

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент бакалавриата

(наименование)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Прогнозирование возможных аварий на ОПО и пути снижения тяжести последствий пожаров и взрывов в АО «Самаранефтегаз»

Студент

А.В. Фархетдинов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Костюшин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

А. В. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

## Аннотация

Тема работы: «Прогнозирование возможных аварий на ОПО и пути снижения тяжести последствий пожаров и взрывов в АО «Самаранефтегаз»».

В разделе «Анализ пожарной опасности ОПО» представлены: характеристика объектов, входящих в ОПО; схема резервуарного парка Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз»; возможные факторы, повышающие пожарную опасность объектов Мухановское месторождение АО «Самаранефтегаз»; информация об авариях на аналогичных объектах.

В разделе «Организация взрывопожарной безопасности» представлены: меры, направленные на предотвращение разгерметизации оборудования и трубопроводов; источники противопожарного водоснабжения Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз»; система охлаждения и пожаротушения; задачи подразделения при выполнении работ по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

В разделе «Разработка рекомендаций по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО» разработаны мероприятия по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на территории резервуарного парка Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз».

В разделе «Охрана труда» представлена структура управления охраной труда в АО «Самаранефтегаз».

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» рассчитан экологический ущерб от чрезвычайной ситуации на территории резервуарного парка АО «Самаранефтегаз».

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» произведён расчёт интегрального экономического эффекта от выполнения предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО.

Работа состоит из шести глав на 60 страницах и содержит 8 таблиц и 9 рисунков.

## **Abstract**

The topic of the work is forecasting possible accidents at a hazardous production facility and ways to reduce the severity of the consequences of fires and explosions in JSC Samaraneftgaz.

Section “Fire hazard analysis of a hazardous production facility” presents characteristics of the facilities included in the hazardous production facility; the scheme of the tank farm of the Mukhanovskoye field of JSC Samaraneftgaz; possible factors that increase the fire hazard of the facilities of the Mukhanovskoye field; information about accidents at similar facilities.

Section “Organization of explosion and fire safety” presents measures aimed at preventing depressurization of equipment and pipelines; sources of fire-fighting water supply of the Mukhanovskoye field of JSC Samaraneftgaz; cooling and fire extinguishing system; tasks of the division when performing work on localization and elimination of emergency oil and oil products spills.

In section “Development of recommendations for reducing the risk of fires and explosions at a hazardous production facility”, measures have been developed to reduce the risk of fires and explosions on the territory of the Mukhanovskoye field tank farm of JSC Samaraneftgaz.

Section “Labor Protection” presents the structure of labor protection management in JSC Samaraneftgaz.

In section “Environmental protection and environmental safety”, the environmental damage from the emergency situation on the territory of the tank farm of JSC «Samaraneftgaz» is calculated.

In section “Assessment of the effectiveness of measures to ensure occupational safety”, the integral economic effect of the implementation of the proposed action plan to reduce the risk of fires and explosions at a hazardous production facility is calculated.

The work consists of six chapters on 58 pages and contains 8 tables and 9 figures.

## Содержание

Введение.....	5
Термины и определения .....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Анализ пожарной опасности ОПО .....	9
2 Организация взрывопожарной безопасности.....	20
3 Разработка рекомендаций по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО .....	30
4 Охрана труда.....	39
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	41
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	47
Заключение .....	53
Список используемых источников.....	56

## Введение

На складах, включая нефтяные терминалы или заправочные станции, хранится много легковоспламеняющихся нефтепродуктов. При загорании хранящегося топлива может произойти крупный пожар или взрыв во время очистки, антикоррозийной покраски, обслуживания резервуаров для хранения, сварки, погрузочно-разгрузочных работ и т.д.

Это может привести к серьезным пожарам и взрывам, которые приведут к большим жертвам, серьезному загрязнению окружающей среды и большим экономическим потерям. [21].

За последние несколько лет во всем мире произошла серия крупных пожаров и взрывов на нефтяных месторождениях, таких как взрыв на нефтебазе Buncefield в Лондоне (Mather et al., 2007; Devenish & Edwards, 2009), пожар на нефтехранилище Bayamon в Пуэрто-Рико (Godoy & Batista-Abreu, 2012) и авария со взрывом Indian Oil Corporation Ltd. (Sharma et al., 2013) [22].

С быстрым экономическим ростом и большим потреблением нефти в мире противопожарная и взрывозащита становится все более важной для управления безопасностью на нефтебазах в результате постоянного увеличения их общей мощности [23].

На нефтебазах часто происходили аварии с пожарами и взрывами, которые приводили к большим жертвам, серьезному загрязнению окружающей среды и большим экономическим потерям [24].

В связи с этими пожарами и взрывами, упомянутыми выше, следует предложить несколько специальных уроков, извлеченных для повышения общего уровня безопасности в нефтехранилищах. Основными аварийными веществами являются топливовоздушные смеси в соответствии со статистикой данных. Однако имеющиеся системы пожаротушения на нефтебазах основаны на противопожарной, а не на взрывозащите [25].

Цель работы – разработка мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз».

Задачи:

- исследовать характеристику объектов, входящих в ОПО;
- рассмотреть схему резервуарного парка Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз»;
- проанализировать возможные факторы, повышающие пожарную опасность объектов;
- рассмотреть информация об авариях на аналогичных объектах;
- исследовать меры, направленные на предотвращение разгерметизации оборудования и трубопроводов;
- рассмотреть источники противопожарного водоснабжения и системы охлаждения и пожаротушения объектов Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз»;
- разработать рекомендации по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО;
- проанализировать структуру управления охраной труда в АО «Самаранефтегаз»;
- произвести оценку экологического ущерба от чрезвычайной ситуации на территории резервуарного парка АО «Самаранефтегаз»;
- произвести расчёт интегрального экономического эффекта от выполнения предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО.

## Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Авария – опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде [2].

Комиссия по чрезвычайным ситуациям – функциональная структура органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации и органа местного самоуправления, а также органа управления объектом народного хозяйства, осуществляющая в пределах своей компетенции руководство соответствующей подсистемой или звеном РСЧС либо проведением всех видов работ по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций и их ликвидации (Примечание: выделяют следующие виды комиссий: территориальные, ведомственные и объектовые) [3].

Ликвидация ЧС – аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов [11].

Меры пожарной безопасности – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности [12].

Нефтепродукт – готовый продукт, полученный при переработке нефти, газоконденсатного, углеводородного и химического сырья [10].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АО – акционерное общество.

ГЖ – горючая жидкость.

КПП – контрольно-пропускной пункт.

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость.

НГСФ –

НК – нефтяная компания.

ОАО – открытое акционерное общество.

ОПО – опасный производственный объект.

ОТК – отдел технического контроля.

ОТН – отдел технического надзора.

ПДК – постоянно действующая комиссия.

ППК – прибор приемно-контрольный.

ППР – планово-предупредительный ремонт.

РВС – резервуар вертикальный стальной.

РМЦ – ремонтно-механических цехов

ТУ – технические условия.

ФНиП – федеральные нормы и правила.

ЧС(Н) – чрезвычайная ситуация.

ЭПБ – экспертиза промышленной безопасности.



## 1 Анализ пожарной опасности ОПО

АО «Самаранефтегаз» – крупнейшее нефтегазодобывающее предприятие ОАО «НК«Роснефть» на территории Самарской области [1].

В качестве опасного производственного объекта в работе исследуется Мухановское месторождение АО «Самаранефтегаз».

Типовая схема размещения объектов на нефтяных месторождениях представлена на рисунке 1.

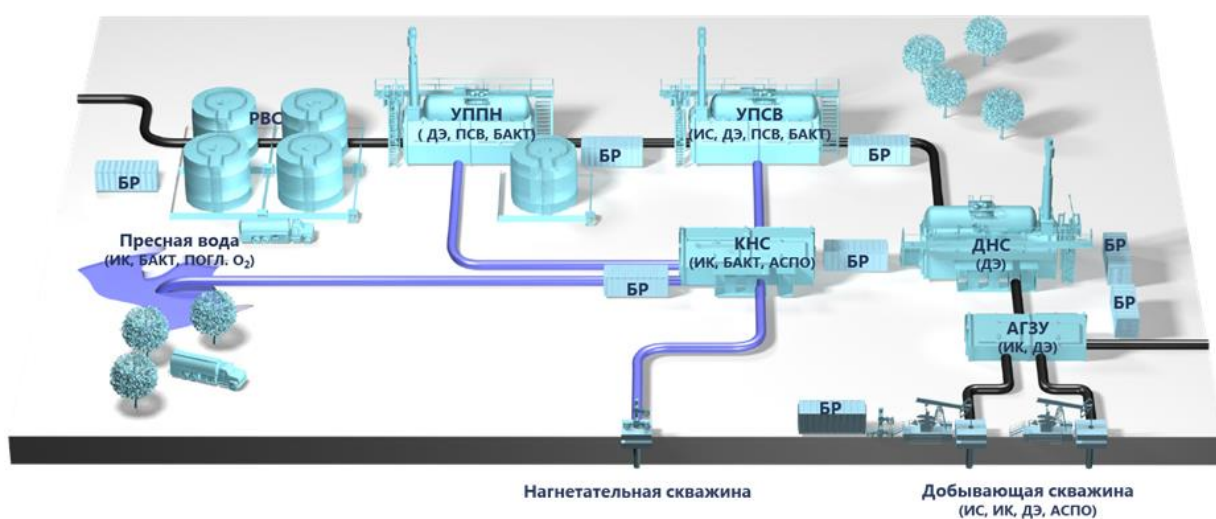


Рисунок 1 – Типовая схема размещения объектов на нефтяных месторождениях

«Мухановское месторождение расположено в Кинель-Черкасском районе Самарской области на территории г. Отрадный в 80 км от Самары. Ближайшая железнодорожная станция – Новоотрадная, в 14 км юго-западнее которой находится узловая станция Кротовка. С Мухановским месторождением соседствуют такие населенные пункты, как Тимашево, Черновка, Муханово, Кротовка, Первомайский и Новый Сарбай» [9].

Согласно классификации, предусмотренной СП 110.13330.2011 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы», Мухановское месторождение относится к I категории пожароопасности.

Основными технологическими процессами, протекающими на территории Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» являются добыча, хранение и отпуск нефтепродуктов.

По системе трубопроводов осуществляется загрузка резервуаров с нефтепродуктами непосредственно с площадки нефтеподготовки, а в случае аварии на соседнем резервуаре содержимое последнего перекачивается в исправный.

Принципиальная технологическая схема насосной представлена на рисунке 2.

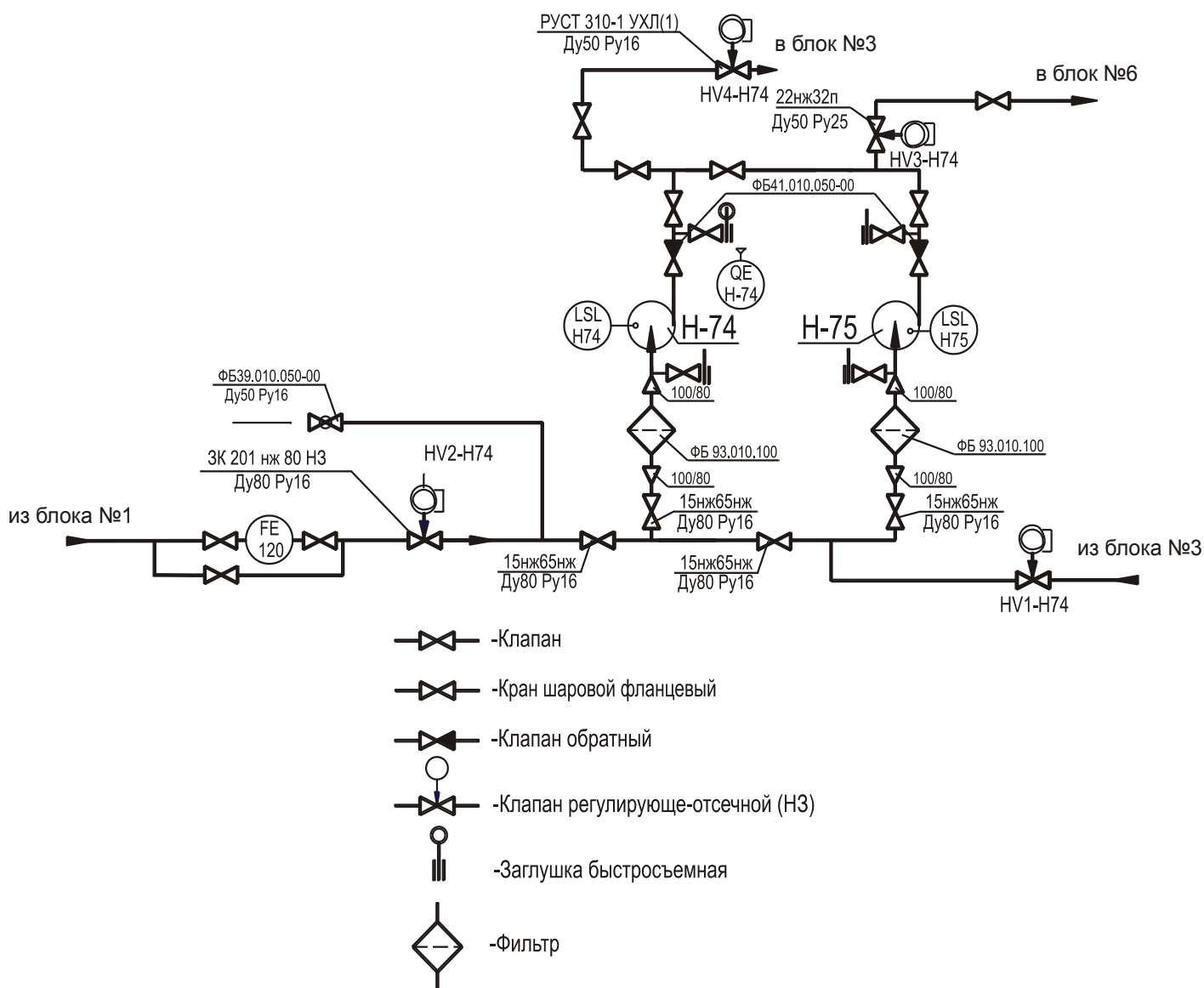


Рисунок 2 – Принципиальная технологическая схема насосной ЛВЖ, ГЖ

В здании насосной для бесперебойного ведения технологического процесса установлены насосы. Часть насосов предназначена для заполнения хранилищ, одним насосом ведется налив нефти, а оставшимися насосами нефтепродукт транспортируются на выдачу.

Местный контроль осуществляется с помощью технических манометров, термометров, счетчиков; дистанционный – с помощью датчиков электрической ветви, преобразователей, работающих с вторичными приборами, размещенными на пульте управления [18].

На объекте учтены следующие требования и приняты мероприятия:

- объект находится не в селитебной зоне, соблюдая санитарно-эпидемиологические правила и нормативы;
- согласно СанПин 2.2.1./2.1.1.1.200-03 для объектов добычи нефти при выбросе сероводорода от 0,5 до 1 тонн в сутки, а также с высоким содержанием летучих углеводородов устанавливается санитарно-защитная зона, равная 1000 м [19].

Водоотвод поверхностных вод на площадке решается открытым способом по лоткам проездов в пониженные места рельефа с отводом в дождеприемные колодцы и далее на очистные сооружения. Для защиты площадки от дождевых и талых вод с откосов проектом предусмотрены канавы, с укреплением дна щебневанием, с выводом на рельеф, укрепленный каменными набросками [8].

Прокладка внутриплощадочных инженерных сетей и вводы в здания выполнены с учетом технологической компоновки сооружений площадки Мухановского месторождения, норм и требований проектирования.

Вокруг резервуарного парка запроектирован пожарный проезд. Площадка оборудована пожарными щитами и ящиками с песком [20].

Несущие конструкции зданий – металлические. Стеновое ограждение – панели типа «Сэндвич» с эффективным негорючим утеплителем на базальтовой основе толщиной 200 мм с облицовкой с двух сторон профлистом.

На объекте выполнены внутренние сети телефонизации и трансляционного оповещения. Для трансляции и оповещения на всех административных зданиях и сооружениях, а так же на здании склада для тарных нефтепродуктов, на здании котельной, на территории резервуарного парка, на складских зданиях и помещениях установлены громкоговорители.

В таблице 1 представлена характеристика объектов, входящих в ОПО.

Таблица 1 – Характеристика объектов, входящих в ОПО

Наименование здания	Категория по взрывопожароопасности	Классификация взрывоопасных зон		Обращающиеся вещества
		Класс зоны	Категория и группа взрывоопасных смесей	
1	2	3	4	5
Топливная насосная.	Б	2 (В-1а)	IIА-Т3	широкая фракция
Наружная установка подготовки нефти	АН	2 (В-1г)	IIВ-Т2	нефть тяжелая
Отделение водоподготовки	Д	-	-	щелочь серная кислота, тринатрийфосфат
Наружная установка компрессии, узла выделения легких углеводородов и щелочной очистки пирогаза	АН	2 (В-1г)	IIВ-Т2	пирогаз, этилен, пропилен, пироконденсат, щелочь
Административно-бытовой корпус	Д	-	-	-
Бытовые помещения	Д	-	-	-
КТП-7, 1-ЩСУ	Д	-	-	-
Механические мастерские, склады, электромастерская	Д	-	-	-
Парк резервуаров Е-1,2,3,4	АН	2 (В-1г)	IIА-Т1	нефть
Насосная	А	2 (В-1а)	IIА – Т1	нефть
Наружное оборудование промпарка	АН	2 (В-1г)	IIА – Т1	пироконденсат, фракция С <sub>9</sub>

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Ствол факела	Гн	2 (В-1г)	ПВ – Т2	водородосо- держажий газ, метан
Серверная	В4	-	-	-
Насосная	Ан	В-1г	ПА – Т3	конденсат факельных газов
Трансформаторная подстанция	В3	-	-	-
Помещение котельной установки	Г	-	-	-
Помещение водоподго- товительной установки	Д	-	--	щелочь, серная кислота, тринатрий- фосфат
Помещение насосной нейтрализации	Д	--	--	щелочь, серная кислота,
Помещение лаборатории	Д	-	-	-
Помещение слесарной мастерской	Д	-	-	-
Помещение хранения гидразин-гидрата	А	2 (В-1а)	ПВ-Т3	гидразин- гидрат 64%
Наружная установка	ДН	-	-	-
Аккумуляторная	В4	П-1а	--	-
РУ 6 кВ, 0,4 кВ	В4	П-1а	--	-
Операторная	В4	П-1а	--	-
Мастерская КИПиА	В4	П-1а	--	-

Геометрические характеристики резервуаров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Геометрические характеристики резервуаров

Тип резервуара	Высота резервуара, м	Диаметр резервуара, м	Площадь зеркала, м <sup>2</sup>	Периметр резервуара, м
РВС-5000	11,8	22,8	407,7	71,6

Технологическая схема Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» изображена на рисунке 3.

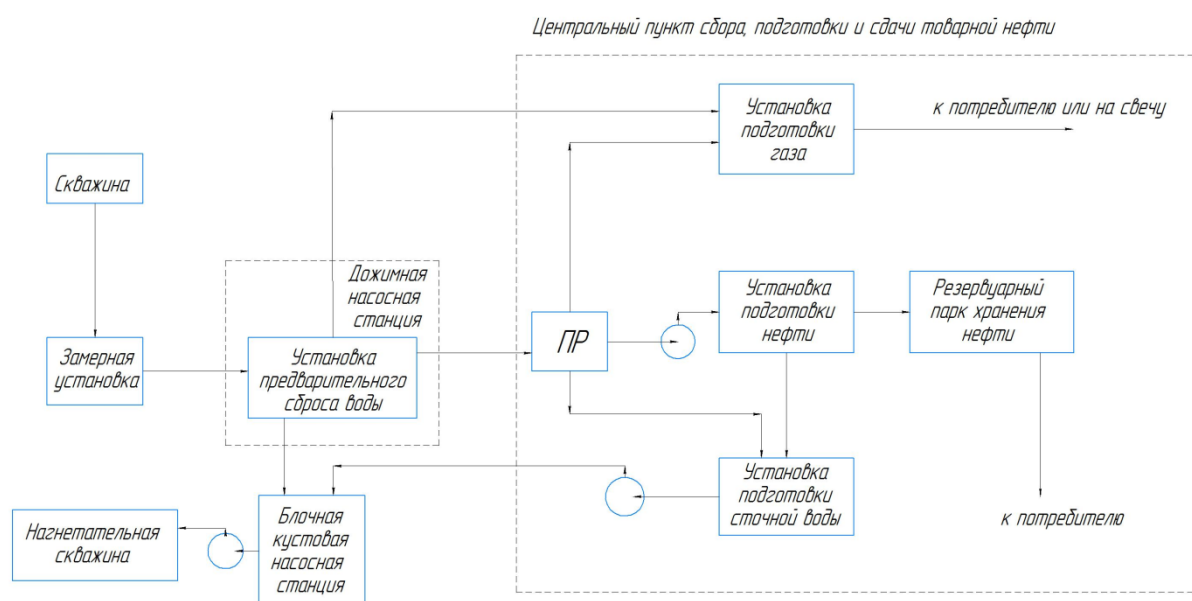


Рисунок 3 – Технологическая схема Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз»

Возможные факторы, повышающие пожарную опасность объектов Мухановское месторождение АО «Самаранефтегаз»:

- загазованность насосного зала и территории выше допустимой нормы;
- разгерметизация торцевого уплотнения и его перегрев;
- разрыв трубопровода на входе, выброс или утечка светлых нефтепродуктов через фланцевые соединения трубопровода;
- проведение огневых и ремонтных работ в резервуарных парках, насосных с нарушением правил пожарной безопасности;
- короткое замыкание с последующим возгоранием силовых кабелей или кабелей оперативных цепей.

Любой сценарий возникновения аварии начинается с инициирующего события (утечки различной интенсивности), которое может возникнуть с

некоторой частотой. Вероятности разгерметизации технологического оборудования определялись на основании статистических данных а также при помощи научно-технической и справочной литературы [5]. Частичная выборка из используемых работ приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Частоты реализации различных вариантов разгерметизации технологического оборудования

Наименование оборудования	Иницирующее аварию событие	Диаметр отверстия истечения, мм	Частота разгерметизации, год <sup>-1</sup>
Резервуары, емкости, сосуды и аппараты под давлением	Разгерметизация с последующим истечением жидкости, газа или двухфазной среды	5	4.0E-05
		12.5	1.0E-05
		25	6.2E-06
		50	3.8E-06
		100	1.7E-06
		Полное разрушение	3.0E-07
Насосы центробежные	Разгерметизация с последующим истечением жидкости или двухфазной среды	5	4.3E-03
		12.5	6.1E-04
		25	5.1E-04
		50	2.0E-04
		Диаметр подводящего/отводящего трубопровода	1.0E-04
Резервуары для хранения ЛВЖ и ГЖ при давлении, близком к атмосферному	Разгерметизация с последующим истечением жидкости	25	8.8E-05
		50	1.2E-05
		Полное разрушение	5.0E-06
Соединительные рукава при сливе/наливе вагон-цистерн	Разрыв с последующим истечением жидкости	Полное разрушение	1E-02 на 1 рукав в год

Наиболее значимыми факторами, влияющими на показатели риска, являются:

- большие количества опасных веществ в оборудовании;
- подготовленность обслуживающего персонала;

- безотказная работа системы контроля и автоматического регулирования;
- время года и погодные условия.

Схема анализа вероятных моделей возникновения и развития аварий на территории резервуарного парка представлен на рисунке 4.

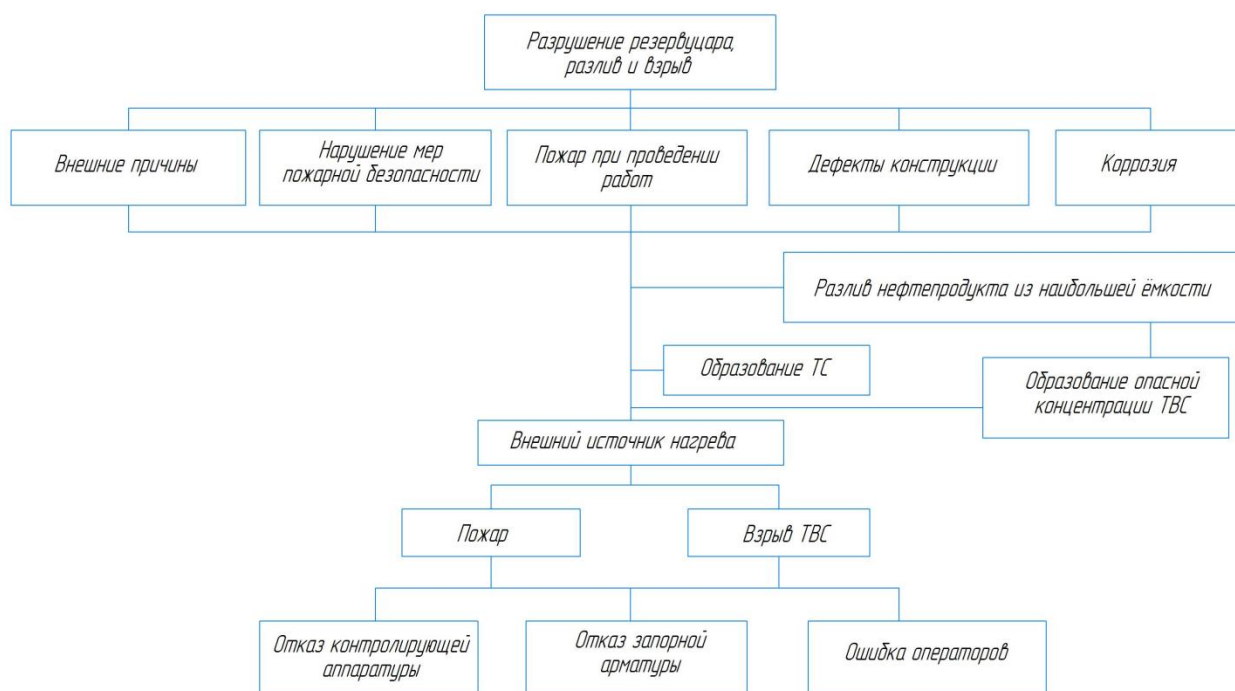


Рисунок 4 – Схема анализа вероятных моделей возникновения и развития аварий на территории резервуарного парка

Основные факторы опасности объекта:

- наличие горючих и воспламеняющихся веществ;
- наличие аппаратов, работающих под избыточным давлением;
- возможность возникновения источника воспламенения (эл. двигатели насосов, накопление статического электричества) [4].

Информация об авариях на аналогичных объектах представлена в таблице 3.



Таблица 3 – Информация об авариях на аналогичных объектах

Дата	Вид аварии	Описание аварии	Причины	Масштаб аварии
10.04.2015 АО «АНХК»	Пожар.	В месте демонтажа диафрагмы произошло истечение газового конденсата, с последующим его воспламенением и пожаром	Истечение газового конденсата через разобранное фланцевое соединение и его возгорание в месте проведения ремонтных работ вследствие снятия заглушки трубопровода	Повреждены здания насосной и компрессорной. Пострадавших – 5 чел, 1-смертельно. Повреждено технологическое оборудование и трубопроводы, средства КИПа
23.09.2015 ООО «РН-Комсомольский НПЗ»	Выброс опасных веществ, пожар	При отборе проб мазута с дренажного отвода работающего насоса произошел неконтролируемый выброс горячего мазута с воспламенением и развитием пожара	Отсутствие проходимости мазута на штатном пробоотборнике	Вышли из строя средства КИПиА, шаровые краны системы охлаждения торцевого уплотнения насоса. Пострадавших нет.
10.05.201 бг. ООО «РН-Комсомольский НПЗ»	Взрыв	На блоке осушки водородосодержащего газа при проведении пневматического испытания технологического оборудования и трубопроводов на прочность и плотность произошел взрыв топливно-воздушной смеси.	Разрушение технологического трубопровода вследствие применения технического воздуха при проведении пневматического испытания технологического оборудования. Образование взрывоопасной смеси горючих газов и паров ЛВЖ с воздухом с последующим ее воспламенением от пиррофорных соединений железе.	Повреждение трубопровода, опорных колонн эстакад. Пострадавшие- 1 смертельный случай.

На территории резервуарного парка наиболее вероятно возникновение пожара: в служебных помещениях, гараже, котельной, насосных

перекачивающих станциях.

Наиболее вероятные пути распространения: по сгораемым материалам через входные двери в коридор, через лестничные клетки с этажа на этаж, по разлившемуся нефтепродукту за пределы насосных, по разлившемуся нефтепродукту в насосных на соседние помещения и строения.

Здания и сооружения Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» расположены на значительном удалении друг от друга, поэтому распространение огня на другие строения ограничено.

Возможная зона задымления – территория резервуарного парка. При отсутствии или при слабом ветре большая часть тепла при пожаре в резервуарном парке отдается в верхние слои атмосферы. При наличии сильного ветра обстановка усложнится, так как восходящий поток нагретых газов отклонится от вертикали. В этом случае произойдет увеличение температуры по направлению ветра (возможно в сторону соседних резервуаров), что может привести к развитию пожара.

При сильном ветре – стелющийся дым. Концентрация дыма на пожаре 0,1-1,5 г/м<sup>3</sup>.

Поражающие факторы пожаров проливов ЛВЖ и ГЖ не выходят за пределы обвалования и представляют опасность для объектов, попавших непосредственно в очаг пожара. Возможность управления процессом будет ограничена зоной пожара, а зона опасного теплового излучения может составлять до нескольких метров от фронта пламени.

Возможная зона теплового воздействия – в радиусе каре обвалования горящего резервуара.

Величина теплового воздействия зависит от интенсивности горения, площади пожара. При 2-ой фазе пожара температура теплового воздействия может достигать от 200 °С до 1000 °С. Интенсивность облучения составляет более 7500 Вт/м.

Температура теплового излучения 300-400 °С.

Скорость выгорания нефти – 15 см/час

Скорость нарастания прогретого слоя – 24 – 40 см/час.

Теплота сгорания нефти – 40 МДж/кг.

Температура пожара 1100 °С.

Если в обогреваемом резервуаре хранится топливо с низкой температурой кипения, то под крышей резервуара образуется концентрация паровоздушной смеси выше верхнего предела воспламенения и избыточного давления, препятствующее проникновению пламени внутрь резервуара. Выходящие через дыхательную арматуру пары воспламеняются и горят над арматурой, оказывая дополнительное температурное воздействие на конструкцию резервуара [20].

Если в обогреваемом резервуаре храниться жидкость с относительно высокой температурой вспышки, например дизельное топливо, то в результате обогрева под крышей образуется взрывоопасная концентрация паров [20].

При развившихся пожарах в насосных огонь распространяется по разливавшемуся нефтепродукту, может распространиться и за пределы здания, что может вызвать большое распространения огня.

Вывод: основные факторы опасности объекта: наличие горючих и воспламеняющихся веществ; наличие аппаратов, работающих под избыточным давлением; возможность возникновения источника воспламенения (электродвигатели насосов, накопление статического электричества). Возможная зона задымления при возгорании нефтепродуктов резервуарного парка – территория резервуарного парка. При отсутствии или при слабом ветре большая часть тепла при пожаре в резервуарном парке отдается в верхние слои атмосферы. При наличии сильного ветра обстановка усложняется, так как восходящий поток нагретых газов отклониться от вертикали. В этом случае произойдет увеличение температуры по направлению ветра (возможно в сторону соседних резервуаров), что может привести к развитию пожара.

## 2 Организация взрывопожарной безопасности

Для предотвращения несанкционированного проникновения на территорию Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» установлено железобетонное периметральное ограждение. Верх железобетонного ограждения обнесен колючей проволокой. По периметру размещены видеокамеры.

Вход и выход на территорию промышленной площадки Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» осуществляется по пропускам через контрольно-пропускной пункт (КПП), оборудованный кнопками тревожной сигнализации с выходом информации на пульт центрального обзора отдела охраны. Охрана объектов осуществляется службой охраны.

Меры, направленные на предотвращение пожара при разгерметизации оборудования и трубопроводов можно разделить на технические и организационные.

Технические меры:

- конструкционные материалы, используемые в складе нефтепродуктов, по коррозионной стойкости, эрозионному износу и работоспособности соответствуют условиям эксплуатации;
- все оборудование и трубопроводы регулярно подвергаются пневматическим и гидравлическим испытаниям на прочность и плотность технологическое оборудование и коммуникации содержащее взрывоопасные среды и работающее под давлением оснащено предохранительными устройствами от повышения давления выше и ниже допустимых значений (предохранительными клапанами, вакуумными клапанами), расчетные давления оборудования и открытия предохранительных клапанов превышает рабочее на 25%;

- фланцевые соединения имеют уплотнительную поверхность «выступ – впадина», соединения количество их минимальное (только в местах установки арматуры);
- все транспортные трубопроводы проложены по надземным эстакадам на удалении от опасных и транспортных участков и источников нагрева, способ прокладки обеспечивает устойчивое закрепление, удобное обслуживание и осмотр;
- все процессы проводятся в герметичном оборудовании;
- для перекачки сжиженных газов применяются герметичные насосы;
- насосы оснащены системами контроля с сигнализацией ее предельных значений и блокировками, отключающими их при повышении этих параметров;
- установленная запорная арматура по герметичности затвора в основном соответствует 1 классу;
- защита фланцевых соединений осуществляется подбором соответствующих прокладочных и крепежных материалов, систематическим надзором за их состоянием;
- трубопроводы выполнены из бесшовных труб;
- для предупреждения разгерметизации подвижных узлов (сальников), осуществляется систематический контроль за их техническим состоянием;
- защита теплообменного оборудования от тепловых деформаций осуществляется подбором соответствующих конструкций теплообменников ГОСТам и ТУ с необходимой степенью компенсации температурных деформаций;
- для исключения емкостей и резервуаров предусмотрены системы контроля и сигнализации уровня;
- предусмотрен обогрев резервуаров и трубопроводов в зимнее время года.

Организационные мероприятия:

- ППР оборудования, плановый осмотр трубопроводов, проверка системы блокировок и ППК;
- ежедневный обход производственных участков с целью осуществления контроля за состоянием оборудования и трубопроводов (во время приема–сдачи смен, в начале рабочего дня и оперативно в течение смены) с записью в журнале приема-сдачи смены.

Территория Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» в соответствии с правилами пожарной безопасности, а также с эксплуатационными требованиями разделена на зоны:

- зона технологических трубопроводов и пункты размещения задвижек (манифольды), насосные станции, операторная и лаборатория;
- зона водных операций, включающая в себя нефтенасосную, технологические трубопроводы, операторную и лабораторию;
- зона хранения, имеющая в своем составе резервуарные парки, трубопроводы, пункты размещения задвижек (манифольды);
- зона вспомогательных технических сооружений, включающей механические котельную, трансформаторную подстанцию, материальный склад, водонасосную;
- зона административно-хозяйственная, в которую входят административное здание, здание охраны, медпункт;
- в зоне очистных сооружений имеются нефтеловушки.

Резервуары для хранения нефти расположены в отдельном обваловании шириной 1,5 метра и высотой 1,5 метра. Между резервуарами так же расположена стена обвалования высотой 1,5 метра и шириной 0,75 метра.

Обвалование построено с расчетом, что при аварии на резервуаре обвалование должно вместить в себя весь объем разлившегося нефтепродукта.

Источником противопожарного водоснабжения Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» является система производственно-противопожарного водовода (сухотрубы системы пожаротушения сооружений склада).

Источником водоснабжения операторной Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» являются действующая сеть хозяйственно-питьевого водопровода промпредприятия. Категория обеспеченности подачи воды III. Качество питьевой воды соответствует требованиям СанПин 2.1.4.1074-01. Давление в сети хозяйственно-питьевого водопровода предприятия составляет:

- рабочее – не менее  $2,0 \text{ кгс/см}^2$ ,
- расчетное –  $10 \text{ кгс/см}^2$ .

Наружная сеть противопожарного водоснабжения диаметром 250 мм выполненная из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 проложена подземно с учетом глубины промерзания грунта с уклоном не менее 0,002 в сторону спускных устройств. Трубопроводы покрыты противокоррозионной изоляцией типа «Весьма усиленная».

Трубопроводная арматура на подземной сети размещена в водопроводных колодцах из сборных железобетонных элементов по серии 3.900-1-14. На внутреннюю и наружную поверхность колодца нанесён гидроизоляционный материал проникающего действия системы «Пенетрон». Под днище колодцев устроена гравийная подготовка толщиной 100 мм с проливкой битумом марки БНД 90/130 по ГОСТ 22245-90 до полного насыщения.

Стыки железобетонных элементов колодца заделаны гидроизолирующим материалом проникающего действия «Пенекрит».

Проход труб через стенки колодца выполнения при помощи стальных патрубков – футляров, заделываемых материалом «Пенекрит».

Монтаж и испытание наружных систем водоснабжения выполнен в соответствии СП 129.13330.2019.

На территории предприятия предусматриваются резервуары противопожарного запаса воды в количестве 2 штук. Существующий запас воды на пожаротушение хранится в двух полузаглубленных железобетонных резервуарах общим объемом 4000 м<sup>3</sup>. Данный объем воды предназначен для восполнения запасов в емкостях передвижной пожарной техники, задействуемой для тушения в случае возникновения пожара на территории Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз».

Кольцевая сеть противопожарного водопровода Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» проложена вдоль автодорог, на сети имеются пожарные гидранты, расстояние между которыми не превышает 100 м.

Для подачи воды к внутренним пожарным кранам предусматривается насосная установка, размещенная в насосной станции пенного пожаротушения.

При проектировании внешних сетей водоснабжения выполнено требование заполнения пожарных резервуаров водой после ее использования в течение 72 часов – СП 110.13330.2011 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы».

Учитывая достаточную производительность системы противопожарного водоснабжения, на объекте принято обеспечение всех нужд без расширения либо без проектирования дополнительных источников водоснабжения.

В соответствии с нормами для обеспечения безопасной эксплуатации резервуарный парк Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» оснащен системами контроля технологических процессов, противоаварийной защиты и блокировок, связи и сигнализации, в том числе автоматической пожарной.

На объекте предусмотрен контроль и автоматизация технологических операций приёма, хранения и отпуска нефтепродуктов:



- контроль уровня нефтепродукта в резервуарах хранения (предельные верхний, нижний и текущий);
- контроль концентрации паров нефтепродуктов в помещениях продуктовой насосной станции, узлов задвижек, по периметру поддона резервуарного парка.

Каждый резервуар оборудован стационарной системой водяного охлаждения, подключенной к противопожарному водопроводу. Для приведения в действие на каждое полукольцо орошения резервуара имеется отдельная задвижка [7].

В соответствии с решениями при разработке рабочей документации на объектах резервуарного парка Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» предусмотрена система водяного охлаждения и пенного пожаротушения воздушно-механической пеной средней кратности, состоящая из:

- станции пожаротушения;
- насосной группой для подачи воды и раствора пенообразователя;
- емкости для хранения нормативного запаса пенообразователя с дозатором-смесителем

Предусмотрены следующие решения:

- насосная пожаротушения с насосной группой и баками хранения и дозирования раствора пенообразователя;
- резервуары с неприкосновенным противопожарным запасом воды;
- стационарные пеногенераторы в помещении насосной станции с узлом задвижек;
- стационарные пеногенераторы в помещении насосной.

Раствор пенообразователя в очаг возгорания на территории резервуарного парка месторождения, в том числе и в пеногенераторы, подается передвижной пожарной техникой.

Стационарные установки пенотушения смонтированы в резервуарном парке и в помещении насосного отделения и предназначены для тушения ГЖ и ЛВЖ.

Установка пенотушения состоит из емкости (хранение пенообразователя), плунжерного насоса и разводки с пеногенераторами [6].

Пенообразователь «ЛЮКС-6ОН» – водный раствор углеводородных поверхностно-активных веществ со стабилизирующими добавками. Малоопасное вещество, 4 класса опасности, оказывает легкое раздражающее действие на кожу и сильное раздражающее действие на глаза [6].

Температура хранения пенообразователя минимальная минус 5 °С, максимальная 40 °С. Проведение испытания пенообразователя на соответствие качества проводится не реже одного раза в 5 лет ОТК (или лицо, ответственное за качество пенообразователя) предприятия изготовителя или уполномоченная им организация (имеющая соответствующие подтверждающие компетентности) [6].

Для включения установки пенотушения необходимо:

- открыть вентиль на линии пенообразователя из емкости к насосу;
- открыть вентиль на линии подачи пенообразователя в насос;
- открыть задвижку на линии воды в насос;
- нажатием кнопки «Пуск» электродвигателя включить в работу насос;
- открыть вентиль на подаче пеноводяной смеси к пеногенераторам [6].

Пожарная техника подключается к колонкам, установленным в камере, расположенной вблизи насосной пожаротушения.

Помещения зданий и строений Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» обеспечиваются следующими видами сигнализации: пожарная сигнализация; система оповещения о пожаре.

Для обнаружения очагов возгорания в помещениях административно-бытового блока используются дымовые и ручные пожарные извещатели.

Ручные пожарные извещатели устанавливаются на стенах у входа в контролируемое помещение на высоте 1,5 метра от уровня пола.

Для обнаружения очагов возгорания используются:

- извещатель пожарный пламени – в помещении насосной;
- дымовые пожарные извещатели – в помещениях административных и бытовых зданий;
- ручной пожарный извещатель, устанавливаемый снаружи зданий у входа в склад на отметке 1,5 метра от уровня земли.

При разливе нефтепродуктов на подстилающую поверхность, обеспечивается его локализация в пределах отбортовок площадок, обвалований резервуаров и дренажной системы. Разлив засыпают песком и вывозят его в специально отведенное место.

Для тушения небольших очагов возгорания на объекте применяются огнетушители, ОУ-2, ОУ-5, ОУ-20, ОУ-80 кошма, песок. На установке имеются паротушение, пенотушение, пожарные извещатели, гидранты.

Помещения, в которых проводится технологический процесс, установлена и находится в работе приточно-вытяжная вентиляция.

Предусмотрены ограждения вращающихся частей насосов, вентиляторов, полумуфт. Смонтированы обслуживающие площадки для безопасного и удобного обслуживания оборудования, запорной арматуры.

В случае возникновения пожара, аварии, ЧС к тушению пожара и проведению аварийно-спасательных работ будут привлечены боевые расчеты дежурных караулов пожарных подразделений филиала ООО «РН-Пожарная безопасность» в соответствии с номером (ранга) пожара предусмотренного расписанием выездов сил и средств подразделений Кинель-Черкасского пожарно-спасательного гарнизона для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ, а так же дежурные отделения ГСС филиала ООО «РН-Пожарная безопасность», боевые расчеты дежурных караулов ЦТКП и АСР филиала ООО «РН-Пожарная безопасность».

Схема взаимодействия по ЧС(Н) на объектах АО «Самаранефтегаз» представлена на рисунке 5.

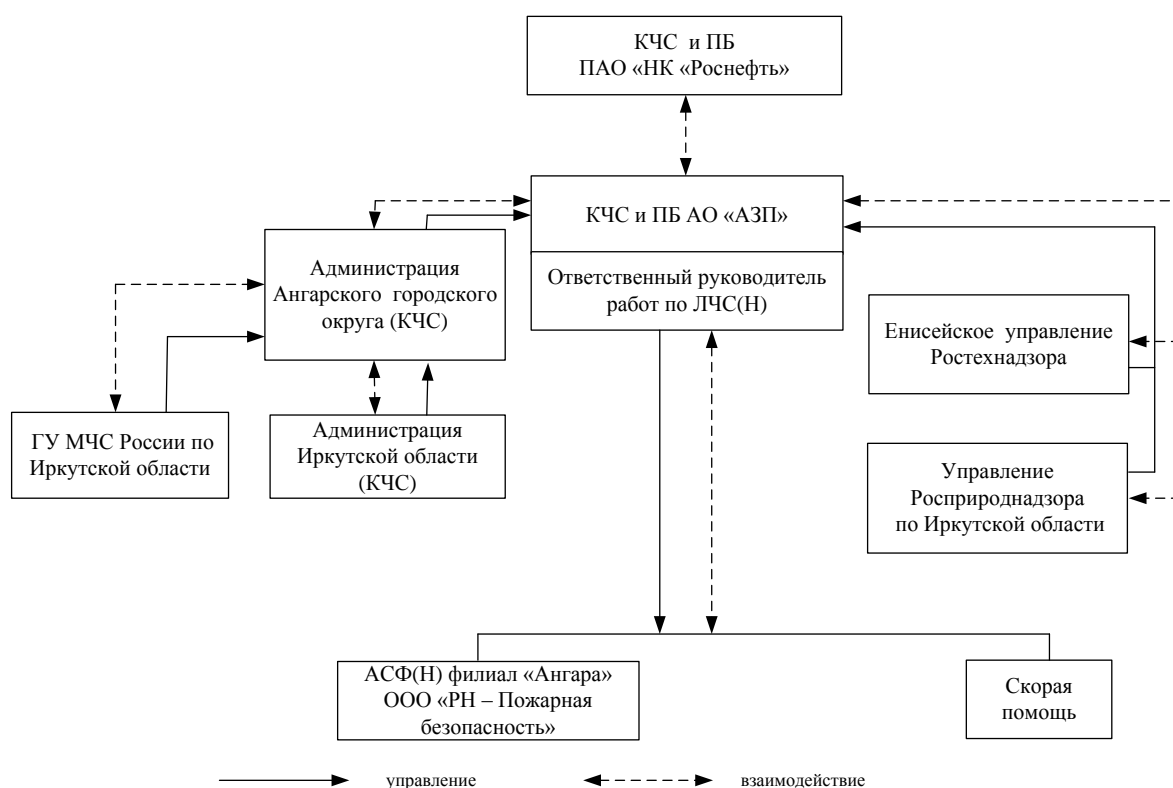


Рисунок 5 – взаимодействия по ЧС(Н) на объектах АО «Самаранефтегаз»

В задачи подразделения на выполнение работ по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ЦТКП и АСР) входят:

- газоспасательные работы;
- работы по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, а также их последствий на объектах в круглосуточном режиме до полной ликвидации последствий разлива нефти и нефтепродуктов;
- участие в комиссии по определению степени готовности сил и средств объектов к ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов;

- методическая помощь в обслуживании и содержании агрегатов, техники и других материальных средств объектов для предупреждения разливов нефти и нефтепродуктов;
- организация и проведение теоретических и практических занятий с членами НГСФ, а также методическая помощь по подготовке и аттестации НГСФ.

Работники Филиала ООО «РН-Пожарная безопасность» прошли подготовку и допущены к выполнению работ по тушению пожаров, ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, газоспасательных и профилактических мероприятий. Газоспасательная служба аттестована и имеет свидетельство на право ведения аварийно-спасательных работ в чрезвычайных ситуациях (серия 16/2-2 № 08926 (р.г. 16/2-2-285) от 27.10.2016). Центр по тушению крупных пожаров и АСР аттестован и имеет свидетельство на право ведения аварийно-спасательных работ в чрезвычайных ситуациях (серия 16/2-2 № 08927 (р.г. 16/2-2-286) от 27.10.2016г.). Пожарные части Филиала ООО «РН-Пожарная безопасность» осуществляют свою деятельность на основании лицензии на осуществление деятельности по тушению пожаров в населенных пунктах, на производственных объектах и объектах инфраструктуры.

Вывод: герметичность оборудования и трубопроводов является важнейшим условием предупреждения аварийных ситуаций, связанных с взрывами, пожарами, отравлениями персонала токсичными веществами, которые используются и образуются в ходе технологического процесса на исследуемом объекте. При утечке и разливе нефтепродуктов немедленно устраняются источники открытого огня (например, огневые работы). Изолируется опасная зона и не допускаются посторонние. В зону аварии допускаются только в полной защитной одежде в средствах газозащиты. Оповещается об опасности персонал прилегающих объектов. Эвакуируются люди из зоны, подвергшейся опасности. Не допускается попадание загрязняющих веществ в водоемы, тоннели, подвалы.

### 3 Разработка рекомендаций по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО

В качестве рекомендаций по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО необходимо выполнить;

- организационные мероприятия, направленные на предотвращение разгерметизации оборудования и трубопроводов;
- технические меры, которые направлены на изменение конструкции нефтехранилищ с целью недопущения образования взрывоопасной среды и повышения эффективности средств пожаротушения.

Рекомендуемые к реализации на территории резервуарного парка Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» организационные мероприятия представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Организационные мероприятия по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на территории резервуарного парка Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз»

Цель	Мероприятия	Примечание
1	2	3
Повышение эксплуатационной надежности технологических объектов и оборудования	Повышение эффективности функционирования отделов технического надзора (ОТН), ремонтно-механических цехов (РМЦ) и служб главных специалистов	Рассмотреть вопрос формирования группы по анализу надёжности
	Рассмотреть перечни оборудования, при необходимости разработать программы замены сосудов в зависимости от условий эксплуатации, технического состояния, истории отказов, количества проведенных ЭПБ (более двух продлений остаточного ресурса): сосудов, эксплуатируемых в водородсодержащих средах при повышенных температуре и давлении, отработавших более 250000 часов (реакторы, теплообменное оборудование), - остальных сосудов в зависимости от технического состояния и условий эксплуатации.	При разработке программ в случае необходимости предусмотреть изменение материального исполнения сосудов

Продолжение таблицы 4

1	2	3
	<p>Разработать программы замены трубопроводов в зависимости от условий эксплуатации, технического состояния, истории отказов. Количества проведенных ЭПБ (более двух продлений остаточного ресурса): трубопроводов, эксплуатируемых в водородсодержащих средах при повышенных температуре и давлении, отработавших более 250000 часов, шлемовых трубопроводов – остальных трубопроводов I-III категории, отработавших более 20 лет.</p>	<p>При разработке программ в случае необходимости предусмотреть изменение материального исполнения трубопроводов</p>
	<p>При замене физически изношенного оборудования и трубопроводов материальное исполнение нового оборудования должно быть подтверждено рекомендациями специализированной организации (в обоснованных случаях изготовление нового оборудования осуществлять по техническим проектам спецорганизаций)</p>	<p>-</p>
	<p>Организовать 100% ревизию резьбовых соединений во время капремонта. Разработать порядок массовой превентивной замены резьбовых штуцеров на оборудовании и трубопроводах</p>	<p>-</p>
	<p>Организовать входной контроль материалов, предназначенных для ремонта трубопроводов I и II категории из низколегированной и легированной стали непосредственно на рабочей площадке перед монтажом</p>	<p>-</p>
	<p>Разработка программы по повышению защиты технологического оборудования и трубопроводов от коррозии (химико-технологическая защита, монтаж систем мониторинга коррозии)</p>	<p>-</p>
<p>Повышение надежности динамического оборудования</p>	<p>Разработать целевую программу замены насосов, перекачивающих ЛВЖ, ГЖ, производств завода с целью приведения к нормам и правилам в части торцевых уплотнений, замера температуры подшипников (в случае невозможности дооснастить их датчиками замера конструктивно) и приведения к ФНиП, оснащения подшипниковых узлов насосов системой замкнутых закрытых контуров охлаждения</p>	<p>-</p>

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Повышение эффективности систем контроля за соблюдением требований ПБ и ОТ	Внедрение системы контроля за соблюдением требований безопасности при проведении капитальных ремонтов технологических объектов	-
Повышение эффективности профилактической работы по пожарной и газовой безопасности	Создать постоянно действующую комиссию (ПДК) по рассмотрению и согласованию работ повышенной опасности на действующих объектах и оборудовании ОГ. Разработать и направить в ОГ рекомендации по составу, функционалу и режиму работы ПДК	-

Возникновение пожара в резервуаре, как показывает практика, начинается либо со взрыва паровоздушной смеси в объеме резервуара, не занятом жидкостью, либо с возникновении факельного горения в местах выхода из емкости в атмосферу паров хранимых в ней горючих жидкостей.

Воспламенение выходящих из резервуара паров горючих жидкостей от внешних источников зажигания (например, разряд атмосферного электричества, механические искры и другие) может происходить на дыхательной арматуре, а также при выходе из трещин или отверстий, образующихся в результате коррозии или механических повреждений, в крыше и стенках резервуаров или не плотностей, в местах установки пенных камер.

В качестве технических мер, направленных на изменение конструкции нефтехранилищ с целью недопущения образования взрывоопасной среды и повышения эффективности средств пожаротушения рассмотрим современные технические решения среди патентов.

В патенте № RU2694851С по заявлению от 08.06.2018 г. автором Забегаевым Владимиром Ивановичем (RU) представлен способ пожаро-взрывозащиты резервуара с нефтепродуктами, способ управления устройством аварийной разгерметизации и устройство для его реализации,



владельцем патента является Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) (RU).

«Изобретение относится к способам пожаро-взрывозащиты резервуара с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями со стационарной крышей, предусматривающее аварийный выброс парогазовой смеси из свободного объема резервуара в случае возникновения чрезвычайной ситуации» [15].

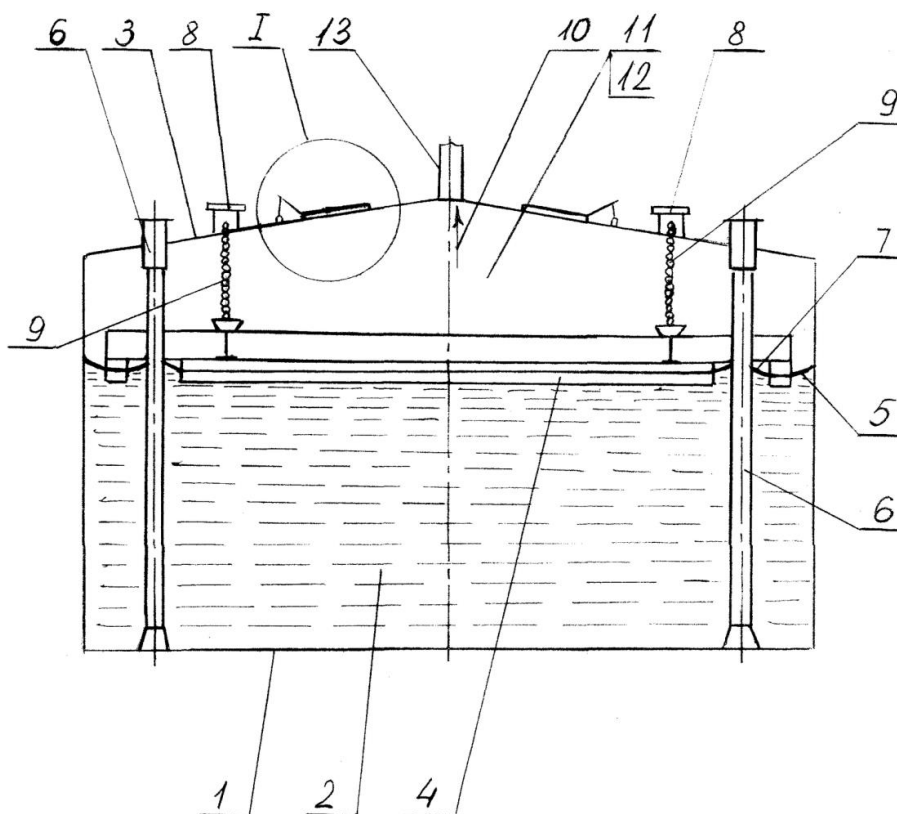
«Заявляемое техническое решение предусматривает аварийную разгерметизацию отверстий в стационарной крыше при аномальном выбросе парогазовой смеси из паровоздушного пространства резервуара, что позволяет избежать значительных разрушений, как самого резервуара, так и стационарной крыши, а также – предотвратить разлет на значительное расстояние элементов конструкции резервуара в случае возникновения чрезвычайной ситуации» [15].

«Пожар в резервуаре начинается, как правило, с локального взрыва паровоздушной смеси. В момент взрыва крышка узла ввода отлетает или подрывается крыша резервуара, так как они выполнены из менее прочного материала, чем верхний пояс резервуара и узел ввода огнетушащих средств (разрушение узла ввода возможно только после разрушения свободного борта резервуара, к которому последний крепится). В результате этого в резервуаре снижается избыточное давление, что предотвращает возможные повреждения несущих конструкций резервуара, узла ввода и насадков подачи в резервуар огнетушащих веществ» [15].

«Поэтому при аномальном развитии событий оптимальным решением этой проблемы, по мнению авторов изобретения, является разгерметизация отверстий в стационарной крыше, а после выравнивания давления

парогазовой смеси в паровоздушном пространстве – проведение герметизации названных отверстий» [15].

На рисунке 6 изображена схема пожаро-взрывозащиты резервуара изобретения RU2694851С.



1 – резервуар; 2 – нефтепродукт; 3 – стационарная крыша; 4 – плавающая крыша; 5 – гибкий затвор; 6 – направляющие стойки; 7 – гибкий затвор; 8 – люк; 9 – цепи; 10,11 – парогазовая смесь; 12 – паровоздушный объем; 13 – трубопровод

Рисунок 6 – Схема пожаро-взрывозащиты резервуара изобретения RU2694851С

Заявляемое техническое решение просто в эксплуатации и позволяет повысить эффективность пожаро-взрывозащиты резервуара с нефтепродуктами при возникновении чрезвычайной ситуации [4].

В качестве технического решения по повышению эффективности средств пожаротушения рассмотрим современные технические решения среди патентов.

В патенте № RU2659981C1 по заявлению от 14.08.2017 г. автором Ревель-Муроз Павлом Александровичем (RU) представлен способ защиты трубопроводов систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения резервуаров нефти или нефтепродуктов от воздействия взрыва газовоздушной смеси, владельцем патента является Публичное акционерное общество «Транснефть» (ПАО «Транснефть») (RU) Общество с ограниченной ответственностью «Транснефть-Балтика» (ООО «Транснефть-Балтика») (RU).

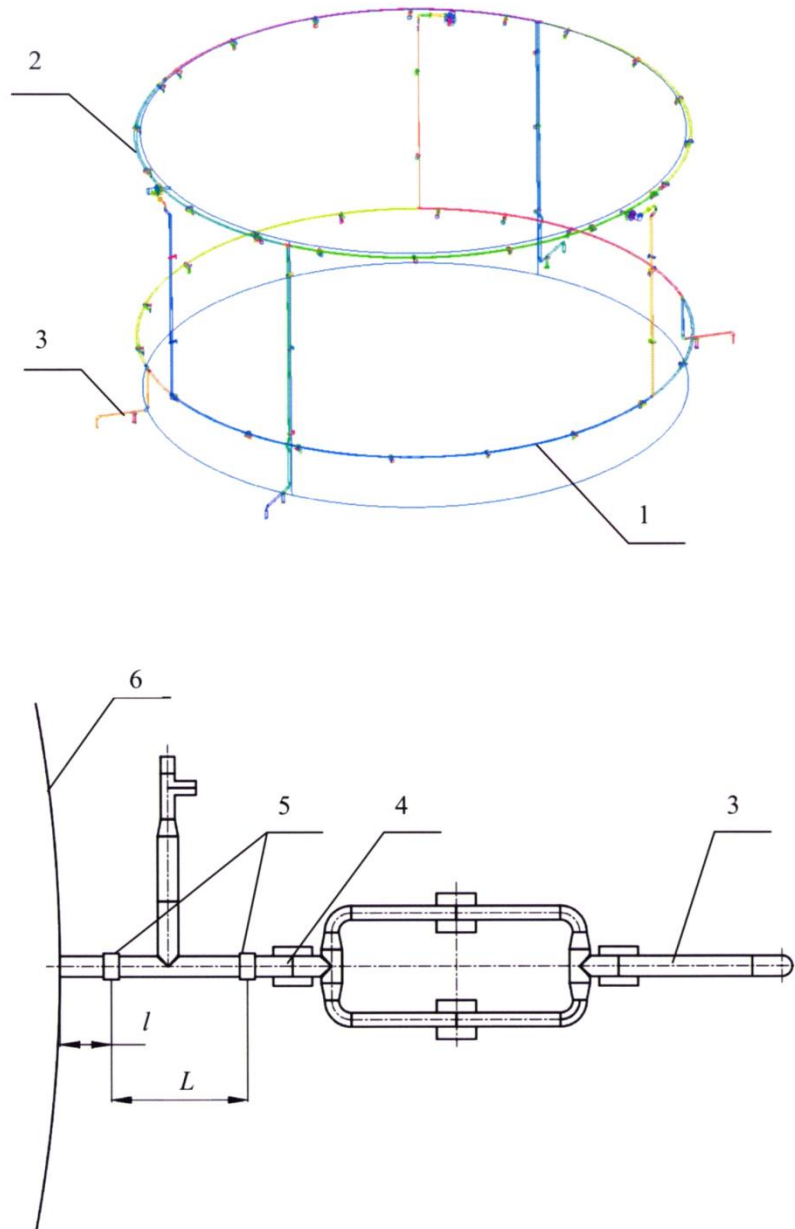
«Изобретение относится к области пожарной безопасности, а именно к системам пожаротушения стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти или нефтепродуктов» [16].

«Как показал анализ пожаров, происшедших на технологических объектах транспорта нефти и нефтепродуктов, эффективность применения стационарных систем автоматической противопожарной защиты при тушении пожаров составила 7,1%. Низкая эффективность систем пожаротушения пеной средней кратности и водяного охлаждения резервуаров вызвана, в основном, разрушением пеногенерирующих устройств и трубопроводов для подачи огнетушащих веществ на тушение и охлаждение. В ряде случаев при взрыве в резервуаре происходил отрыв стенок резервуара от дна по нижнему сварному шву с разрывом трубопроводов горизонтальной трубопроводной подводки к резервуару систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения» [16].

«Математическое моделирование воздействия взрыва газовоздушной смеси на резервуары РВС-5000 и РВС-20000 и трубопроводы систем пожаротушения и охлаждения показало, что время от момента воспламенения газовоздушной смеси до отрыва крыши резервуара составляет 3-5 с, при этом крыша резервуара выгибается и тянет стенки резервуара к центру. В момент отрыва крыши резервуара верхняя часть (примерно, высотой 40 см) вертикальной стенки изгибается внутрь, примерно, на 15 см, что вызывает необратимую деформацию трубопроводов

систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения стенок резервуара» [16].

На рисунке 7 изображен способ защиты трубопроводов систем пенного пожаротушения изобретения RU2659981C1.



1,2,3 – трубопровод; 4 – подводка к резервуару; 5 – гибкая вставка; 6 – Резервуар.

Рисунок 7 – Способ защиты трубопроводов систем пенного пожаротушения изобретения RU2659981C1

«Техническая проблема, на решение которой направлено заявляемое изобретение, состоит в повышении конструктивной устойчивости и сохранении работоспособности оборудования стационарных систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения резервуаров со стационарной крышей для хранения нефти и нефтепродуктов при взрыве газовой смеси в резервуаре» [16].

«Технический результат, достигаемый при реализации заявляемого изобретения, заключается в повышении надежности систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения резервуаров за счет установки на горизонтальной трубопроводной подводке к резервуару системы пенного пожаротушения сверху, системы подслойного пожаротушения, системы водяного охлаждения и вертикальных трубопроводов системы пенного пожаротушения сверху в области подвода к пеногенератору гибких вставок, обеспечивающих герметичность трубопроводов при подъеме резервуара на 0,5 м и изгибе его стенок на угол до 20° при взрыве газовой смеси» [16].

«Заявляемый технический результат достигается за счет того, что способ защиты трубопроводов систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения резервуаров от воздействия взрыва газовой смеси характеризуется тем, что на горизонтальной трубопроводной подводке к резервуару системы пенного пожаротушения сверху устанавливают по меньшей мере две гибкие вставки, размещенные на заданном расстоянии друг от друга и от стенки резервуара; на вертикальных трубопроводах системы пенного пожаротушения сверху в месте подвода к пеногенератору устанавливают по меньшей мере одну гибкую вставку, размещенную на заданном расстоянии от стенки резервуара; на входной в резервуар горизонтальный участок трубопровода системы подслойного пожаротушения с наружной и внутренней стороны от стенки резервуара устанавливают по меньшей мере по две гибкие вставки, размещенные на заданном расстоянии друг от друга и от стенки резервуара; на горизонтальной трубопроводной

подводке к резервуару системы водяного охлаждения устанавливают по меньшей мере по две гибкие вставки, размещенные на заданном расстоянии друг от друга и от стенки резервуара; при этом верхний кольцевой трубопровод системы верхнего пожаротушения закрепляют хомутами на стенке резервуара с возможностью горизонтального перемещения трубопровода в хомуте не менее чем на 150 мм» [16].

Вывод: предлагаемый способ защиты трубопроводов систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения резервуаров нефти или нефтепродуктов от воздействия взрыва газовой смеси обеспечит работоспособность всех средств пожаротушения и охлаждения конструкций при пожаре РВС-5000 на территории резервуарного парка Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз». Предлагаемые рекомендации по проведению организационных мероприятий, направленных на предотвращение разгерметизации оборудования и трубопроводов и реализация технических мер являются эффективными для снижения риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО.

## 4 Охрана труда

Структура управления охраной труда в АО «Самаранефтегаз» построена по вертикали управления и контроля.

Структура управления охраной труда на объектах в НК «Роснефть» изображена на рисунке 8.

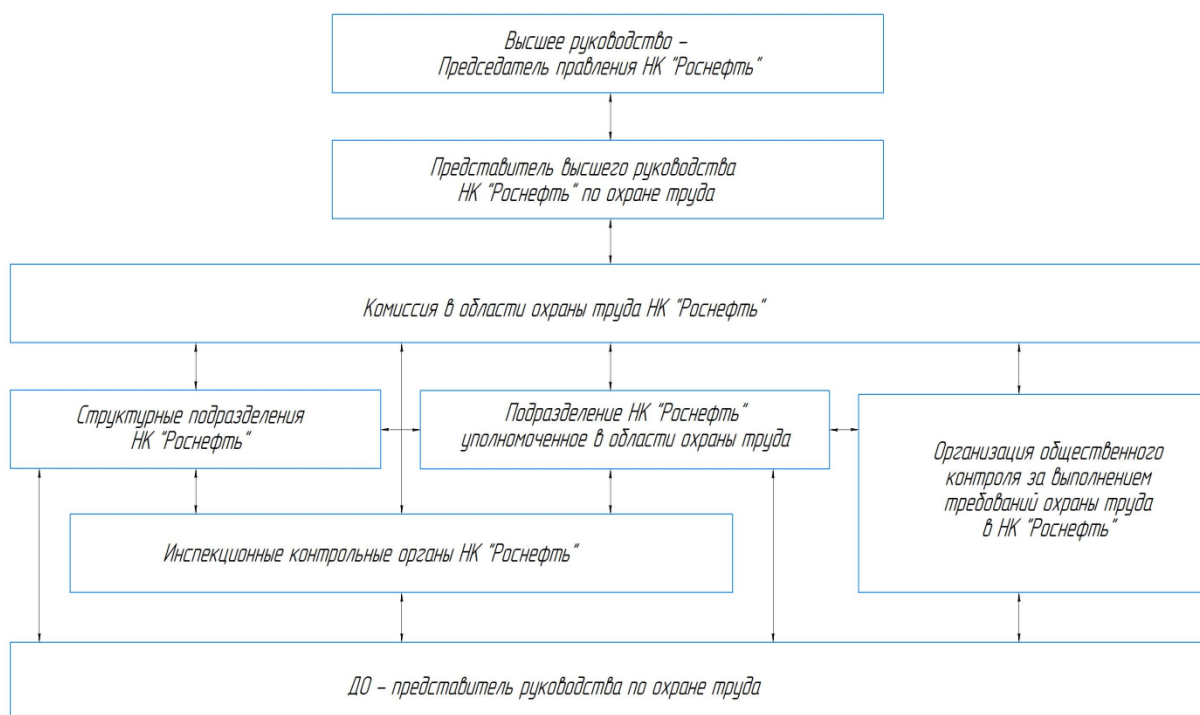


Рисунок 8 – Структура управления охраной труда на объектах в НК «Роснефть»

Общее руководство системой управления по охране труда АО «Самаранефтегаз», как ДО НК «Роснефть», осуществляет генеральный директор АО «Самаранефтегаз».

Непосредственное руководство в области обеспечения безопасных условий труда на рабочих местах АО «Самаранефтегаз» осуществляет главный инженер, в подразделениях и дочерних предприятиях – руководителей этих подразделений.

В подразделениях и дочерних предприятиях АО «Самаранефтегаз» назначаются ответственные лица по охране труда.

Все работники АО «Самаранефтегаз» обеспечены средствами защиты органов дыхания на 100%.

Все работники производств АО «Самаранефтегаз» обеспечены спецодеждой, предусмотренной «Типовыми отраслевыми нормами выдачи бесплатной спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений рабочим и служащим химических производств».

Вывод: структура управления охраной труда в НК «Роснефть» разделена на руководителей верхнего звена, которыми являются руководители НК «Роснефть» как головного объекта (владения и управления), и руководителей нижнего звена – руководители и работниками АО «Самаранефтегаз» и других дочерних предприятий.



## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Пожары являются одним из факторов загрязнения окружающей среды, так как не только процесс горения, но процесс ликвидации пожара, а также средства, которыми пожар ликвидируют, вызывают загрязнение биосферы.

Ухудшение качества компонентов природной и техногенной среды происходит за счёт попадания в неё вредных веществ: продуктов горения и пиролиза, горючих материалов и огнетушащих веществ. По сравнению с обычными загрязнениями последствия, которых проявляются в течение длительного времени, понятие аварийного загрязнения основано на внезапности вызвавших его причин и на ярко выраженных последствиях.

Совокупность всех последствий определяет значимость проблемы с точки зрения общества. Понятие аварийного загрязнения связано для общества с катастрофами, имевшими серьёзные последствия.

Катастрофические загрязнения с тяжёлыми экономическими и экологическими последствиями достаточно редки, они не должны заслонять менее тяжёлые, но более частые аварийные ситуации.

Для оценки экологических последствий пожара необходимо иметь представление о том, что собой представляет горение как процесс.

И так, в процессе пожара происходит выгорание кислорода, а это, в свою очередь, представляет некоторую опасность для людей, связанных с ликвидацией пожара.

Снижение концентрации кислорода до 14% вызывает реальную опасность для жизни, а при концентрации 10-11% смерть наступает в течение нескольких минут.

Концентрации токсичных продуктов горения, представляющих опасность для человека, характеризуются следующими значениями.

Наиболее опасными на пожаре являются продукты неполного сгорания оксид углерод (CO), концентрация которого в размере 0,5% вызывает

смертельное отравление через 20 минут, а при концентрации 1,3% смерть наступает в результате 2-3 вдохов.

Не менее опасным, чем высокая температура, является воздействие теплового излучения на открытые участки тела человека. Так тепловое облучение интенсивностью 1,1 – 1,4 кВт/м<sup>2</sup> вызывает у человека те же ощущения, что и температура 42 – 46 С°. Критической же интенсивностью для облучения считают интенсивность равную 4,2 кВт/м<sup>2</sup>.

Рассчитаем экологический ущерб от чрезвычайной ситуации на территории резервуарного парка АО «Самаранефтегаз». При этом произошло возгорание нефти в резервуаре РВС-5000. Продолжительность пожара 11 мин.

Эколого-экономический ущерба от загрязнения атмосферного воздуха рассчитывается согласно формуле:

$$Y_a = 5K_3^a \sum H_i M_i K_{и}, \text{ руб} \quad (1)$$

где  $M_i$  – «масса выброса  $i$ -го загрязняющего вещества в атмосферный воздух, тонн.

$H_i$  – такса для исчисления размера вреда при выбросе  $i$ -ого загрязняющего вещества в атмосферный воздух, в руб. за тонну.

$K_{и}$  – коэффициент особой охраны. Для территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с законодательством Российской Федерации об особо охраняемых природных территориях, о природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах, о территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, об охране озера Байкал, а также водным и лесным законодательством, принимается равным 2. Для иных территорий и объектов коэффициент принимается равным 1» [41].

Определяем массу продукта горения по формуле:

$$M = m_i \cdot G, \text{ т} \quad (2)$$

где  $m_i$  – удельный выброс  $i$ -го загрязняющего вещества, т.

$G$  – масса сгоревшего вещества, т.

Масса сгоревшей нефти рассчитывается по формуле:

$$G = \beta \times v \times S_{cp} \times t \times 10^{-3}, \quad (3)$$

где  $G$  – масса сгоревшей нефти, т;

$\beta$  – коэффициент полноты сгорания;

$v$  – скорость выгорания нефтепродукта, кг/(м<sup>2</sup> сек);

$S_{cp}$  – средняя поверхность зеркала жидкости, м<sup>2</sup>,

$t$  – время выгорания, сек.

Площадь зеркала:

$$S_{cp} = 344 \text{ м}^2 \quad (4)$$

Таким образом масса сгоревшей нефти равна:

$$G = 1 \cdot 0,053 \cdot 344 \cdot 11 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 12,033 \text{ тонн.} \quad (6.5)$$

Находим массу продуктов горения.

Масса оксида углерода:

$$M_{CO} = 3,11 \cdot 10^{-1} \cdot 12,033 = 3742,26 \cdot 10^{-3} \text{ тонн.}$$

Масса оксида азота:

$$M_{NO_2} = 1,51 \cdot 10^{-2} \cdot 12,033 = 181,69 \cdot 10^{-3} \text{ тонн.}$$

Масса оксида серы:

$$M_{\text{SO}_2} = 1,0 \cdot 10^{-3} \cdot 12,033 = 12,033 \cdot 10^{-3} \text{ тонн.}$$

Масса сероводорода:

$$M_{\text{H}_2\text{S}} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 12,033 = 12,033 \cdot 10^{-3} \text{ тонн.}$$

Масса сажи:

$$M_{\text{C}} = 1,47 \cdot 10^{-3} \cdot 12,033 = 17,6 \cdot 10^{-3} \text{ тонн.}$$

Масса синильной кислоты:

$$M_{\text{HCN}} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 12,033 = 12,033 \cdot 10^{-3} \text{ тонн.}$$

Масса формальдегида:

$$M_{\text{HCHO}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 12,033 = 6,016 \cdot 10^{-3} \text{ тонн.}$$

Масса органических кислот:

$$M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 12,033 = 6,016 \cdot 10^{-3} \text{ тонн.}$$

Масса пятиоксида ванадия:

$$M_{\text{P}_2\text{O}_5} = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 12,033 = 0,012033 \cdot 10^{-3} \text{ тонн.}$$

Масса бензапирена:

$$M_{\text{C}_{20}\text{H}_{12}} = 6,1 \cdot 10^{-6} \cdot 12,033 = 0,073 \cdot 10^{-3} \text{ тонн.}$$

Также ущерб наносится при использовании пенообразователя в процессе тушения пожара.

В целях снижения данного воздействия необходимо производить сбор и очистку сточных вод при пожаротушении. Схема сбора и очистки вод представлена на рисунке 9.

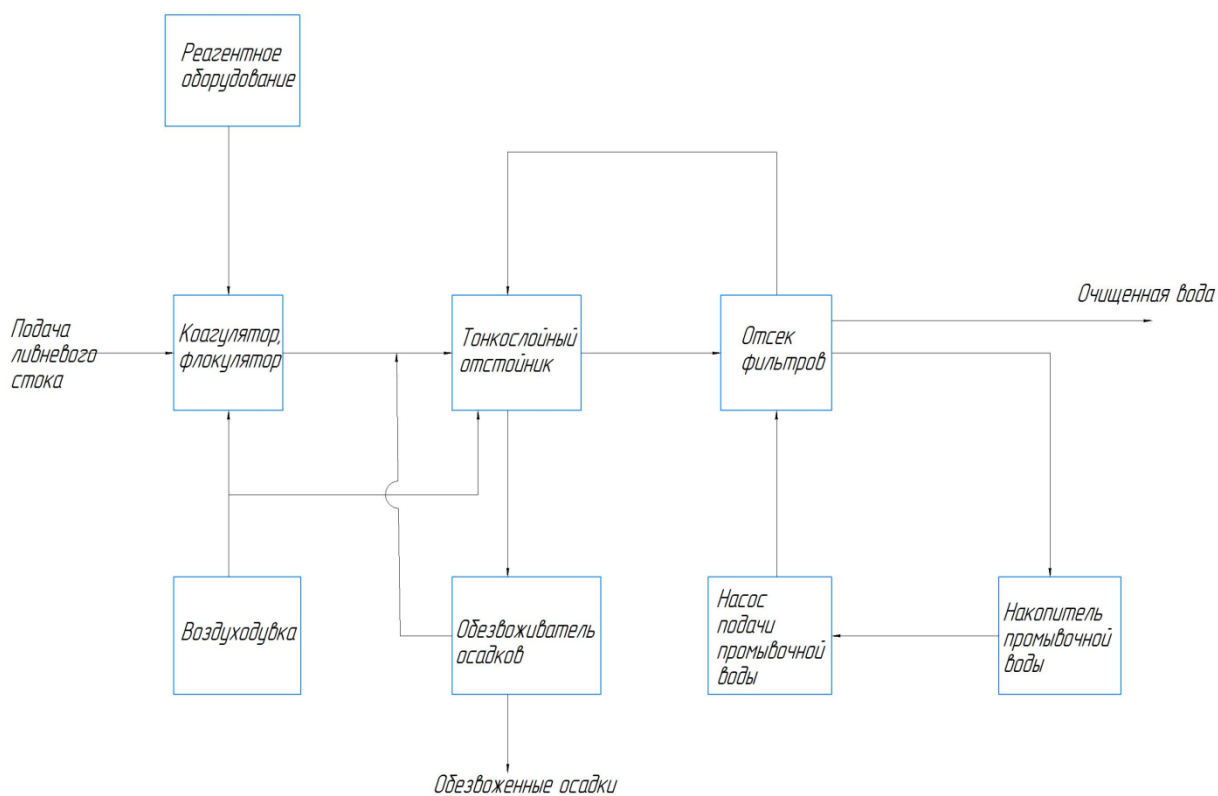


Рисунок 9 – Схема сбора и очистки сточных вод

На пожарах резервуарного парка Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз», как основное огнетушащее вещество необходимо использовать воздушно-механическую пену на основе фторсинтетического пленкообразующего пенообразователя относящегося к классу AFFF.

Использование данного пенообразователя при тушении крупномасштабного пожара на резервуарном парке Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» позволит снизить негативное влияние

на состоянии окружающей среды прилегающих к резервуарному парку территории.

Кроме того, при диффузионном горении часть токсичных компонентов ЛВЖ (ГЖ) вследствие химического недожога остаётся в воде или почве.

Более 40% продуктов горения находятся в воздухе относительно недолго.

Так, ксилолы, образующиеся при горении нефтепродуктов, существуют в воздухе около 15 часов, диоксиды серы – 5 дней. Только 25% продуктов горения (оксиды углерода, азота и др.) имеют продолжительность жизни в атмосфере – месяцы.

Вывод: таким образом, пожары ЛВЖ и ГЖ наносят вред окружающей среде из-за выделения дыма и токсичных продуктов горения, в воде и почве нефть и другие ГЖ, а также продукты горения сохраняются более длительное время, чем в воздухе.

## 6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Для снижения риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО были предложено следующее:

- провести организационные мероприятия, направленных на предотвращение разгерметизации оборудования и трубопроводов;
- реализовать на всех РВС резервуарного парка защиту трубопроводов систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения резервуаров нефти или нефтепродуктов от воздействия взрыва газовой смеси.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 5.

Таблица 5 – План мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз»

Мероприятия	Срок исполнения
1	2
Формирование группы по анализу надёжности и эффективности функционирования отделов технического надзора (ОТН), ремонтно-механических цехов (РМЦ) и служб главных специалистов	2021 год
Разработать программы замены сосудов в зависимости от условий эксплуатации, технического состояния, истории отказов, количества проведенных ЭПБ (более двух продлений остаточного ресурса): сосудов, эксплуатируемых в водородсодержащих средах при повышенных температуре и давлении, отработавших более 250000 часов (реакторы, теплообменное оборудование)	2021 год
Разработать программы замены трубопроводов в зависимости от условий эксплуатации, технического состояния, истории отказов. Количества проведенных ЭПБ: трубопроводов, эксплуатируемых в водородсодержащих средах при повышенных температуре и давлении, отработавших более 250000 часов, шлемовых трубопроводов – остальных трубопроводов I-III категории, отработавших более 20 лет.	2021 год
Организовать 100% ревизию резьбовых соединений во время капремонта. Разработать порядок массовой превентивной замены резьбовых штуцеров на оборудовании и трубопроводах	2021 год
Организовать входной контроль материалов, предназначенных для ремонта трубопроводов I и II категории из низколегированной и легированной стали непосредственно на рабочей площадке перед монтажом	2021 год

Продолжение таблицы 5

1	2
Разработать программы по повышению защиты технологического оборудования и трубопроводов от коррозии (химико-технологическая защита, монтаж систем мониторинга коррозии)	2021 год
Разработать целевую программу замены насосов, перекачивающих ЛВЖ, ГЖ, с целью приведения к нормам и правилам в части торцевых уплотнений, замера температуры подшипников	2021 год
Внедрить системы контроля за соблюдением требований безопасности при проведении капитальных ремонтов технологических объектов	2021 год
Создать постоянно действующую комиссию (ПДК) по рассмотрению и согласованию работ повышенной опасности на действующих объектах и оборудовании ОГ	2021 год
Выполнить на всех РВС резервуарного парка защиту трубопроводов систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения резервуаров нефти или нефтепродуктов от воздействия взрыва газозвдушной смеси	2022 год

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» производится по двум вариантам обеспечения безопасности:

- на объекте не выполнен предложенный план мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз»;
- на объекте выполнен предложенный план мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз».

Рассчитаем площадь пожара при разгерметизации одного РВС-5000 на ОПО АО «Самаранефтегаз» по формуле 1:

$$F''_{\text{пож}} = n(v_{\text{л}} B_{\text{св.г}})^2 2 \text{ м}^2, \quad (1)$$

«где  $v_{\text{л}}$  – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{\text{св.г}}$  – время свободного горения, мин.» [17]



$$F''_{пож} = 3,14(1 \times 18)^2 4 = 4069 \text{ м}^2,$$

То есть площадь пожара будет равна площади обвалования.

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» производится по формуле 2.

Данные для расчёта ожидаемых потерь от пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Данные для расчёта ожидаемых потерь от пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз»

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
Площадь пожара	м <sup>2</sup>	3600	407
Стоимость оборудования резервуарного парка	руб./м <sup>2</sup>	20000	20000
Стоимость частей РВС	руб./м <sup>2</sup>	25000	25000
Вероятность возникновения загорания на троллейбусе	1/м <sup>2</sup> в год	5·10 <sup>-5</sup>	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения» [6]	P <sub>2</sub>	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [6]	P <sub>1</sub>	0,79	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [6]	P <sub>3</sub>	0,95	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [6]	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [6]	κ	1,63	

Расчёт материальных потерь:

$$M(P) = M(P_1) + M(P_2), \quad (2)$$

«где M(P<sub>1</sub>) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

M(P<sub>2</sub>) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

M(P<sub>3</sub>) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [17]:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k)p_1; \quad (3)$$

«где J – вероятность возникновения пожара, 1/м<sup>2</sup> в год;

F – площадь объекта, м<sup>2</sup>;

C<sub>T</sub> – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м<sup>2</sup>;

F<sub>пож</sub> – площадь пожара на время тушения первичными средствами;

p<sub>1</sub> – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [17].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (4)$$

«где p<sub>2</sub> – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C<sub>к</sub> – стоимость поврежденных частей здания, руб./м<sup>2</sup>;

F'<sub>пож</sub> – площадь пожара за время тушения привозными средствами»

[17].

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 5 \times 10^{-5} \times 3600 \times 25000 \times 3600 \times (1+1,63) \times 0,86 = 36641160 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 5 \times 10^{-5} \times 3600 \times (25000 \times 3600 + 20000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 4002103,83 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 5 \times 10^{-5} \times 407 \times 25000 \times 407 \times (1+1,63) \times 0,86 = 468331,14 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 5 \times 10^{-5} \times 407 \times (25000 \times 407 + 20000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1- \\ 0,79) \times 0,86 = 51242,28 \text{ руб./год};$$

Общие ожидаемые потери от и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз»:

– если на объекте не выполнен предложенный план мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО

«Самаранефтегаз»:

$$M(II)_1 = 36641160 + 4002103,83 = 40643263,83 \text{ руб./год};$$

– если на объекте не выполнен предложенный план мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз»:

$$M(II)_2 = 468331,14 + 51242,28 = 519573,42 \text{ руб./год}.$$

Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз»

Виды работ	Стоимость, руб.
Проведение организационных мероприятий, направленных на предотвращение разгерметизации оборудования и трубопроводов	20000000
Выполнение на всех РВС резервуарного парка защиту трубопроводов систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения резервуаров нефти или нефтепродуктов от воздействия взрыва газовой смеси	12000000
Итого:	32000000

Экономический эффект от выполнения предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» составит:

$$I = \sum_{t=0}^T ([M(II)_1] - M(II)_2 - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+HД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (5)$$

«где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

$НД$  – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

$M(П1), M(П2)$  – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

$K1, K2$  – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

$P1, P2$ – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в  $t$ -м году, руб./год» [17].

Расчёт денежных потоков от выполнения предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчёт денежных потоков от о выполнения предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз»

Год	$M(П)1-M(П)2$	$D$	$[M(П1)-M(П2)]D$	$K_2-K_1$	Денежные потоки
1	40123690,41	0,91	36512558,27	32000000	4512558,27
2	40123690,41	0,83	33302663,04	-	33302663,04
3	40123690,41	0,75	30092767,81	-	30092767,81
4	40123690,41	0,68	27284109,48	-	27284109,48
5	40123690,41	0,62	24876688,05	-	24876688,05
6	40123690,41	0,56	22469266,63	-	22469266,63
7	40123690,41	0,51	20463082,11	-	20463082,11
8	40123690,41	0,47	18858134,49	-	18858134,49
9	40123690,41	0,42	16851949,97	-	16851949,97
10	40123690,41	0,39	15648239,26	-	15648239,26

Вывод: интегральный экономический эффект от выполнения предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» за десять лет составит 214359458,51 рублей. Выполнение предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» экономически выгодно.

## Заключение

Цель работы – разработка мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» достигнута.

Было выяснено, что возможными факторами, повышающие пожарную опасность объектов Мухановское месторождение АО «Самаранефтегаз» являются:

- загазованность насосного зала и территории выше допустимой нормы;
- разгерметизация торцевого уплотнения и его перегрев;
- разрыв трубопровода на входе, выброс или утечка светлых нефтепродуктов через фланцевые соединения трубопровода;
- проведение огневых и ремонтных работ в резервуарных парках, насосных с нарушением правил пожарной безопасности;
- короткое замыкание с последующим возгоранием силовых кабелей или кабелей оперативных цепей.

На территории резервуарного парка наиболее вероятно возникновение пожара: в служебных помещениях, гараже, котельной, насосных перекачивающих станциях.

Наиболее вероятные пути распространения: по сгораемым материалам через входные двери в коридор, через лестничные клетки с этажа на этаж, по разлившему нефтепродукту за пределы насосных, по разлившемуся нефтепродукту в насосных на соседние помещения и строения.

Здания и сооружения Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз» расположены на значительном удалении друг от друга, поэтому распространение огня на другие строения ограничено.

Возможная зона задымления – территория резервуарного парка. При отсутствии или при слабом ветре большая часть тепла при пожаре в резервуарном парке отдается в верхние слои атмосферы. При наличии

сильного ветра обстановка усложнится, так как восходящий поток нагретых газов отклонится от вертикали. В этом случае произойдет увеличение температуры по направлению ветра (возможно в сторону соседних резервуаров), что может привести к развитию пожара.

При сильном ветре – стелющийся дым. Концентрация дыма на пожаре 0,1-1,5 г/м<sup>3</sup>.

Поражающие факторы пожаров проливов ЛВЖ и ГЖ не выходят за пределы обвалования и представляют опасность для объектов, попавших непосредственно в очаг пожара. Возможность управления процессом будет ограничена зоной пожара, а зона опасного теплового излучения может составлять до нескольких метров от фронта пламени.

Возможная зона теплового воздействия – в радиусе каре обвалования горящего резервуара.

При развившихся пожарах в насосных огонь распространяется по разливавшемуся нефтепродукту, может распространиться и за пределы здания, что может вызвать большое распространения огня.

При утечке и разливе нефтепродуктов немедленно устраняются источники открытого огня (например, огневые работы). Изолируется опасная зона и не допускаются посторонние. В зону аварии допускаются только в полной защитной одежде в средствах газозащиты. Оповещается об опасности персонал прилегающих объектов. Эвакуируются люди из зоны, подвергшейся опасности. Не допускается попадание загрязняющих веществ в водоемы, тоннели, подвалы.

В качестве рекомендаций по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО необходимо выполнить;

- организационные мероприятия, направленные на предотвращение разгерметизации оборудования и трубопроводов;
- технические меры, которые направлены на изменение конструкции нефтехранилищ с целью недопущения образования взрывоопасной среды и повышения эффективности средств пожаротушения.

Предлагаемый способ защиты трубопроводов систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения резервуаров нефти или нефтепродуктов от воздействия взрыва газовой смеси обеспечит работоспособность всех средств пожаротушения и охлаждения конструкций при пожаре РВС-5000 на территории резервуарного парка Мухановского месторождения АО «Самаранефтегаз».

Таким образом, предлагаемые рекомендации по проведению организационных мероприятий, направленных на предотвращение разгерметизации оборудования и трубопроводов и реализация технических мер являются эффективными для снижения риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО.

Интегральный экономический эффект от выполнения предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» за десять лет составит 214359458,51 рублей.

Выполнение предложенного плана мероприятий по снижению риска возникновения пожаров и взрывов на ОПО АО «Самаранефтегаз» экономически выгодно.

Наиболее опасными на пожаре являются продукты неполного сгорания оксид углерод (СО), концентрация которого в размере 0,5% вызывает смертельное отравление через 20 минут, а при концентрации 1,3% смерть наступает в результате 2-3 вдохов. Таким образом, пожары ЛВЖ и ГЖ наносят вред окружающей среде из-за выделения дыма и токсичных продуктов горения. Кроме того, при диффузионном горении часть токсичных компонентов ЛВЖ (ГЖ) вследствие химического недожога остаётся в воде или почве. Более 40% продуктов горения находятся в воздухе относительно недолго. Так, ксилолы, образующиеся при горении нефтепродуктов, существуют в воздухе около 15 часов, диоксиды серы – 5 дней. Только 25% продуктов горения (оксиды углерода, азота и др.) имеют продолжительность жизни в атмосфере – месяцы. В воде и почве нефть и другие ГЖ, а также продукты горения сохраняются более длительное время, чем в воздухе.

## Список используемых источников

1. АО «Самаранефтегаз». Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://samneftegaz.ru/> (дата обращения: 16.01.2021).
2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 22.0.02-2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001517?section=status> (дата обращения: 17.04.2021).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 22.0.05-2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200175574> (дата обращения: 18.04.2021).
4. Злобин В.С., Чернов В.А. Контроль пожаровзрывобезопасности при хранении нефтепродуктов // Решетневские чтения. 2013. №17. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontrol-pozharovzryvobezopasnosti-pri-hranenii-nefteproduktov> (дата обращения: 01.05.2021).
5. Калач А.В., Шарапов С.В., Гусаков А.Н. Исследование статистики применения пожарной техники для тушения пожаров // Пожаровзрывобезопасность. 2016. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-statistiki-primeneniya-pozharnoy-tehniki-dlya-tusheniya-pozharov> (дата обращения: 01.05.2021).
6. Калач А.В., Гусаков А.Н., Шарапов С.В. К вопросу о совершенствовании технологии и техники пенного пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность. 2017. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-sovershenstvovanii-tehnologii-i-tehniki-pennogo-pozharotusheniya> (дата обращения: 01.05.2021).
7. Корольченко Д.А., Шароварников А.Ф. Факторы, снижающие огнетушащую эффективность подслоной системы при тушении пламени нефтепродуктов // Пожаровзрывобезопасность. 2016. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-snizhayuschie-ognetushaschuyu->



effektivnost-podsloynoy-sistemy-pri-tushenii-plameni-nefteproduktov (дата обращения: 01.05.2021).

8. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации [Электронный ресурс] : СП 129.13330.2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565256600> (дата обращения: 22.04.2021).

9. Национальная Ассоциация нефтегазового сервиса [Электронный ресурс]. URL: <https://nangs.org/news/upstream/na-muhanovskom-mestorozhdenii-v-samarskoj-oblasti-za-75-let-dobyli-pochti-200-mln-tonn-nefti> (дата обращения: 04.04.2021).

10. Нефтепродукты. Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ 26098-84. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003648> (дата обращения: 05.04.2021).

11. О защите населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. №68-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9009935> (дата обращения: 02.04.2021).

12. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9028718> (дата обращения: 04.04.2021).

13. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды [Электронный ресурс] : Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 28.01.2021 № 59. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536168?marker=7DE0K8> (дата обращения: 06.04.2021).

14. Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 18 декабря 2020 г. № 2168. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400020660/> (дата обращения: 18.01.2021).

15. Патент RU2694851C1 Российская Федерация. Способ пожаро-взрывозащиты резервуара с нефтепродуктами, способ управления устройством аварийной разгерметизации и устройство для его реализации / Забегаев Владимир Иванович (RU) : заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) (RU) ; заявл. 08.06.2018 ; опубл. 17.07.2019. [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2694851C1\\_20190717](https://yandex.ru/patents/doc/RU2694851C1_20190717) (дата обращения: 17.04.2021).

16. Патент RU2659981C1 Российская Федерация. Способ защиты трубопроводов систем пенного пожаротушения и водяного охлаждения резервуаров нефти или нефтепродуктов от воздействия взрыва газозооушной смеси (RU) / Ревель-Муроз Павел Александрович (RU): правообладатель Публичное акционерное общество «Транснефть» (ПАО «Транснефть») (RU) Общество с ограниченной ответственностью «Транснефть-Балтика» (ООО «Транснефть-Балтика») (RU) ; заявл. 14.08.2017 ; опубл. 04.07.2018. [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2659981C1\\_20180704](https://yandex.ru/patents/doc/RU2659981C1_20180704) (дата обращения: 17.04.2021).

17. Пособие к СНиПу 21-01-97\* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: [http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3\\_2001.htm](http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm) (дата обращения: 28.04.2021).

18. Правила по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 16.12.2020 № 915н. URL: <https://beta.docs.cntd.ru/document/573275587/titles/3ES4QKI> (дата обращения: 28.01.2021).

19. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция [Электронный ресурс] : СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. URL: <https://rags.ru/stroyka/doc/52471/> (дата обращения: 18.04.2021).

20. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы [Электронный ресурс] : СП 110.13330.2011. URL: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&baseC=101&RegNum=49&DocOnPageCount=15&page=16&id=182514> (дата обращения: 18.04.2021).

21. Шевцов С.А., Каргашилов Д.В., Потеха С.В., Быков И.А. Оценка пожарной опасности «больших дыханий» наземных резервуаров для хранения нефтепродуктов численными методами // Пожаровзрывобезопасность. 2017. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-pozharnoy-opasnosti-bolshih-dyhaniy-nazemnyh-rezervuarov-dlya-hraneniya-nefteproduktov-chislennymi-metodami> (дата обращения: 01.05.2021).

22. Шевцов Сергей Александрович, Каргашилов Дмитрий Валентинович, Быков Илья Альбертович К методике определения расчетных величин пожарного риска наземных резервуаров с нефтепродуктами // Современные проблемы гражданской защиты. 2017. №1 (22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-metodike-opredeleniya-raschetnyh-velichin-pozharnogo-riska-nazemnyh-rezervuarov-s-nefteproduktami> (дата обращения: 01.05.2021).

23. Research on Fire and Explosion Accidents of Oil Depots [electronic resource]. URL: <http://oils.gpa.unep.org/facts/oilspills.htm> (date of application: 11.04.2021).

24. Oil and Gas workers [electronic resource]. URL: <https://www.lawyersandsettlements.com/lawsuit/oil-and-gas-accidents.html> (date of application: 12.04.2021).

25. Overflowing Oil Storage Tanks Raise Risk Of Accidents In Libya [electronic resource]. URL: <https://oilprice.com/Latest-Energy-News/World->

News/Overflowing-Oil-Storage-Tanks-Raise-Risk-Of-Accidents-In-Libya.html

(date of application: 13.04.2021).

26. List of natural gas and oil production accidents in the United States [electronic resource]. URL:

[https://wiki2.org/en/List\\_of\\_natural\\_gas\\_and\\_oil\\_production\\_accidents\\_in\\_the\\_United\\_States](https://wiki2.org/en/List_of_natural_gas_and_oil_production_accidents_in_the_United_States) (date of application: 14.04.2021).

27. Safety Alert : Rupture of an (atmospheric) crude oil storage tank [electronic resource]. URL: <https://ru.scribd.com/document/345347333/A-Study-of-Storage-Tank-Accidents-pdf> (date of application: 15.04.2021).