуха в смеси с углеводородами выше ПДК человек получает острое отравление. Признаками являются: повышенная возбудимость, тошнота, головокружение.</p> <p>При непосредственном попадании человека в зону горения возможно получение ожогов, вплоть до смертельного исхода.</p>
ШФЛУ	<p>Является взрывопожароопасным веществом. Предел взрываемости составляет 1,1-8,5% об. По степени воздействия на организм человека является веществом 4-го класса опасности.</p> <p>При взаимодействии с воздухом вызывает кислородное голодание, при значительных концентрациях в воздухе приводит к смерти от удушья. Действует на организм наркотически. При попадании жидкой фазы сжиженных газов на кожу человека происходит обмороживание кожи. При попадании в глаза может произойти потеря зрения</p>

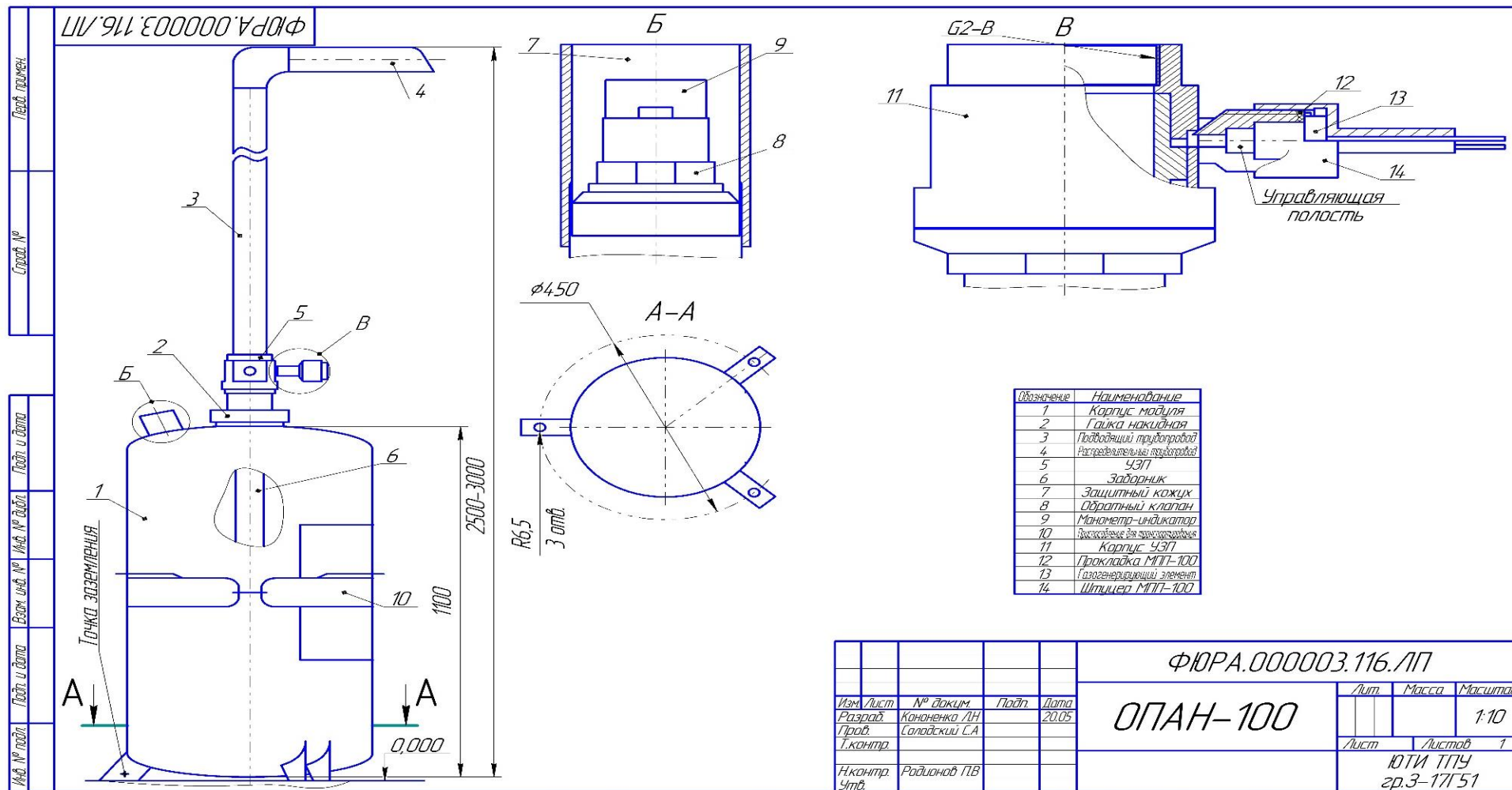
Приложение Б  
(справочное)

Таблица 2 Взрывопожарная и пожарная опасность, санитарная характеристика производственных зданий, помещений и наружных установок

№ п/п	Наименование производственных зданий, помещений, наружных установок	Категория взрывопожарной и пожарной опасности зданий и помещений	Классификация зон внутри и вне помещений для выбора и установки электрооборудования		Группа производственных процессов по санитарной характеристике
			Класс взрывоопасной зоны	Категория и группа взрывоопасных смесей	
1	Наружная площадка товарного парка	Ан	В-1г зона класса 2	ПА-Т3	2г
2	Насосная	Ан	В-1г зона класса 2	ПА-Т3	2г
3	Узел подготовки газа	Ан	В-1г зона класса 2	ПА-Т3	2г
4	Факельное хозяйство	Ан	В-1г зона класса 2	ПА-Т2	2г
5	Наливная эстакада	Ан	В-1г зона класса 2	ПА-Т3	2г
6	Площадка утилизации стоков эстакады	Ан	В-1г зона класса 2	ПА-Т3	2г
7	Эстакада для слива неисправных цистерн	Ан	В-1г зона класса 2	ПА-Т3	2г
8	Воздушная компрессорная	Д	-	-	16
9	Склад азота	Д	-	-	16
10	Помещение с емкостью пенообразователя	Д	-	-	16
11	Пожводонасосная	Д	-	-	16
12	Узел сепарации газа с уравнильной линии ТПНЭ	Ан	В-1г зона класса 2	ПА-Т3	2г



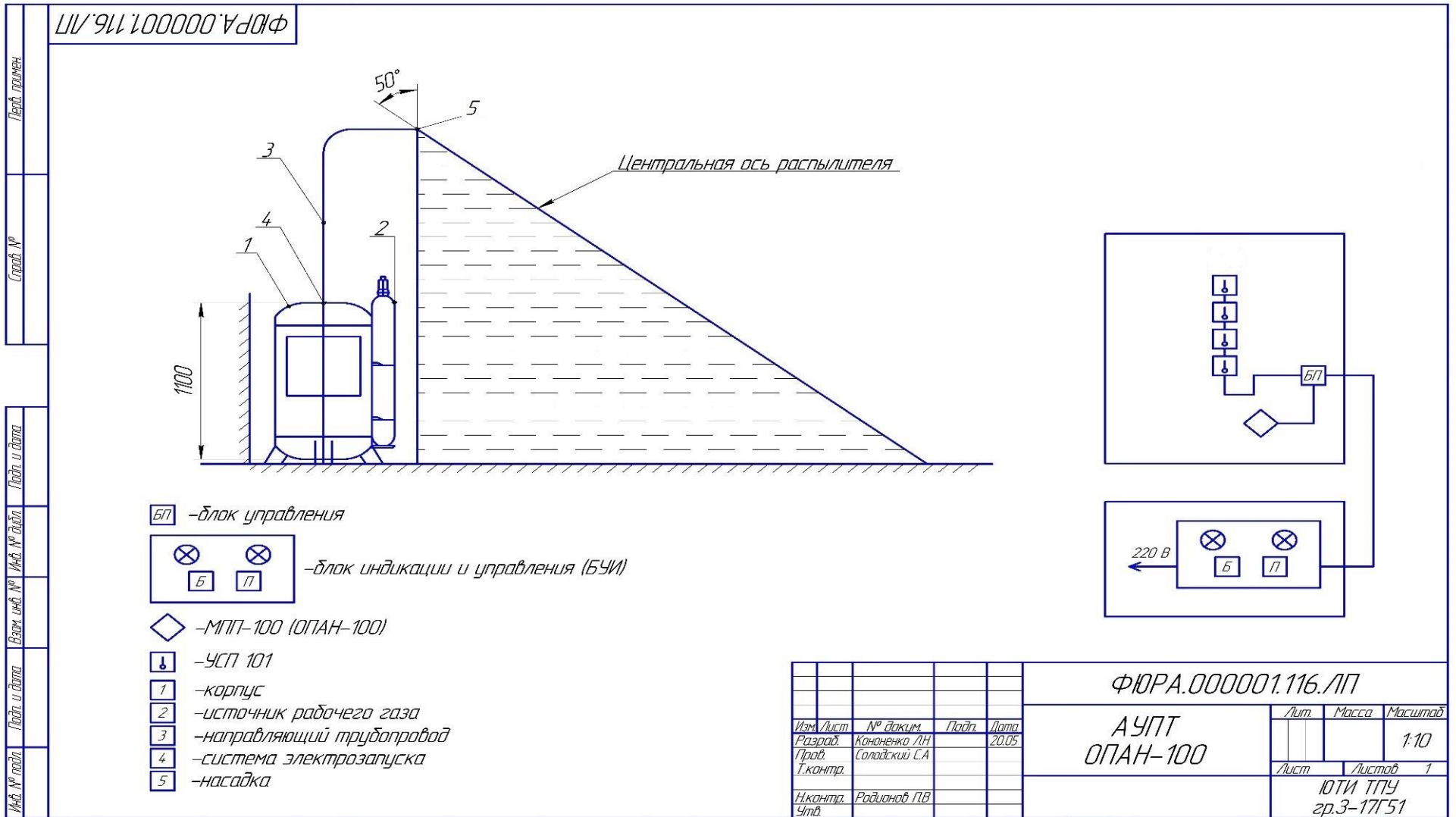
Приложение В  
(обязательное)  
МПП «ОПАН-100»



# Приложение Г

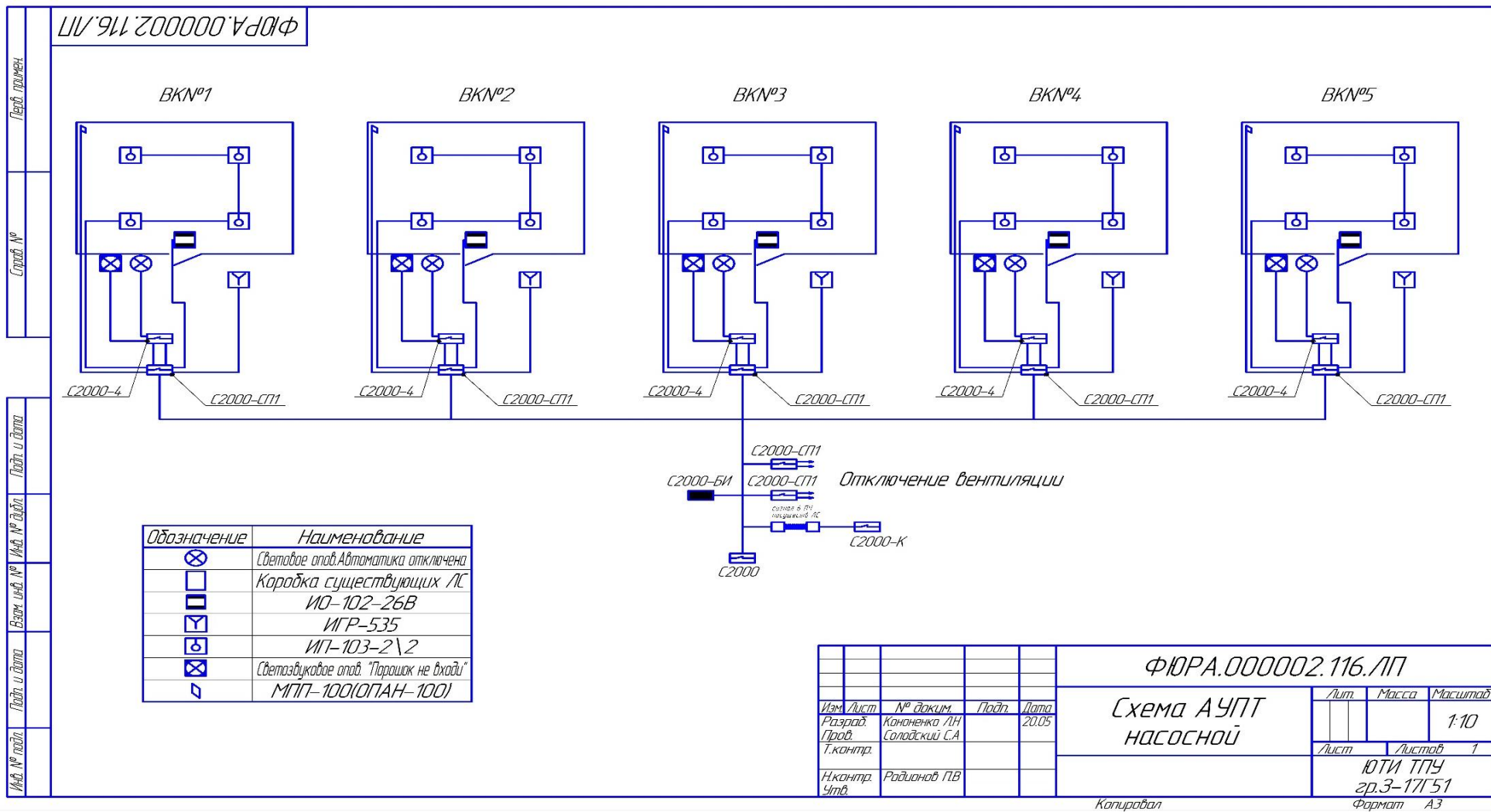
(обязательное)

## Схема работы ОПАН-100



Копировал

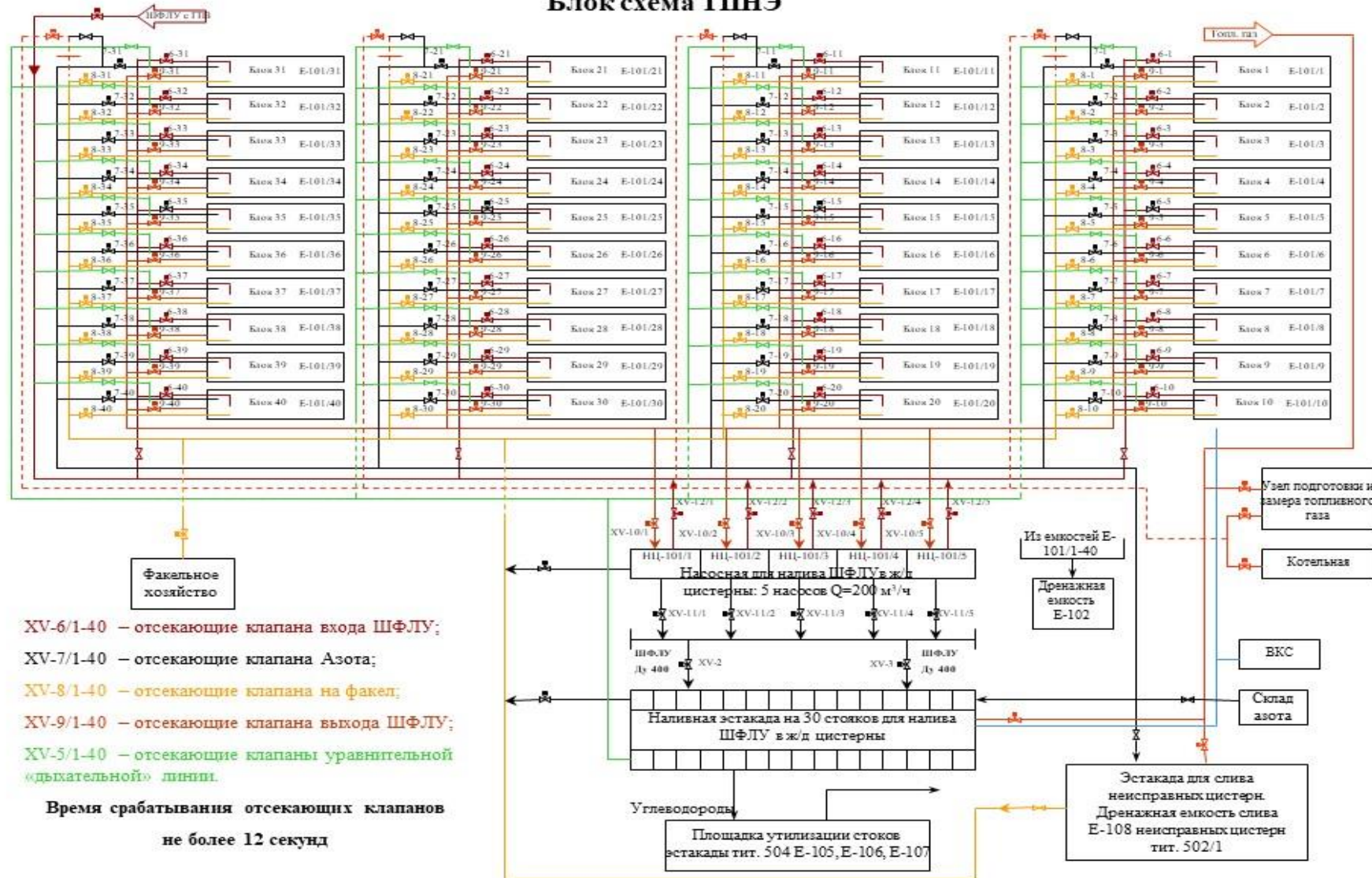
Приложение Д  
(обязательное)  
Общая схема насосной



Копирован

# Приложение Е (обязательное)

## Блок схема ТПНЭ



## Приложение Ж

(справочное)

Таблица 3 Взрывопожароопасные, токсические свойства сырья, готовой продукции и отходов производства

Наименование сырья, полупродуктов готовой продукции, отходов производства	Агрегатное состояние	Класс опасности	Температура, °С			Концентрационные пределы распространения пламени, %об.		Характеристика токсичности (воздействие на организм человека)	ПДК веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений
			вспышки	воспламенения	самовоспламенения	Ниж.предел	Верх.предел		
Метан	Газ	4	минус 187	-	537	5	15	Наркотическое действие, поражают центральную нервную систему. Признаками наркотического действия являются недомогание и головокружение, затем наступает состояние опьянения, сопровождаемое беспричинной веселостью, потерей сознания. возможны пневмония и потеря памяти. Не подвергается биотрансформации в тканях, выделяется из организма в неизменном виде.	300 мг/м <sup>3</sup>
ШФЛУ	ЛВЖ	4	минус 96	520	387	1,3	9,5	ШФЛУ, попадая на кожу, вызывает раздражение и обморожение. ШФЛУ действует на организм наркотически: недомогание и головокружение, вслед наступает состояние опьянения, далее потеря сознания	300 мг/м <sup>3</sup>
Стабильный газовый бензин (смесь предельных углеводородов C <sub>3+</sub> )	ЛВЖ	4	минус 25 до 0	-	255÷370	1,1	8,5	При попадании на кожу человека - повышение сухожильных рефлексов, гипотония, эритема, кератозы, гиперкератозы. Вдыхание паров бензина - к хроническим отравлениям крови и кроветворных органов. Пары вызывают функциональные изменения со стороны центральной нервной системы, астеновегетативный и церебро-астенический синдром	300 мг/м <sup>3</sup>