

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 магистратуры

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Исследование и анализ тактических возможностей пожарных подразделений при тушении возможного пожара на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга»

Студент

И.Е. Шестоперов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

к.т.н., И.И. Рашоян

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

Тольятти 2021

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 3  |
| Термины и определения.....  | 10 |
| Перечень сокращений и обозначений.....  | 11 |
| 1 Пожарно-техническая характеристика станции смешения нефти<br>производственной площадки «Самара» Самарского районного<br>нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга .....  | 12 |
| 1.1 Характеристика объекта.....   | 12 |
| 1.2 Данные о пожарной нагрузке.....   | 18 |
| 1.3 Выбор направления исследования.....   | 22 |
| 2 Анализ и оценка пожарной безопасности на объекте станции<br>смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского<br>районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга»<br>.....                            | 25 |
| 2.1 Общепринятые принципы тактических возможностей пожарных<br>подразделений объектов нефтехимии.....   | 25 |
| 2.2 Данные статистики о пожарах на объектах нефтехимии.....   | 36 |
| 2.3 Анализ пожарной безопасности при осуществлении деятельности<br>объекта.....   | 41 |
| 2.4 Прогноз развития пожара.....  | 52 |
| 3 Внедрение современных средств защиты и обеспечения пожарной<br>безопасности на станции смешения нефти производственной площадки<br>«Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО<br>«Транснефть-Приволга» ..... | 59 |
| 3.1 Разработка алгоритмов действий пожарных подразделений .....   | 59 |
| 3.2 Выбор технических решений при тушении пожара.....   | 64 |
| 3.3 Основные этапы действий при тушении возможного пожара.....  | 71 |
| Заключение.....   | 78 |
| Список используемых источников.....   | 80 |

## Введение

Тактическими возможностями пожарных подразделений является комплекс действий по спасению и эвакуации людей в ходе возникающих пожаров, включающих в себя и техническую сторону вопроса – задействованные пожарно-технические средства, вооружение, техника и автомобили. Тактические возможности пожарных подразделений во многом зависят от ряда сопутствующих факторов. Конкретно, это тактико-технические характеристики пожарных автомобилей, численность боевого расчета караула на основных и специальных пожарных отделениях отдельного пожарного подразделения, дислоцируемого на определённой территории. Основная боевая единица в вопросе изучения тактических возможностей, это личный состав пожарных подразделений, выполняющий задачи по спасению людей и имущества, а также локализации и ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций. Средства обеспечения действий личного состава – основные и специальные пожарные автомобили, пожарная техника (установки пожаротушения, пожарно-техническое вооружение и оборудования – рукавные линии, разветвления, боевая одежда, пожарные стволы, костюмы, аварийно-спасательный инструмент). Кроме того, также это огнетушащие вещества, водоподающая техника, средства связи и оповещения, технические средства служб жизнеобеспечения и других служб муниципального образования. Основные пожарные автомобили, являются, самыми боеспособными в тактике тушения пожара, это автоцистерны, пожарные насосные станции, автомобили первой помощи, водяного, углекислотного тушения. Кроме того, это пожарные поезда, катера, самолеты и вертолеты, но реже в использовании вследствие специфичности своего назначения и применения.

Пожарные автоцистерны – самостоятельная техническая пожарная единица, используемая на 90% выездов по тревоге пожарных подразделений. Тактически различаются в зависимости от грузоподъемности: легкие,

среднего класса, тяжелые. Среди пожарных автомобилей могут также привлекаться специальные автомобили (коленчатые подъемники, автолестницы, автомобили рукавные), а также вспомогательные автомобили (передвижные авторемонтные мастерские, топливозаправщики, автобусы, тракторы, бойлеры). Тактические возможности подразделений возрастают и отличаются своей бесперебойной работой при установке автоцистерн на пожарные гидранты или водоемы. Без установки на ПГ личный состав подразделений ПО может работать лишь в случаях крайней необходимости. Конкретно, это необходимость немедленного введения ОВ в очаг пожара, или примыкающей к нему зоны для спасания людей.

«Меры, которые необходимо обеспечить для безопасности предприятия нефтегазового комплекса и которые мы быстро и аккуратно разработаем для заказчика, утверждаются руководителем. назначается ответственное лицо, обязанное пройти подготовительный инструктаж и сдать экзамен. К мероприятиям по защите принадлежат следующие:

- организационные – соблюдение правил при эксплуатации транспорта и оборудования; организация группы добровольцев для пожарной охраны объекта.

- технические – касаются оборудования, жизненно важных систем объекта (вентиляция, отопление, водоснабжение, электропроводы, освещение), технологических процессов, а именно – обеспечения правильной их эксплуатации и размещения. К данным мероприятиям также относится выполнение предписанных действий по обслуживанию пожарной техники.

- Режимные – оформление мест для курения; проведение огневых работ в специально оборудованных помещениях; правильное хранение и обращение с горючими материалами и т. д.

- Эксплуатационные - профилактические и регулярные осмотры оборудования; испытания; ремонт; замены; поддержание исправного состояния технологического и противопожарного оборудования» [16].

Актуальность и научная значимость настоящего исследования заключается в детальной проработке проблемы, изучении новых способов тушения и внедрения тактических мер по повышению эффективности пожаротушения вследствие того, что:

- Предприятия с нефтепродуктом – объекты сырьевой базы, постоянно усиливающие рост собственных производственных масштабов;
- Пожары с наличием нефтепродукта при возникновении отличаются затяжным характером, невозможностью использовать в качестве ОВ воду;
- Обеспечение пожарной безопасности ПОО, ВПО является стратегическим направлением политики государства;
- Недостаточной проработкой проблемы в области пожаротушения нефтепродуктов;
- Острая необходимость минимизировать риск возникновения пожаров на объектах нефтехимии из-за невосполнимого ущерба окружающей среде.

Кроме того, актуальность и научная значимость настоящего исследования подтверждается следующими аргументами:

- Важность обеспечения безопасности на потенциально-опасных объектах для обеспечения национальной безопасности страны.
- Объекты нефтехимии – одна из основных сырьевых баз для большинства отраслей промышленности и стран-импортеров.
- Минимизация пожаров на объектах нефтехимии для сохранения экологии, как одного из основных направлений политической деятельности органов власти РФ.
- Объекты нефтехимии – часть зданий, образующих городскую застройку. Поэтому недопустимо горение склада нефтепродуктов из-за непосредственной угрозы близлежащим строениям, зданиям и объектам.

Объект исследования: система управления боевыми действиями по тушению пожара объекта нефтехимии.

Предмет исследования: способы улучшения тактических возможностей пожарных подразделений при тушении возможного пожара на объекте нефтехимии.

Цель исследования: повышение эффективности тактических методов по тушению пожара при условии внедрения способов теоретической и практической направленности на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга».

Гипотеза исследования состоит в том, что можно повысить эффективность тактических возможностей пожарных подразделений, если:

- Проанализировать оперативно-тактическую характеристику объекта нефтехимии, конкретно расположение и количество обращающегося в технологическом процессе нефтепродукта;
- Выявить основные особенности тушения пожаров на объектах нефтехимии с приведением статистических данных;
- Определить направление для дальнейшего исследования;
- Подобрать технические и организационные решения по повышению эффективности тактических возможностей пожарных подразделений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Описать технологический процесс, характеристику выбранного объекта - станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга».
- Привести основные особенности проведения боевых действий по тушению пожара на объектах нефтехимии с точки зрения основ пожарной

тактики, актуальных источников нормативно-справочной документации, а также существующего опыта.

- Сформулировать алгоритм общих принципов боевых действий по тушению пожара непосредственно для объекта нефтехимии.

- Произвести поиск технических решений в области пожаротушения объектов нефтехимии.

- Теоретико-методологическую основу исследования составили: федеральные законы РФ, постановления Правительства РФ, приказы и документы МЧС России актуальной редакции, учебные пособия пожарной тактики, техники и пожаротушения,

Базовыми для настоящего исследования явились также: техническая документация объекта, документы предварительного планирования действий пожарных подразделений – план тушения пожара; ныне используемые тактические методы и принципы пожарной тактики; данные патентов и изобретений современных средств пожаротушения.

Методы исследования: теоретический, информационно-аналитический, библиографический, метод анализа, метод сравнения, моделирование, расчетный, практический.

Опытно-экспериментальная база исследования – Главное управление МЧС России по Самарской области, проведение пожарно-тактических учений на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга».

Научная новизна исследования заключается в:

- Обобщении узкоспециализированных тактических методов и приемов тушения пожара объектов нефтехимии на основе обновленного Устава подразделений пожарной охраны 2017 года;

- Конкретизации методов тактических возможностей пожарных подразделений при тушении возможного пожара;

- Формировании технологии тактических методов пожаротушения, направленных на снижение сроков ликвидации имеющегося пожара на объекте нефтехимии;

- Новом аспекте пожарной тактики, акцентирующемся на аварийной разведке и спасении пожарных на месте пожара – сравнительно новом направлении к изучению в сфере пожаротушения.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

- Обобщении методов тактических возможностей пожарных подразделений при тушении возможного пожара на объекте нефтехимии с учетом обновленного Устава подразделений пожарной охраны 2017 года;

- Определении содержания тактических возможностей пожарных подразделений к тушению пожара;

- Анализе статистических данных о пожарах с наличием нефтепродукта;

- Готовом сформулированном исследовании по теме диссертации для последующего использования детальной проработки вопроса.

Практическая значимость исследования заключается в проведении пожарно-тактических учений на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга».

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- Четким определением существующих мер, принципов и методов пожарной тактики, существующих в РФ;

- Комплексным анализом нормативно-справочной документации в области пожаротушения;

- Объективным анализом содержания диссертационного исследования с материалами статей, научных публикаций и квалификационных работ по похожей тематике;



– Аргументированным подбором технических решений, используемых в сфере пожаротушения, ограничивающих исходные данные диссертационного исследования.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в разработке схем и планов для пожарно-тактических учений на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга», кроме того, проведение деловой игры в системе школы повышения оперативного мастерства.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Результаты исследования опубликованы в статье «Особенности тактики тушения пожара на объектах нефтехимии» научного журнала «Интернаука», часть II.

На защиту выносятся:

– Результаты анализа технологического процесса, пожарно-технических характеристик станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга».

– Результаты анализа основных особенностей проведения боевых действий по тушению пожара на объектах нефтехимии с точки зрения основ пожарной тактики, актуальных источников нормативно-справочной документации, а также существующего опыта.

– Разработанный алгоритм общих принципов боевых действий по тушению пожара непосредственно для объекта нефтехимии.

– Результаты внедрения технических решений в области пожаротушения объектов нефтехимии.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 10 рисунков, 7 таблиц, список использованной литературы (36 источников). Основной текст работы изложен на 85 страницах.

## Термины и определения

Пожарная безопасность – состояние защиты объектов от опасных факторов пожара или возможности возникновения факторов горения.

«Резервуарный парк - группа (группы) резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов и размещенных на участке территории, ограниченной по периметру обвалованием или ограждающей стенкой при наземных резервуарах и дорогами или противопожарными проездами при подземных (заглубленных в грунт или обсыпанных грунтом) резервуарах, установленных в котлованах или выемках» [23].

Станция смешения нефти – объект производственной инфраструктуры нефтехимического комплекса, к функциям которого относятся прием и перекачка нефти и нефтепродуктов.

Тактические действия пожарных подразделений – боевые действия по тушению пожара личного состава пожарной охраны, направленные на спасение людей и ликвидацию пожара в возможно короткие сроки.

## Перечень сокращений и обозначений

- АО – акционерное общество
- АСР – аварийно-спасательные работы
- БИК – блок измерений показателей качества
- ВПО – взрывопожароопасные объекты
- ГПС – государственная противопожарная служба
- КИП и А – контрольно-измерительные приборы и автоматика
- ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость
- ОАО АК - открытое акционерное общество Акционерная компания
- ОФП – опасные факторы пожара
- НПС – нефтеперекачивающая станция
- ПОО – потенциально-опасные объекты
- ПСЧ – пожарно-спасательная часть
- РВСП – резервуар вертикальный стальной с понтоном
- РТО – ремонтно-техническое обслуживание
- РЭУ – ремонтно-эксплуатационное управление
- СА – системы автоматики
- СИЗОД – средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения
- СИКН – система измерений количества и параметров нефти
- ССН - станция смешения нефти
- ФПС – федеральная противопожарная служба
- ЩСУ – щиты станции управления
- ЧРП – частотно-регулируемый привод
- ЧС – чрезвычайная ситуация

# 1 Пожарно-техническая характеристика станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга»

## 1.1 Характеристика объекта

АО «Транснефть-Приволга» — это дочернее производственное предприятие ПАО «Транснефть». Рассматриваемый объект является оператором магистральных нефтепроводов, находящихся в Республике Татарстан, Оренбургской, Самарской, Саратовской, Волгоградской и Ростовской областях. На рисунке 1 представлено фото АО «Транснефть-Приволга».



Рисунок 1 – Фото АО «Транснефть-Приволга»

АО «Транснефть — Приволга» - крупнейшая компания-оператор магистральных нефтепроводов, расположенных в Республике Татарстан, Оренбургской, Самарской, Саратовской, Волгоградской и Ростовской областях.

«Основными направлениями деятельности АО «Транснефть-Приволга» являются:

- Обеспечение транспортировки нефти по трубопроводной системе на территории Татарстана, Оренбургской, Самарской, Саратовской, Волгоградской и Ростовской области.
- Диагностические, профилактические и аварийно-восстановительные работы;
- Обеспечение охраны окружающей среды в районах, где проходит трубопроводная система» [1].

Протяженность магистралей АО «Транснефть — Приволга» в однониточном исполнении 5,3 тыс. км, 34 НПС перекачивают треть нефти, добытой в России — это более 140 млн тонн в год [3]. Резервуарный парк «Самара» превышает 1,6 млн. кубометров. Районные нефтепроводные управления (филиалы АО «Транснефть — Приволга») расположены в Бугуруслане, Самаре, Саратове и Волгограде [2].

«Производственная площадка «Самара» - мощный нефтяной транспортный узел ОАО «АК «Транснефть». К 2024 году, когда завершится масштабная программа реконструкции площадки, здесь появятся новые насосные станции, средства учета, системы автоматизации и узлы компаундирования. Крупнейший в Европе резервуарный парк обновится на четверть. Из 80 объектов, включенных в программу, 11 введут в строй уже 2024 году» [1].

Очевидно, что «Производственная площадка «Самара» - производственное предприятие нефтехимического комплекса, которое увеличивает поставки топлива по различным компаниям и отраслям экономики. Тем не менее, такое темп развития диктует срочную необходимость создания комплекса обеспечения техносферной безопасности опасного производственного объекта. На рисунке 2 изображено фото АО «Транснефть-Приволга».



Рисунок 2 – Фото АО «Транснефть-Приволга»

«Крупнейшая в Европе площадка «Самара» по праву считается ключевым транспортным узлом системы магистральных трубопроводов ОАО «АК «Транс-нефть». В 2014 году через нее было прокачано более 130 млн тонн нефти - четверть от общероссийского объема добычи «черного золота». На территории площадки, которая составляет 216 Га, находятся нефтеперекачивающие станции «Самара-1» и «Самара-2», станция смешения нефти, а также база производственного обслуживания Самарского районного нефтепроводного управления. В общей сложности это 8 магистральных и подпорных насосных, 71 резервуар общим объемом 1,6 млн м<sup>3</sup> и множество других объектов. Старейший объект площадки - НПС «Самара-1». Ее построили в 1974 году. Это головная станция магистральных нефтепроводов Куйбышев - Унеча - Мозырь-1 и 2 («Дружба-1 и 2») и нефтепровода Куйбышев - Тихорецк. НПС «Самара-2» - головная станция магистрального нефтепровода Куйбышев - Лисичанск. Она вступила в строй в 1977 году, а в 1979-м ввели в эксплуатацию станцию смешения нефти» [1]. На рисунке 3 приведена схема генерального плана производственной площадки «Самара».

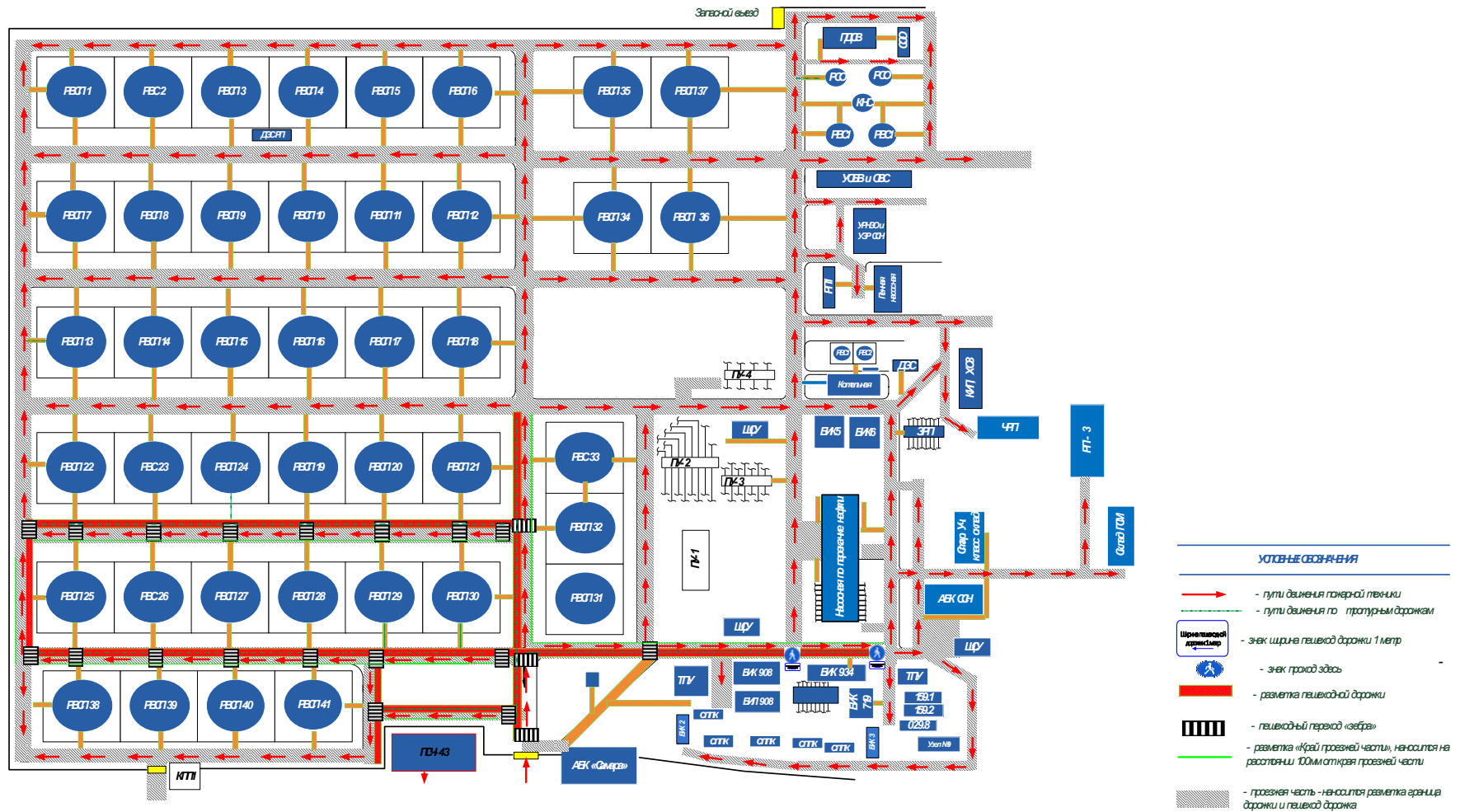


Рисунок 3 – Схема генерального плана производственной площадки «Самара»

Полная реорганизация деятельности крупнейшего предприятия АО «Транснефть-Приволга» начата в 2012 году, это мероприятие приурочено к комплексному плану реорганизации опасных производственных объектов РФ. Комплексный план реорганизации и планирования крупных производственных объектов рассчитан на 12 лет, включает в своем списке 90 ОПО, среди которых числятся резервуарные парки, нефтебазы и склады ГСМ.

«Отрадно, что и резервуары, и все оборудование, которое монтируется в ходе реконструкции, в частности задвижки, электроприводы - отечественного производства. Часть этого оборудования разработана и изготовлена на предприятиях, входящих в систему ОАО «АК «Транснефть». В 2015 году реконструкция в наибольшей степени затронула станцию смешения нефти. На ССН из приходящего сырья разного качества формируются потоки с заданными характеристиками - на юг, в Новороссийск, на запад, в страны Восточной Европы и на Новокуйбышевский нефтеперерабатывающий завод» [1].

Согласно плану реорганизации по документальному обоснованию обязательно проведение испытательной базы оборудования. Таким оборудованием на рассматриваемом объекте является система очистки резервуаров с нефтепродуктом. На период 2015-2018 гг система очистки была опробована и испытана эксплуатирующими организациями.

«В ходе реконструкции внедряется новая, современная технология смешения нефти. Вместо ручного управления процессом смешивания нефти - полная автоматизация. Будут построены три автоматизированных узла компаундирования, один из которых уже введен в строй в этом году, а два других запустят в 2017-м. Введены в эксплуатацию и две новые системы измерения количества и показателей качества нефти (СИКН). СИКН позволяют измерить в автоматизированном режиме массу брутто нефти с погрешностью 0,25%. Данные СИКН изготовлены на собственном



производстве - заводе «Транснефтемаш» АО «Транснефть - Верхняя Волга»» [1].

В системе опытно-экспериментальной базы комплексного плана сдан в эксплуатацию комплекс очистки и ремонта резервуаров, а также проведен плановый и капитальный ремонт инженерных коммуникационных сетей электроснабжения объекта.

«В июле прошлого года вступил в строй новый комплекс очистных сооружений. Вместо прудов-отстойников - два резервуара-накопителя и станция очистки производственно-дождевых сточных вод. Всего за период с 2015 по 2024 год на площадке «Самара» будет построено 18 новых резервуаров. Из них 15 - на замену существующих, а 3 резервуара - в порядке расширения резервуарного парка. Из 53 насосных агрегатов реконструируют 40, из 875 единиц запорной арматуры - 212. Заменят 321 км кабельных линий и 41 электроустановку» [1].

Путем объявления тендера на проектирование и разработку архитектурной части строительства АО «Транснефть-Приволга», под руководством администрации объекта проведен выбор конкурсантов на строительство нового резервуарного парка [15].

«Два из них будут строиться на площадке НПС «Самара-1», четыре - на площадке станции смешения нефти. Победитель конкурса будет определен в январе 2016 года, а начало работ запланировано на март 2016 года. К 2024 году «Самара» будет полностью обновлена и оснащена самым современным оборудованием» [1].

АО «Транснефть-Приволга» - крупнейшее предприятие, в состав которого входят десятки объектов нефтехимического комплекса. Поэтому основной целью развития и стратегическим направлением предприятия является обеспечение надежности, безопасности и современных методов развития в хранении и транспортировке нефтепродукта в условиях передового опыта и новых технологий. Политика компании включает поиск и разработку инновационных технологий, обеспечивающих увеличение

новых производственных площадок с учетом соблюдение мировых стандартов и риск-ориентированного подхода.

«К числу основных путей достижения поставленной цели относятся:

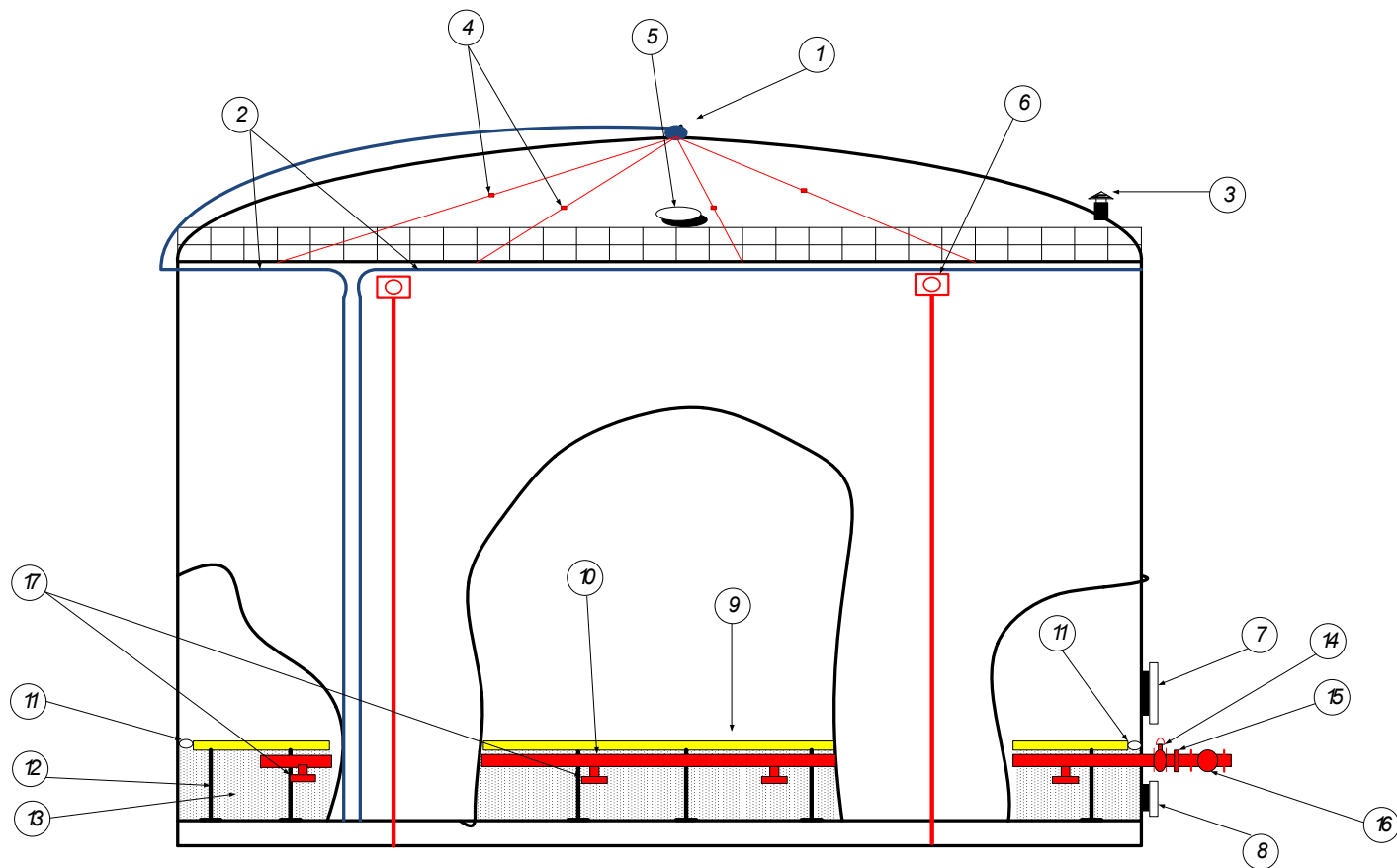
- Увеличение мощности системы магистральных нефтепроводов для обеспечения транспортировки нефти в соответствии с планируемыми объемами добычи нефти на эксплуатируемых и новых месторождениях;
- Повышение энергоэффективности за счет реализации мероприятий по экономии энергетических ресурсов;
- Повышение производительности труда;
- Инновационное развитие производственной деятельности;
- Обеспечение надежности эксплуатируемой системы магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов на основе результатов диагностики, реконструкции и модернизации основных фондов;
- Повышение экологической и промышленной безопасности производственных объектов Компании;
- Развитие социальных гарантий работников Компании» [5].

Развитие АО «Транснефть-Приволга» является одной из важнейших задач, которая включает в себя не только увеличение масштабов производства и доходов компании, но и соблюдение экологических норм положенности и правил промышленной и пожарной безопасности.

## **1.2 Данные о пожарной нагрузке**

Резервуарный парк станции смешения нефти состоит из 37 РВСП, объем которых 20000 м<sup>3</sup>, а также четырех РВС, объемом 20000 м<sup>3</sup>, из них 1 РВС-20000 м<sup>3</sup> № 33 предназначен для запаса воды на противопожарные нужды. Резервуары служат для обеспечения бесперебойной работы сооружений насосных систем путём накопления нефти различных потоков и направления её на всасывающие линии нефтяных насосов. Резервуары № 1-30 расположены в группах по 6 единиц в каждой. Резервуары № 31-33

расположены в группе из 3 единиц. На рисунке 4 приведена схема устройства резервуаров рассматриваемого объекта.



1- клапан орошения крыши; 2 - полукольца орошения; 3 - огнепреградитель; 4- ИП 103 - 10 шт; 5 - световой люк; 6 – камера низко кратной пены; 7- люк 3-го пояса; 8 – люк 1-го пояса; 9 – понтон; 10 – кольцо послойного пенотушения с пенными насадками; 11 – затвор; 12 – стойка; 13 – нефть, 14 – коренная задвижка; 15 – разрывная мембрана; 16 - обратный клапан; 17 – пенные насадки

Рисунок 4 – Схема генерального плана производственной площадки «Самара»

Резервуары № 34-37 расположены в группах по 2 единицы. Резервуары № 38-41 объединены в группу из 4 единиц. Группа имеет одно общее обвалование, а каждый из РВСП отделен от соседнего внутреннего обвалования. Резервуары оборудованы системами дистанционного и местного управления и контроля технологических параметров, пожарной сигнализацией, автоматической системой пожаротушения, системой орошения, промышленной канализацией. Резервуары № 34-37, 38-41 оборудованы комбинированной системой автоматического пожаротушения, с подачей пены низкой кратности в слой нефти и зазор понтона и стенки резервуара, запитанной от насосной станции пожаротушения НПС «Самара-1». На территории резервуарного парка имеются 96 водяных и 68 растворных гидрантов, а также 4 пожарных водоема 250 м<sup>3</sup> каждый. Резервуар противопожарного запаса воды объемом 20000 м<sup>3</sup>, РВС-20000 м<sup>3</sup> № 33 с возможностью установки двух пожарных автомобилей ПНС-110. У РВСП-№1-30 противопожарный водопровод кольцевой, диаметром 250 мм запитанный от насосной 2-го подъема ССН. У РВСП-31-32, 34-41 противопожарный водопровод кольцевой отдельно на каждую группу, диаметром 200 мм запитанный от насосной станции пожаротушения НПС «Самара-1».

Всего на ССН находится в эксплуатации две открытые площадки подпорных насосов: большая - между РВС-20000 №33 (противопожарного запаса воды) и РВСП-20000 №34,36 подпорная насосная с 12 шт. насосов и малая – в районе ЧРП (два насоса).

Большая подпорная насосная открытого типа имеет размеры длина 96 м, ширина 36 м. В подпорной насосной установлены насосы марки НПВ 2500 - 80 в количестве 9 шт производительностью 2500 м<sup>3</sup>/час каждый, напором 80 м. вод. ст. (1/1, 1/2, 1/3, 2/1, 2/2, 3/1, 3/2, 4/1, 4/2) насосы марки НПВ 1250 – 60 в количестве 3 шт. производительностью 1250 м<sup>3</sup>/час каждый, напором 60 м. вод. ст. (5/1, 6/1, 6/2). Насосы расположены в два ряда по 6 шт. с обвалованием каждой площадки длиной 80 м и шириной 9 м. Площадки

насосных оборудованы пожарной сигнализацией с 24 датчиками пламени. Также по периметру насосной имеются датчики для остановки насосов в случаи аварии или пожара и ручные пожарные извещатели.

Насосная оборудована системой сбора и откачки утечки нефти, с торца насосной имеется две заглубленные емкости ЕП-40. В технологическом процессе насосной по перекачке нефти имеется большое количество нефти, находящейся под давлением. Малая подпорная насосная открытого типа имеет размеры длина 26 м, ширина 8 м. В подпорной насосной установлены насосы марки НПВ 1250 - 110 в количестве 2 шт производительностью 1250 м<sup>3</sup>/час каждый, напором 110 м. вод. ст. (7/1, 7/2). Площадки насосных оборудованы пожарной сигнализацией с 8 датчиками пламени. Также по периметру насосной имеются датчики для остановки насосов в случаи аварии или пожара и ручные пожарные извещатели. Насосная оборудована системой сбора и откачки утечки нефти, с торца насосной имеется заглублённая емкость ЕП-25.

Насосы 1 группы (1/1, 1/2, 1/3) предназначены для перекачки нефти на НПС «Самара-1», и далее в МН «КБШ-Тихорецк». Насосы 3 группы (3/1, 3/2,) предназначены для перекачки нефти на НПС «Самара-1», НПС «Самара-2» и далее в МН «КБШ-Лисичанск» и в АО «Транснефть-Дружба».

Насосы 6 группы (6/1, 6/2,) предназначены для перекачки нефти на АО «НК «НПЗ». Насосы 2,4,5,7 группы являются насосами внутрисканционнoй перекачки. Пожар может быстро распространиться по площади разлитого нефтепродукта площадки насосных.

В резервуарном парке вдоль дороги на расстоянии 150 метров от насосных, проходят кольцевые водопроводы диаметром 250 мм и 200 мм. Вдоль парка также предусмотрена система сбора и откачки утечки нефти, с торца насосной имеется две заглубленные емкости ЕП-40. В технологическом процессе насосной по перекачке нефти имеется большое количество нефти, находящейся под давлением. При этом возможно испарение нефтепродукта при любом температурном режиме, где может

наблюдаться перенасыщение паров нефтепродукта с последующим возникновением взрыва.

### **1.3 Выбор направления исследований**

Первым этапом исследования является обзор технической документации объекта - станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга». Необходимо изучить и описать объект со стороны проектирования и объемно-планировочных решений, направление деятельности и особенности технологического процесса. Далее, также важно выявить основные результаты проведенного обзора – важные положения принять как исходные данные для дальнейшего анализа пожарной безопасности на данный момент эксплуатации [4].

Вторым шагом исследования является анализ и оценка пожарной безопасности объекта, предусматривающие выявление недостатков и недоработок системы ПБ для последующей проработки проблемы и предложений к ее решению. На данном этапе исследования будут включены детальные шаги проработки по описанию норм пожарной безопасности непосредственно объектов нефтехимии, а также данные статистики об авариях, инцидентах, пожарах и взрывах на объектах рассматриваемой категории.

На основе анализа статистических данных можно сформулировать основные причины и особенности произошедших ранее аварий и пожаров, которые будут положены в основу заключительного этапа исследования.

Заключительным этапом исследования является предложение к внедрению организационных и технических решений по совершенствованию тактических возможностей пожарных подразделений при тушении возможного пожара на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга». Это решается, прежде всего, системой

предупредительных и превентивных мероприятий на разных уровнях и этапах технологического процесса. Здесь задействованы администрация и руководство объекта, работники предприятия, службы охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, контролирующие органы – Ростехнадзор, пожарная охрана, федеральные органы исполнительной власти. Соответственно, повышение уровня пожароопасности объекта является целью стратегического направления, а исследование и анализ тактических возможностей пожарных подразделений – целью настоящего диссертационного исследования. Цель позволяет решить только комплекс задач, направленных на изучение процессов предприятия, выбор решений и тактики тушения возникшего пожара на данном объекте.

Методика выполнения решаемой задачи и поставленной цели осуществляется следующими этапами:

- Описание технологического процесса, характеристики выбранного объекта - станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга»;

- Выявление основных особенностей проведения боевых действий по тушению пожара на объектах нефтехимии с точки зрения основ пожарной тактики, актуальных источников нормативно-справочной документации, а также существующего опыта;

- Формулирование алгоритмов общих принципов боевых действий по тушению пожара непосредственно для объекта нефтехимии;

- Выбор технических решений в области пожаротушения объектов нефтехимии.

Методы, используемые в исследовании - теоретический, информационно-аналитический, библиографический, метод анализа, метод сравнения, моделирование, расчетный, практический.



## **Выводы по 1 разделу**

Станция смешения нефти предназначена для приема, смешивания и перекачки нефти из районов Тюмени, Удмуртии, Оренбургской и Самарской области, и поставки ее на экспорт через НПС «Самара-1», которая перекачивает нефть через западную границу России, по нефтепроводу Дружба-2, а также поставки ее по трубопроводу «Самара – Тихорецк» в южные районы страны на Украину и выход на Черное море. Нефтеперекачивающая станция смешения нефти расположена на расстоянии 3,8 км юго-восточнее п. Просвет Волжского района Самарской области на площади - 93 га, и на расстоянии 38 километров от города Самары.

На территории ССН находятся следующие объекты: товарный парк резервуаров (80 единиц), производственные здания (пункты управления, узлы арматуры, стационарные установки, замерные узлы, узлы смешения нефти, склады ЛВЖ, АБК и вспомогательные помещения).

Резервуарный парк станции смешения нефти состоит из 37 РВСП, объем которых 20000 м<sup>3</sup>, а также четырех РВС, объемом 20000 м<sup>3</sup>, из них 1 РВС-20000 м<sup>3</sup> № 33 предназначен для запаса воды на противопожарные нужды. Резервуары служат для обеспечения бесперебойной работы сооружений насосных систем путём накопления нефти различных потоков и направления её на всасывающие линии нефтяных насосов. Резервуары № 1-30 расположены в группах по 6 единиц в каждой.

Весь технологический процесс производства относится к взрывопожароопасному, поэтому все оборудование защищено средствами автоматического обнаружения и тушения пожара. В случае отказа пожарной и технологической автоматики, что приведет к позднему обнаружению пожара, потребуется большое количество огнетушащих средств и пожарной техники. Поскольку в товарном парке станции смешения нефти в среднем

хранится 680 000 м<sup>3</sup> нефти и в среднем за сутки станция осуществляет прием-перекачку в объеме 200 000 м<sup>3</sup>.

## **2 Анализ и оценка пожарной безопасности на объекте станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга»**

### **2.1 Общепринятые принципы тактических возможностей пожарных подразделений объектов нефтехимии**

Тушение пожаров осуществляется в соответствии с законодательством РФ организациями и подразделениями пожарной охраны под руководством должностных лиц, имеющих допуск на осуществление деятельности и порядок работы в непригодной для дыхания среде.

«Проведение аварийно-спасательных работ, осуществляемых пожарной охраной, представляет собой действия по спасению людей, имущества и (или) доведению до минимально возможного уровня воздействия взрывоопасных предметов, опасных факторов, характерных для аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций. При тушении пожаров с участием других видов пожарной охраны функции по координации деятельности других видов пожарной охраны возлагаются на федеральную противопожарную службу» [6].

«Порядок привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, пожарно-спасательных гарнизонов для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ утверждается федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности. Выезд подразделений пожарной охраны на тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ в населенных пунктах и организациях осуществляется в безусловном порядке» [6].

Все действия, направленные на тушение пожаров, носят безвозмездный

характер и не подразумевают никакой оплаты своей деятельности. Прием и передача сообщений о пожаре осуществляется по телефонным линиям, срабатывании сигнализации. По телефону городской связи прием осуществляется непосредственно на центральный пункт пожарной связи, а также посредством иных оперативных служб жизнеобеспечения для последующей высылки подразделений пожарной охраны к месту аварий, пожаров или иных чрезвычайных ситуаций.

В таблице 1 конкретизированы данные о зданиях, сооружениях, помещениях, оборудованных автоматическими установками пожаротушения.

Таблица 1 - Здания, сооружения, помещения, оборудованные автоматическими установками пожаротушения

| № п/п | Наименование объекта        | Наименование средств защиты | Количество мониторов на одном резервуаре |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| 1     | РВСП №№1-32                 | АУПТ                        | 3 ВПГ-30<br>2 ВПГ-20<br>6 ГПС-2000       |
| 2     | РВСП №№34-41                | АУПТ                        | 3 ВПГ-30<br>2 ВПГ-20<br>5 КНП-5          |
| 3     | Насосная по перекачки нефти | АУПТ                        | 6 ГПС-2000                               |

В таблице 2 конкретизированы данные о зданиях, сооружениях, помещениях, оборудованных АПС.

Таблица 2 - Здания, сооружения, помещения, оборудованные автоматической пожарной сигнализацией

| Наименование объекта                            | Вид установки | Тип извещателя          | Количество |
|---|---------------|-------------------------|------------|
| 1   | 2             | 3                       | 4          |
| Резервуарный парк                               |               | Ручной – ИП 535         | 87         |
| РВСП №№ 1,2,7,9,14,16, 19,22,26,27,32           | АПС           | Тепловой ИП 103-1В      | 110        |
| РВСП № 3,4,5,6,8,10,11,12,13, 15,17,18,20,21,23 | АПС           | Тепловой ИПЦЭС – 101-1с | 252        |
| РВСП №№ 34-41                                   | АПС           | Тепловой ИПЦЭС – 101-1с | 96         |
|   |               | Ручной – ИП 535         | 22         |
| Насосная по перекачки нефти                     | АПС           | Тепловой ДПС -038       | 15         |

Продолжение таблицы 2

| 1   | 2    | 3                                      | 4  |
|---|------|--|----|
| Узел компаундирования нефти<br>БИК №5; №6 с ЩСУ и блок боксом КИП и А                 | АПС  | Извещатель пламени                     | 8  |
|   |      | Дымовой ИП 212                         | 4  |
|   |      | Ручной ИП 535-07Е                      | 4  |
| Операторная (МДП); РУ-1; РУ-2; КТП; инструментальная комната ССН                      | АПС  | Дымовой ИП 212 - ЗСУ                   | 33 |
|   |      | Тепловой ИП – 103-5/1                  | 16 |
|   |      | Ручной ИПР ЗСУ                         | 8  |
| АБК УОБВ и ОВС  | АПС  | Дымовой ИП 212-ЗСУ                     | 12 |
|   |      | Ручной ИПР ЗСУ                         | 2  |
| Станция очистки ПДСВ  | АПС  | Дымовой ИП 212-ЗСУ                     | 14 |
|   |      | Ручной ИПР 535- ЗСУ                    | 5  |
|   |      | Линейно-оптический                     | 3  |
| СОО   | АПС  | Дымовой ИП 212-ЗСУ                     | 8  |
|   |      | Ручной ИП 535 ЗСУ                      | 4  |
| Станция биологической очистки, РВС 400 №1,2, РВС 2000 №1,2; технологические помещения | АПС  | Ручной ИП 535-07Е                      | 18 |
|   |      | Дымовой ИП 212-58                      | 15 |
|   |      | Тепловой взрывозащищенный ИП 101-07 МД | 18 |
| УРНЭО, РММ  | АПС  | Дымовой ИП-212 ЗСУ                     | 42 |
|   |      | Ручной ИПР ЗСУ                         | 4  |
| Котельная, топливная насосная   | АПС  | Дымовой ИП 212-ЗСУ                     | 28 |
|   |      | Ручной ИПР ЗСУ                         | 4  |
| УРТО и СА   | АПС  | Дымовой ИП 212-ЗСУ                     | 44 |
|   |      | Ручной ИПР                             | 2  |
| РЭУ   | АПС  | Дымовой ИП 212-ЗСУ                     | 10 |
|   |      | Ручной ИПР ЗСУ                         | 1  |
|   |      | Тепловой ИП-103-5/1                    | 11 |
| УОРП  | АПС  | Дымовой ИП 212-ЗСУ                     | 18 |
|   |      | Тепловой ИП-103-5/1                    | 4  |
|   |      | Ручной ИПР ЗСУ                         | 2  |
| Гараж узла связи [19]   | АПС  | Тепловой ИП 103-5                      | 18 |
|   |      | Ручной ИПР ЗСУ                         | 1  |
| ЧРП   | АУПТ | Дымовой ИП 212 -ЗСУ                    | 3  |
|   |      | АПЦ                                    | 4  |
| Пенная насосная   | АПС  | Дымовой ИП 212 – ЗСУ, ИПР              | 4  |
|   |      |  | 2  |

Продолжение таблицы 2

| 1   | 2    | 3   | 4                 |
|---|------|---|-------------------|
| РП 1  | АПС  | Дымовой ИП 212 -ЗСУ<br>ИПР  | 4<br>2            |
| РП 3  | АУПТ | Дымовой ИП 212- ЗСУ<br>АПЦ  | 10<br>1           |
| Склад ЛВЖ   | АПС  | Тепловой ВТК<br>Тепловой<br>взрывозащищенный<br>Ручной ВТМ<br>Ручной<br>взрывозащищенный<br>ВТМЕХ | 15<br>6<br>6<br>2 |
| АБК ССН   | АПС  | Дымовой ИП 212-ЗСУ<br>Ручной ИПР ЗСУ<br>Тепловой ИП-103-5/1                                       | 20<br>4<br>4      |
| АБК пл. «Самара»<br>(хим. лаборатория, узел<br>связи, бомбоубежище) | АПС  | Дымовой<br>ИП 212-46М<br>Ручной ИПР ЗСУ<br>Датчик пламени   | 221<br>10<br>4    |
| ЗУ-1  | АПС  | Ручной ИПР 535  | 5                 |
| Столовая, здрав.пункт,<br>оздоровительный комплекс<br>пл. «Самара»  | АПС  | Дымовой ИП 212—<br>46М-Р<br>Ручной ИП 513-3А  | 56<br>8           |
| Пожарное депо   | АПС  | Ручной ИПР «Элат»<br>Дымовой ИП 212-ЗСУ<br>Тепловой ИП 103-5/1                                    | 5<br>17<br>121    |
| ДЭС пожарного депо  | АУПТ | Дымовой ИП-212-45<br>Тепловой ИП 105-1Д<br>Датчик пламени<br>Ручной ИП 535                        | 6<br>4<br>4<br>1  |
| БИК № 719, ЩСУ  | АУПТ | Дымовой ИП 212<br>Датчик пламени  | 2<br>4            |
| БИК № 908 с блок -боксом<br>КИП и А, ЩСУ                            | АПС  | Ручной ИП 353-07Е<br>Дымовой ИП 212-58<br>Датчик пламени  | 4<br>4<br>4       |
| БИК № 934   | АПС  | Тепловой ИП 103   | 2                 |
| БИК № 1,2,3,4   | АПТ  | Датчик пламени<br>АПУ   | 16<br>4           |
| НСПТ  | АПС  | Дымовой<br>ИП 221-ЗСУ<br>АПУ  | 6<br>2            |
| ТПУ   | АПС  | Дымовой ИП 212-ЗСУ<br>Оптический<br>АПУ<br>ИПР [8]  | 3<br>4<br>2<br>1  |

«При тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ силами подразделений пожарной охраны, привлеченными силами и средствами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций проводятся необходимые действия для обеспечения безопасности людей, спасения имущества, в том числе:

- проникновение в места распространения (возможного распространения) опасных факторов пожаров, а также опасных проявлений аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций;

- Создание условий, препятствующих развитию пожаров, а также аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций и обеспечивающих их ликвидацию;

- Использование при необходимости дополнительно имеющихся в наличии у собственника средств связи, транспорта, оборудования, средств пожаротушения и огнетушащих веществ с последующим урегулированием вопросов, связанных с их использованием, в установленном порядке;

- Ограничение или запрещение доступа к местам пожаров, а также зонам аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций, ограничение или запрещение движения транспорта и пешеходов на прилегающих к ним территориях;

- Охрана мест тушения пожаров, а также зон аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций (в том числе на время расследования обстоятельств и причин их возникновения);

- Эвакуация с мест пожаров, аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций людей и имущества, оказание первой помощи;

- Приостановление деятельности организаций, оказавшихся в зонах воздействия опасных факторов пожаров, опасных проявлений аварий, если существует угроза причинения вреда жизни и здоровью работников данных организаций и иных граждан, находящихся на их территориях» [6].

Руководство тушением пожара принимает на себя должностное лицо

пожарной охраны, прибывшее к месту первым. Управление на месте пожара силами и средствами возможно только на принципах единоначалия руководства, оправданного риска и оперативного реагирования в экстремальных ситуациях. Функция руководителя тушения пожара передается с течением времени в ходе тушения пожара при прибытии высшего должностного лица.

«Проведение боевых действий по тушению пожаров на месте пожара для спасения людей, достижения локализации и ликвидации пожара в кратчайшие сроки должно осуществляться путем организованного применения сил и средств участников боевых действий по тушению пожара. Выполнение основной боевой задачи обеспечивается своевременным привлечением участников боевых действий по тушению пожаров, пожарной и аварийно-спасательной техники, огнетушащих веществ, пожарного инструмента и оборудования, аварийно-спасательного оборудования, средств связи и иных технических средств, стоящих на вооружении подразделений пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований» [7].

«При проведении боевых действий по тушению пожаров на месте пожара силами подразделений пожарной охраны, привлеченными силами единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС проводится разведка пожара, включающая в себя необходимые действия для обеспечения безопасности людей, спасения имущества, в том числе:

- Проникновение в места распространения (возможного распространения) опасных факторов пожара;
- Создание условий, препятствующих развитию пожара и обеспечивающих его ликвидацию;
- Использование при необходимости дополнительно имеющихся в наличии у собственника средств связи, транспорта, оборудования, средств пожаротушения и огнетушащих веществ с последующим урегулированием вопросов, связанных с их использованием, в установленном порядке;

– Ограничение или запрещение доступа к месту пожара, ограничение или запрещение движения транспорта и пешеходов на прилегающих к нему территориях [5];

– Охрана места тушения пожара (в том числе на время расследования обстоятельств и причин их возникновения) до прибытия правоохранительных органов;

– Эвакуация с места пожара людей и имущества, оказание первой помощи;

– Приостановление деятельности организаций, оказавшихся в зонах воздействия ОФП, если существует угроза причинения вреда жизни и здоровью работников данных организаций и иных граждан, находящихся на их территориях» [7].

«При проведении боевых действий по тушению пожаров на месте пожара определяется направление, на котором использование сил и средств подразделений пожарной охраны, участвующих в проведении боевых действий по тушению пожаров, в данный момент времени обеспечивает наиболее эффективные условия для выполнения основной боевой задачи. Решающее направление на пожаре всегда одно, но в ходе проведения боевых действий по тушению пожаров на месте пожара оно может меняться при выполнении поставленных задач в зависимости от оперативно-тактической обстановки на пожаре и условий тушения» [7].

«При определении решающего направления старшему оперативному должностному лицу пожарной охраны, которое управляет на принципах единоначалия участниками боевых действий по тушению пожара, следует исходить из следующих основных условий:

– Реальная угроза жизни людей, в том числе участников боевых действий по тушению пожаров на месте пожара, при этом их самостоятельная эвакуация невозможна – силы и средства подразделений пожарной охраны направляются на спасение людей;



– Угроза взрыва или обрушения строительных конструкций – силы и средства подразделений пожарной охраны сосредотачиваются и вводятся на направлениях, обеспечивающих предотвращение взрыва или обрушения строительных конструкций;

– Охват пожаром части здания (сооружения) и наличие угрозы его распространения на другие части здания (сооружения) или на соседние здания (сооружения) – силы и средства подразделений пожарной охраны сосредотачиваются и вводятся на направлениях, где дальнейшее распространение пожара может привести к наибольшему ущербу;

– Охват пожаром отдельно стоящего здания (сооружения) и отсутствие угрозы распространения огня на соседние здания (сооружения) – силы и средства;

– Подразделений пожарной охраны сосредотачиваются и вводятся в местах наиболее интенсивного горения;

– Охват пожаром здания (сооружения), не представляющего на момент прибытия подразделений пожарной охраны ценности, и наличие угрозы перехода пожара на соседние здания (сооружения) – силы и средства подразделений пожарной охраны сосредотачиваются и вводятся на защиту соседних, не горящих, зданий (сооружений)» [7].

На месте пожара любой территориальной или ведомственной принадлежности объекта пожара руководство тушением осуществляют должностные лица ФПС ГПС, поскольку согласно законодательству – это основной и главный вид пожарной охраны. Федеральная противопожарная служба охраняет внутригородскую территорию муниципальных образований, включающую все объекты особого назначения, предприятия и опасные производственные объекты. Даже при условии, что на их территории предусмотрена частная пожарная охрана.

«При проведении боевых действий по тушению пожаров личный состав пожарной охраны должен принимать меры по сохранению вещественных доказательств и имущества. По решению РТП при

достаточности сил и средств на месте пожара разведка пожара, боевое развертывание сил и средств, ликвидация горения, проведение АСР и других специальных работ могут выполняться одновременно» [7].

«При тушении пожаров одновременно проводятся АСР, включающие в себя действия по спасению людей, материальных ценностей и снижению вероятности воздействия ОФП, которые могут привести к травмированию или гибели людей, а также к увеличению материального ущерба. Проведение боевых действий по тушению пожаров на месте пожара с использованием СИЗОД в непригодной для дыхания среде осуществляется в соответствии с Правилами проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно- спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде» [7].

При том, что пожары с нефтепродуктом невозможно тушить водой из-за физико-химических свойств нефти, принято считать основным ОВ – пену низкой и средней кратности.

«Огнетушащее действие воздушно-механической пены заключается в изоляции поверхности горючего от факела пламени, снижении вследствие этого скорости испарения жидкости и сокращении количества горючих паров, поступающих в зону горения, а также в охлаждении горячей жидкости. Роль каждого из этих факторов в процессе тушения изменяется в зависимости от свойств горячей жидкости, качества пены и способа ее подачи. При подаче пены одновременно происходит разрушение пены от факела пламени и нагретой поверхности горючего. Накапливающийся слой пены экранирует часть поверхности горючего от лучистого теплового потока пламени, уменьшает количество паров, поступающих в зону горения, снижает интенсивность горения» [23].

Раствор пенообразователя обладает способностью прекращения горения методом охлаждения горящего слоя нефтепродукта. Далее, перемешиваясь, между веществами происходит теплообмен, который

уравнивает температурный режим горячей жидкости по всей площади и поверхности пожара.

«При тушении пожаров в резервуарах с вязкими и легкозастывающими продуктами (мазут, масла и нефть) возможно применение распыленной воды для охлаждения поверхностного слоя горячей жидкости до температуры ниже их температуры вспышки. Необходимым условием тушения распыленной водой является низкая среднеобъемная температура горючего (ниже температуры вспышки). Интенсивность подачи распыленной воды следует принимать  $0,2 \text{ л} \times \text{м}^{-2} \times \text{с}^{-1}$ . Для тушения проливов в обваловании и межсвайном пространстве под резервуаром, локальных очагов горения на задвижках, фланцевых соединениях, в зазоре между стенкой резервуара и плавающей крышей допускается применение огнетушащих порошковых составов с интенсивностью подачи для нефти и нефтепродуктов  $0,3 \text{ кг} \times \text{с}^{-1} \times \text{м}^{-2}$ , для газового конденсата -  $0,5 \text{ кг} \times \text{с}^{-1} \times \text{м}^{-2}$ » [23].

Главную роль в механизме тушения порошками играет ингибирование пламени [9]. Порошки не обладают охлаждающим действием. Поэтому после тушения пламени возможно повторное воспламенение горючего.

«Чтобы это предотвратить, целесообразно применять комбинированные методы тушения, сочетая подачу порошков с подачей пенных средств:

- Основное тушение пеной с дотушиванием порошком отдельных очагов горения;
- Основное тушение порошком небольших очагов горения, затем подача пены для предотвращения повторного воспламенения» [23].

Интенсивность подачи ОВ выбирается в соответствии с расчетами, техническими возможностями сил и средств, имеющихся на вооружении подразделений пожарной охраны, а также индивидуально по распоряжению РТП. Комбинированный способ тушения пожара с наличием нефтепродуктов осуществляется при наличии тактических возможностей.

«Тушение пожара подачей пены в основание резервуара может быть осуществлено двумя способами. Первый заключается в подаче низкократной пены снизу на поверхность горящей жидкости через эластичный рукав, который защищает пену от непосредственного контакта с нефтепродуктом. Такая защита пены необходима, поскольку для ее получения применяется обычный пенообразователь общего назначения. Второй способ - подача низкократной пены непосредственно в слой горючей жидкости - стал возможным после появления фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей, пены которых инертны к нефти и нефтепродуктам. Он является более надежным и простым в исполнении» [23]. На рисунке 5 приведена схема устройства пеногенератора.

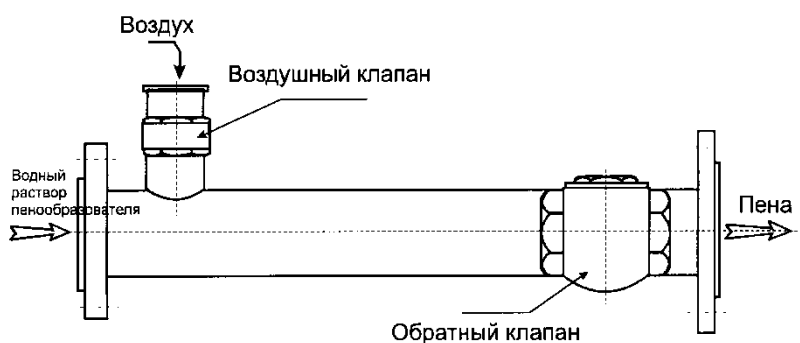


Рисунок 5 – Схема устройства пеногенератора

Послойный способ характеризуют более безопасным, поскольку пожарная техника более защищена от явления взрыва паровоздушной смеси нефтепродукта. Кроме того, сотрудники пожарной охраны могут занимать позиции за пределами обвалования, что значительно снижает опасность травм и опасных профессиональных заболеваний.

«При ликвидации пожаров в резервуарах, оборудованных системой подслоного тушения, подача пены низкой кратности осуществляется непосредственно в слой нефтепродукта через пенопроводы системы пожаротушения, находящиеся в нижней части резервуара, с помощью

передвижной пожарной техники. Система подслоного тушения включает протяженную линию трубопроводов для подачи пенообразующего раствора к пеногенераторам и далее низкократной пены по пенопроводам через стенку резервуара внутрь, непосредственно в нефтепродукт, через систему пенных насадков» [23].

При этом используют лишь те пенообразователи, в составе которых нет товарной воды данного технологического процесса, поскольку могут быть примеси нефтепродукта. Также пенообразователи должны обладать инертностью для его подачи в слой горящего нефтепродукта [10].

## 2.2 Данные статистики о пожарах на объектах нефтехимии

Статистические данные о пожарах на объектах нефтехимии показывают высокие показатели по человеческим жертвам, ущербу окружающей среде и материальным потерям. Очевидно, что такие пожары не происходят каждый день, но в случае возникновения превышает ущерб по всем показателям в отличие от пожаров на иных объектах.

В таблице 3 приведены данные по пожарам, возникшим на объектах нефтехимии за 2015-2020 гг.

Таблица 3 – Данные по пожарам, возникшим на объектах нефтехимии за 2015-2020 гг

| Год  | Кол-во пожаров, ед. | Количество погибших | Количество пострадавших | Количество пострадавших сотрудников ПО | Размер материального ущерба, млн. руб |
|------|---------------------|---------------------|-------------------------|--|---------------------------------------|
| 1    | 2                   | 3                   | 4                       | 5                                      | 6                                     |
| 2005 | 384                 | 19                  | 65                      | 4                                      | 190,33                                |
| 2006 | 258                 | 14                  | 68                      | 8                                      | 18,02                                 |
| 2007 | 276                 | 27                  | 54                      | 1                                      | 18,52                                 |
| 2008 | 283                 | 28                  | 54                      | 1                                      | 11,38                                 |
| 2009 | 274                 | 36                  | 52                      | 0                                      | 102,22                                |
| 2010 | 212                 | 28                  | 45                      | 5                                      | 10,225                                |
| 2011 | 245                 | 14                  | 26                      | 2                                      | 230,284                               |
| 2012 | 210                 | 15                  | 29                      | 2                                      | 145,991                               |
| 2013 | 125                 | 14                  | 35                      | 1                                      | 245,45                                |

Продолжение таблицы 3

| 1    | 2   | 3  | 4  | 5 | 6      |
|------|-----|----|----|---|--------|
| 2014 | 272 | 10 | 64 | 1 | 294,33 |
| 2015 | 184 | 15 | 21 | 2 | 128,22 |
| 2016 | 162 | 21 | 78 | 4 | 136,88 |
| 2017 | 126 | 8  | 42 | 3 | 523,89 |
| 2018 | 112 | 5  | 35 | 7 | 256,89 |
| 2019 | 112 | 0  | 18 | 1 | 1238,4 |
| 2020 | 101 | 4  | 25 | 0 | 257,11 |

«Статистика свидетельствует, что в системе транс нефти произошло пожаров: на насосных нефтепроводах - 10%, на нефтепромыслах - 14 %, на НПЗ - 27,7 %, а на распределительных нефтебазах зафиксирована наибольшая доля пожаров - 48,3 %. На наземных резервуарах произошло 93,3 % пожаров и аварий из общего их числа. По виду хранимых продуктов эти пожары распределились следующим образом: 32,4 % - на резервуарах с сырой нефтью; 53,8 % - на резервуарах с бензином; и 13,8 % - на резервуарах с другими видами нефтепродуктов (мазут, керосин, дизельное топливо, масло и др.)» [27].

Основной объект пожаров нефтехимии, это резервуарные парки (зачастую с наличием РВС) – 25 случаев пожаров зарегистрировано, 17 из которых – с наличием светлых нефтепродуктов, ГСМ, бензинового состава.

«Установлено, что основными источниками возгорания, от которых возникали пожары, являются: огневые и ремонтные работы (23,5 %), искры электроустановок (14,7 %), проявления атмосферного электричества (9,2 %), разряды статистического электричества (9,7 %), большая часть всех пожаров на резервуарах (45,9) произошла от самовозгорания пирофорных отложений, неосторожного обращения с огнем, поджогов и других источников возгорания. Доля пожаров от перечисленных источников возгорания, существенно различается по отраслям промышленности» [27]. В таблице 4

приведены данные об источниках инициации пожаров на объектах нефтехимии.

Таблица 4 – Источники инициации пожаров на объектах нефтехимии

| Источник инициации  | Распределение, % |
|---|------------------|
| Поджог, самовозгорание, фракционные искры, открытое пламя и т.д.                | 46,8             |
| Источники возгорания при подготовке и проведении ремонтных работ на резервуарах | 28,5             |
| Неисправность электрооборудования, элементов системы технологического процесса  | 13,9             |
| Явление статического электричества [11]   | 10,5             |

«Из установленных непосредственных источников возгорания наиболее распространенный, огневые работы - 23 % (почти каждый третий пожар). Неосторожное обращение с огнем, допущенное при ремонте резервуаров, электрические и механические искры или горячие выхлопы глушителя автомобиля при очистке резервуара через нижний люк стали причиной 11,8 % пожаров. В целом при очистке и ремонте резервуаров произошло 37,6 % пожаров. Необходимо отметить, что 18 % пожаров на резервуарах возникли от самовозгорания пирофорных отложений, причем 64 % пожаров, происшедших по этой причине, отмечено на объектах добычи нефти и 36 % - в резервуарных парках на нефтеперерабатывающих заводах. Примечательно, что 65 % пожаров, происходит в весенне-летний период и основными источниками возгорания (не считая огневые и ремонтные работы) являются разряды атмосферного электричества (22,2 %), а также огневые технологические установки (16,5 %). Здесь надо отметить, что в первом случае (разряды атмосферного электричества) возгорались резервуары только на насосных станциях нефтепродуктов, что говорит о ненадежности существующей молниезащиты и необходимости ее усовершенствования на данных объектах» [27].

Огневые технологические установки, как источник возгорания, проявлялись только на нефтепромысловых объектах.

«Пожары, происходящие в резервуарах с ЛВЖ, как правило, начинаются с взрыва, что приводит к выводу из строя автоматических установок пожаротушения. В этом случае, тушение пожаров требует больших расходов воды для защиты горящего и соседних резервуаров, большого количества личного состава и техники. Эти пожары трудно тушимы, носят затяжной характер, приводят к значительным материальным ущербам, сопровождаются сильными тепловыми потоками, распространяющимися на большие расстояния, осложняют работу пожарных и являются причинами возникновения массовых пожаров в резервуарных парках» [27].

Пожароопасная ситуация в технологическом процессе с наличием нефтепродукта отличается тем, что вероятность возникновения факторов пожара зависит от непосредственно специфики технологического процесса – это и характеристики резервуарных емкостей, нефтепродукта, а также его концентрации.

«Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается со взрыва паровоздушной смеси. На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров оказывают существенное влияние физико-химические свойства хранимых нефти и нефтепродуктов, конструкция резервуара, технологические режимы эксплуатации, а также климатические и метеорологические условия. Взрыв в резервуаре приводит к подрыву (реже срыву) крыши с последующим горением на всей поверхности горючей жидкости. При этом, даже в начальной стадии, горение нефти и нефтепродуктов в резервуаре может сопровождаться мощным тепловым излучением в окружающую среду, а высота светящейся части пламени составлять 1-2 диаметра горящего резервуара. Отклонение факела пламени от вертикальной оси при скорости ветра около  $4 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$  составляет  $60\text{-}70^\circ$ » [23].



Если наблюдается повышение температурного режима паров нефтепродукта, то возможно возникновение факельного горения на отверстиях, местах соединения металлических пластин конструкции резервуара.

«Если при факельном горении наблюдается черный дым и красное пламя, то это свидетельствует о высокой концентрации паров горючего в объеме резервуара, и опасность взрыва незначительная. Сине-зеленое факельное горение без дымообразования свидетельствует о том, что концентрация паров продукта в резервуаре близка к области воспламенения и существует реальная опасность взрыва. На резервуаре с плавающей крышей возможно образование локальных очагов горения в зоне уплотняющего затвора, в местах скопления горючей жидкости на плавающей крыше» [23].

При низких температурах возможно изменение агрегатного состояния нефтепродукта, таким образом возможно и возникновение пожара при застывании понтона РВС.

«Условиями для возникновения пожара в обваловании резервуаров являются: перелив хранимого продукта, нарушение герметичности резервуара, задвижек, фланцевых соединений, наличие пропитанной нефтепродуктом теплоизоляции на трубопроводах и резервуарах» [23].

В таблице 5 описаны основные причины пожаров на объектах нефтехимии.

Таблица 5 – Основные причины пожаров на объектах нефтехимии

| Наименование причины   | Процент возникновения |
|--|-----------------------|
| поломки оборудования или нарушение процесса эксплуатации устройств                           | 52,8                  |
| неосторожное обращение с электрооборудованием и открытым огнем                               | 21,2                  |
| короткое замыкание или перегрев электроустройств   | 15,8                  |
| нарушение правил ТБ при эксплуатации оборудования или при бурении глубоководных нефтескважин | 7,2                   |
| Иные причины   | 3,0                   |

Анализ статистических данных о пожарах на объектах нефтехимии показал, что основными объектами пожаров нефтехимического комплекса являются резервуары с нефтепродуктами. Самой распространенной причиной возникновения пожаров является нарушение технологического процесса.

Чаще всего пожары возникают в осенне-летний период. Это связано с повышенной температурой среды, увеличением производственных задач в летний период.

### **2.3 Анализ пожарной безопасности при осуществлении деятельности объекта**

Данный объект охраняется подразделениями 8 отряда ФПС, в состав которого входят:

- 43 ПСЧ по охране ССН;
- 44 ПСЧ по охране НПС Самара-1, Самара-2;
- 74 ПСЧ по обслуживанию линейной части нефтепроводов ОАО «Приволжск нефтепровод»;
- 45 ПСЧ по охране ЛПДС «Лопатино» КРУ «Дружба».

На площадке ССН организована добровольная пожарная дружина в количестве 11-ти человек. Все члены ДПД обеспечены боевой одеждой и средствами индивидуальной защиты органов дыхания (фильтрующие противогазы с коробками «А», «БКФ»)

На территории ССН находятся следующие объекты:

- Товарный парк РВС(П)- 20000 м<sup>3</sup> в количестве – 40 шт, из них 37 шт РВСП-20000 м<sup>3</sup> (с №1, 3-30,34-41), 2-шт РВС-20000 м<sup>3</sup> (сбросные №31,32), 1 шт - РВС-20000 м<sup>3</sup>.
- Пункты управления задвижками № 4,5.
- Узлы запорной арматуры УЗА № 1 – 14.

- Стационарная турбопоршневая установка 1 разряда.
- Замерный узел № 1, на котором располагаются СИКН 719 н/п «Гурьев-КБШ» с БИК, СИКН 934 н/п «Альметьевск-КБШ 2» с БИК, СИКН 908 н/п «Альметьевск-КБШ 1» с БИК, ЩСУ, блок-бокс КИПиА.
- СППК «Калтасы-КБШ», «НКК-КБШ», «Кротовка-КБШ», «Муханово-КБШ», «Альметьевск-КБШ», «Гурьев-КБШ».
- Подпорные насосные по перекачке нефти открытого типа № 1,2.
- Операторная ССН.
- Административный бытовой корпус ССН.
- Административное здание площадки «Самара».
- Подпорная насосная 7 группы [13]
- Узел смешения нефти
- Узел компаундирования, на котором располагаются БИК №5, БИК №6 с ЩСУ и блок-боксом КИП и А.
- Котельная с топливной насосной по перекачке топлива из 2-х топливных резервуаров объемом РВС – 200 м<sup>3</sup> (солевой склад, солевая насосная, теплопункт, слесарная мастерская)
- Блок производственных участков РЭУ, РТО и СА.
- Гараж узла связи.
- ЧРП подпорных насосов
- РП 3
- Склад ЛВЖ ССН
- Пенная насосная с подземными резервуарами под пенообразователь и раствор пенообразователя.
- Производственное здание, в котором находятся участки РНЭО, УЭР и водяная станция 2-го подъема.
- Производственный участок ОБВ и ОВС.
- Резервуар статического отстоя V=400 м<sup>3</sup> (2 шт.).

- Резервуар-накопитель производственно-дождевых сточных вод V=2000 м<sup>3</sup> (2 шт.).
- Пруд накопитель.
- Канализационные насосные станции (4 шт.).
- Наружные установки и станция очистки производственно-дождевых сточных вод и станция обезвоживания осадка [6].
- Столовая с оздоровительным комплексом и мед. пунктом.
- ДЭС котельной.
- ДЭС пож. депо.
- ДЭС РП.
- ЩСУ 18 шт.
- Электроподстанция «Просвет» [14].

Резервуары имеют по 12 датчиков ИП-103-1В. На резервуарах установлены извещатели пожарные тепловые ИП-101-27-С в количестве 12 шт. (термопреобразователь сопротивления типа ТСМ-012-36.62). В верхней части РВС(П) №1-6,8-30,32 расположено по 6 ГПСС-2000, на РВСП №7 расположено 5 ГПСС -2000 подсоединенных к раствор проводу и 2 полукольца системы орошения для охлаждения крыши и стенок [17]. В верхней части РВСП №34-41 расположено по 6 пеногенераторов КНП-5 подсоединенных к растворопроводу и 2 полукольца системы орошения для охлаждения крыши и стенок. Вода в систему орошения в резервуарах №1-30,32 подается от противопожарного водопровода ССН диаметром 250 мм. Вода в систему орошения резервуаров №31, 34-41 подается от насосной станции пожаротушения ССН, РВСП № 1 - 32, 34-41 оборудованы системой подслоного пожаротушения от передвижной пожарной техники. РВСП №31, 34-41 оборудованы комбинированной системой автоматического пожаротушения. Вновь реконструированные РВСП № 4,12,15,24,29 оборудованы узлами для подключения пеноподъемников в количестве 14 шт.

Из них 7 узлов запитаны через секущие задвижки от противопожарного водопровода, а другие 7 от растворопровода.

В технологическом процессе резервуарных парков находится большое количество нефти с температурой вспышки менее 28 °С, относящейся к ЛВЖ.

Весь технологический процесс производства относится к взрывопожароопасному, поэтому все оборудование защищено средствами автоматического обнаружения и тушения пожара.

В случае отказа пожарной и технологической автоматики, что приведет к позднему обнаружению пожара, потребуется большое количество огнетушащих средств и пожарной техники. Поскольку в товарном парке ССН в среднем хранится 680 000 м<sup>3</sup> нефти и в среднем за сутки станция осуществляет прием-перекачку в объеме 200 000 м<sup>3</sup>

При перекачке нефти используются трубопроводы диаметром от 530 до 1020 мм под давлением от 0,6-1,5 МПа, что в свою очередь, при аварии, может привести к выходу нефти на большие площади и создать взрывоопасную концентрацию паров нефти.

Общая номинальная емкость резервуарного парка ССН составляет 800 000 м<sup>3</sup>, возможно скопление значительного количества паров углеводорода в воздухе на территории резервуарного парка в безветренную погоду, что увеличивает пожароопасность объекта [12].

В технологическом процессе насосной вращается большое количество нефти, в случае позднего обнаружения выхода нефти из насосов, возможно растекание по всей площади обвалования насосной, что может привести к образованию взрывопожароопасных концентраций паровоздушной смеси, вследствие чего вероятно возникновение взрыва с последующим горением.

Резервуарный парк защищен автоматической системой обнаружения и тушения пожара, противопожарным водоснабжением и системой послыйного пожаротушения от передвижной пожарной техники [7]. РВСП№ 31,34-41

комбинированной системой автоматического пожаротушения и системой послойного пожаротушения от передвижной пожарной техники.

Водоснабжение осуществляется с водозабора, расположенного в 16 километрах от ССН на реке Самара. В насосной 1-го подъема установлены насосы ЦН-400/210 на глубине 10 метров с подачей 400 м<sup>3</sup>/мин. По вновь смонтированному трубопроводу диаметром 426 мм вода подается в РВС № 33, а из него на насосную 2-го подъема.

Насосная станция 2-го подъема предназначена для подачи воды из резервуара противопожарного запаса воды в систему производственно-противопожарного водовода. Оборудование насосной станции включает в себя насосы марки 1Д200-90 №Н-1, Н-2, Н-3, Н-4, Н-5, Н-6 производительностью 200 м<sup>3</sup>/час, напором 90 м. вод. ст, насос 4 КМ-12 Н-8 производительностью 90 м<sup>3</sup>/час напором 40 м. вод. ст, насос ВКС 1/16 Н-7 производительностью 16 м<sup>3</sup>/час для откачки дренажных вод из приемка.

Насосы №1,3,5 служат для производственных целей и включаются в работу по необходимости выполнения хозяйственно-производственных нужд, гидроиспытания резервуаров, зачистки секций нефтеловушек, с которыми связано увеличение подачи воды или повышения давления. Насосы №2,4,6 служат для производственных целей и включаются в работу, при возможном возникновении пожара увеличивая подачу и давление в водопроводе. В случае необходимости для противопожарных целей могут включаться насосы №1,3,5.

Приёмные задвижки насосов, а также нагнетательный коллектор имеет задвижки, которые в случае аварийной ситуации или проведения профилактических работ закрываются, чтобы иметь возможность работы четной и нечетной группы насосов и обеспечивает непрерывную подачу воды в водопровод. Насос Н-7 ВКС 1/16 работает в автоматическом режиме [18].

В верхней части РВС(П) №1-6,8-30,32 расположено по 6 ГПСС-2000, на РВСП №7 расположено 5 ГПСС -2000 подсоединенных к раствор проводу

и 2 полукольца системы орошения для охлаждения крыши и стенок. В верхней части РВСП №34-41 расположено по 6 пеногенераторов КНП-5 подсоединенных к растворопроводу и 2 полукольца системы орошения для охлаждения крыши и стенок. Вода в систему орошения в резервуарах №1-30,32 подается от противопожарного водопровода ССН диаметром 250 мм. Вода в систему орошения резервуаров №31, 34-41 подается от насосной станции пожаротушения ССН, РВСП № 1 - 32, 34-41 оборудованы системой подслоного пожаротушения от передвижной пожарной техники. РВСП №31, 34-41 оборудованы комбинированной системой автоматического пожаротушения. Вновь реконструированные РВСП № 4,12,15,24,29 оборудованы узлами для подключения пеноподъемников в количестве 14 шт. Из них 7 узлов запитаны через секущие задвижки от противопожарного водопровода, а другие 7 от растворопровода [20].

В технологическом процессе резервуарных парков находится большое количество нефти с температурой вспышки менее 28 °С, относящейся к ЛВЖ.

Весь технологический процесс производства относится к взрывопожароопасному, поэтому все оборудование защищено средствами автоматического обнаружения и тушения пожара.

Имеются следующие резервуары пожарного запаса воды РВС № 33 объемом 20 000 м<sup>3</sup>, РВС № 1, 2 10 000 м<sup>3</sup> и железобетонные резервуары №1,2 объемом 2000 м<sup>3</sup> расположенные за насосной 2-го подъёма.

На территории ССН расположено 4 водоема, объемом 250 м<sup>3</sup> и 1 водоем, объемом, 100 м<sup>3</sup>. Противопожарные водоемы №1-4 заполняются водой через отсекающие задвижки из кольцевого противопожарного водопровода, противопожарный водоём №5 заполняется водой от ПГ № 54.

Вода из РВС № 33 поступает в приёмный коллектор насосной 2 подъема, через задвижки 3,5 под статическим давлением Р-0.12,0.15 МПа в зависимости от уровня заполнения. Гидроиспытания резервуаров, зачистки секций нефтеловушек, с которыми связано увеличение подачи воды или

повышения давления. Насосы №2,4,6 служат для производственных целей и включаются в работу, при возможном возникновении пожара увеличивая подачу и давление в водопроводе. Затем из насосной второго подъема насосом Н-8 марки 4КМ-12 подаётся в противопожарный водопровод, который поддерживает давление в пределах Р-0,56-0,6 МПа.

На рисунке 6 изображена схема водоснабжения станции смешения нефти.

Противопожарное водоснабжение кольцевого водопровода диаметр 250 мм, расположенного в резервуарном парке осуществляется от насосной станции 2 –го подъема, на котором расположено 72 ПГ. Система противопожарного водоснабжения находится под давлением 0,5-0,6 МПа в сети [24]. Давление в водопроводной сети на случай пожара повышается до 1,0 МПа. Запуск насосов противопожарного водоснабжения осуществляется в ручном режиме из насосной 2 подъема, через машиниста пенной насосной ССН по телефону 14-84 (16-83). Максимальная водоотдача в сети при давлении 0,8 МПа составляет 287 л/с. Для обеспечения противопожарной защиты вновь построенной станции очистки производственно-дождевых сточных вод введен в эксплуатацию кольцевой водопровод диаметром 100 мм. запитанный от станции 2-го подъема и от кольцевого водопровода резервуарного парка, на котором расположено 8 пожарных гидрантов [21].

Питание тупикового водопровода, диаметром 200, 150 и 100 мм. расположенного в районе производственных участков ССН, осуществляется от насосной 2-го подъема, на нем расположены 10 ПГ.

Противопожарное водоснабжение в районе РВС №31, РВСП № 34-41 осуществляется от насосной станции пенотушения ССН, имеющей 2 резервуара противопожарного запаса воды ёмкостью 10 000 м<sup>3</sup> каждый. Пополнение резервуаров с противопожарным запасом воды осуществляется с помощью насосной станции 1 подъема по водопроводу диаметром 100 мм.



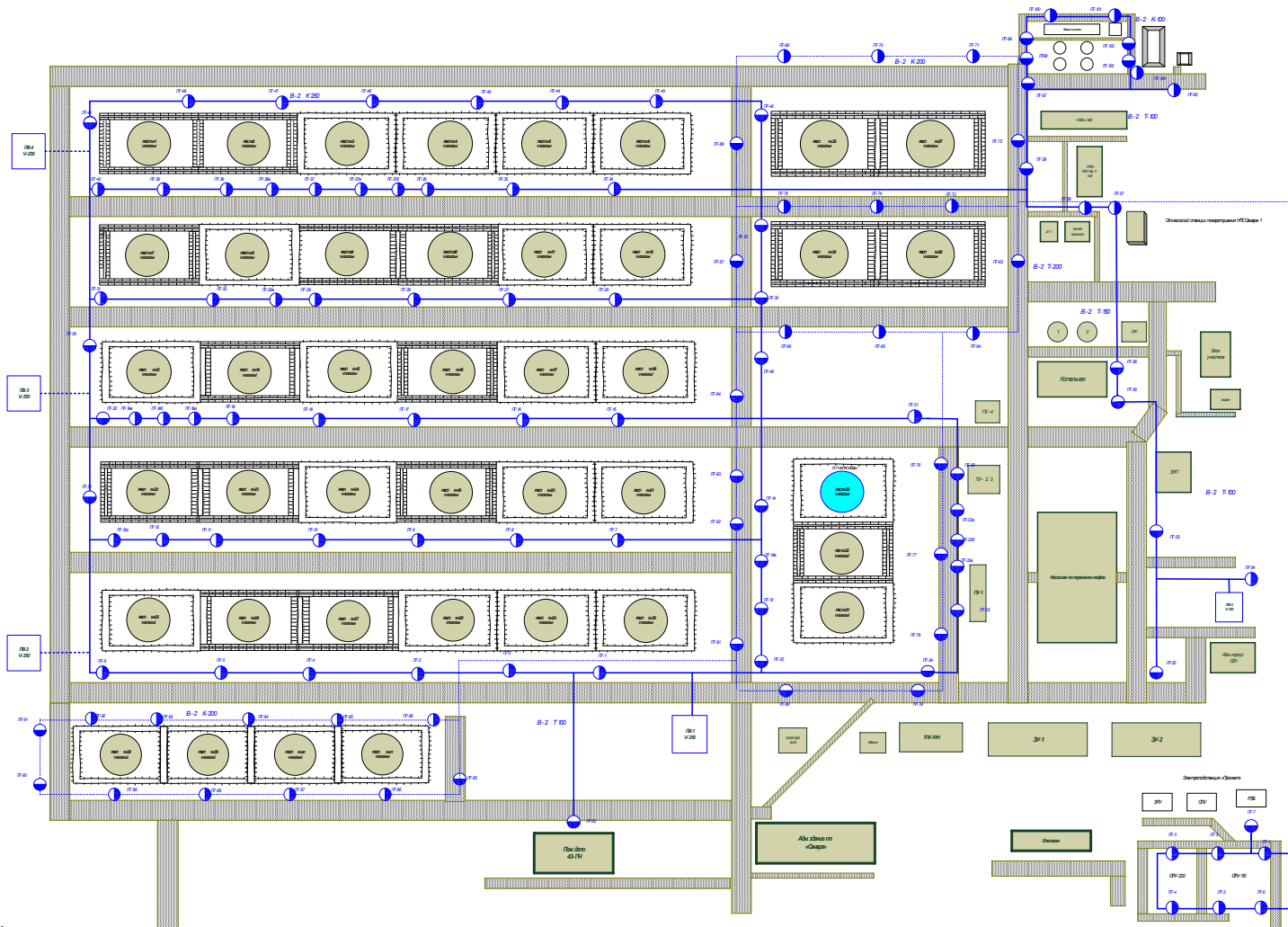


Рисунок 6 – Схема водоснабжения станции смешения нефти

Противопожарный водопровод вокруг РВСП №34-37 имеет диаметр 200 мм, протяженность – 858 м, максимальная водоотдача сети–205 л/с. при Р-0,8 МПа. Количество пожарных гидрантов – 13 шт.

Противопожарный водопровод вокруг РВСП №31-32 имеет диаметр 200 мм, протяженность – 800 м, максимальная водоотдача сети–205 л/с. при Р-0,8 МПа. Количество пожарных гидрантов – 9 шт.

Противопожарный водопровод вокруг РВСП №38-41 имеет диаметр 200 мм, протяженность – 925 м, максимальная водоотдача сети–205 л/с. при Р-0,8 МПа. Количество пожарных гидрантов – 12 шт.

Вода на орошение РВС(П) №1-30,32 подается непосредственно от кольцевого противопожарного водопровода (диаметр 250 мм.), через отсекающие задвижки, установленные возле каждого резервуара в ручном режиме. На вновь реконструируемых РВСП вода на орошение подается также от кольцевого противопожарного водопровода, путем включения электроприводных задвижек по месту. Также на РВСП имеются сухотрубы подачи воды на орошение РВСП от передвижной пожарной техники.

Противопожарный водопровод РВС(П) №31, 34-41 рассчитан для подачи воды только на орошение 2-х полуколец системы орошения горящего и 1-го полукольца соседнего РВСП находящегося со стороны горящего с общим расходом воды 177,5 л/с. Принятые к установке насосы водяного охлаждения, производительностью 305,5 л/с обеспечат необходимый расход воды для применения автоматической установки водяного охлаждения. Орошение горящего и полукольца соседнего осуществляется в автоматическом режиме. При срабатывании автоматической пожарной сигнализации на пожар, включается один насос WILO RUS 1250-63 для подачи воды. В случаи необходимости можно включить насосы системы орошения в ручном режиме из операторной ССН по телефону 16 - 90.

При проведении пожарно-тактических учений, учебно-тренировочных занятий на вышеуказанной площадке, для подачи стволов на охлаждение условно горящего резервуара необходимо [28]. РТП дать указание

диспетчеру ПСЧ 43 пожарной спасательной части на повышение давления в водопроводной сети, запускается один или два насоса (в зависимости от необходимых потребностей при тушении) в насосной пожаротушения, через оператора ССН.

Данная команда подается после установки автоцистерн на пожарный гидрант, так как давление в противопожарном водопроводе после включения насосов составит более 0,8 Мпа [25].

Для сообщения о пожаре резервуарный парк оснащен ручными пожарными извещателями. В настоящее время установлено ИП 535-26 шт, ИП 535-1В-А-14 шт, ИП 535-07е - 39 шт. Также на территории станции имеется объектовая сирена и громкоговорящая система оповещения о пожаре.

По территории резервуарного парка (РВСП №1-30) проходит кольцевой растворопровод диаметром 250 мм, на котором расположены 68 растворных гидрантов. Раствор ПО на случай пожара подается с пенной насосной станции ССН. Емкости № 1,2,3 заполнены раствором пенообразователя, а емкости № 4,6 заполнены чистым пенообразователем целевого назначения ПО-6-ТС-М.

Пенотушение РВСП №31,34-41 осуществляется по кольцевому растворопроводу диаметром 200 мм от насосной станции пенотушения ССН низкократной пеной, которая подается в верхнюю часть РВСП на КНП-5 и одновременно на систему подслоного пожаротушения при этом автоматически включается система орошения. Принятые к установке насосы пенного пожаротушения, производительностью 211 л/с обеспечат необходимый расход раствора пенообразователя для применения автоматической установки пенного пожаротушения, составляющий 210,6 л/с.

Расчетное количество пенообразователя для применения автоматической установки пенного пожаротушения составляет 15,2 м<sup>3</sup> и обеспечивается запасом пенообразователя общим объемом 34 м<sup>3</sup>,

хранящимся в спаренных баках-дозаторах СБДП-17000В (2 шт.), объемом 17 м<sup>3</sup> каждый.

Для сообщения о пожаре около РВСП установлены ручные пожарные извещатели ИП 535-07е в количестве 25 шт. Все резервуары рассматриваемого объекта оборудованы устройствами послойного тушения.

«Преимущество подслоного способа перед традиционным, где пену подают сверху, заключается в защищенности пеногенераторов и пенопроводов от взрыва паровоздушной смеси. Важно, что при реализации подслоного способа личный состав пожарных подразделений и техника находятся за обвалованием и меньше подвергаются непосредственной опасности от выброса или вскипания горячей нефти. При ликвидации пожаров в резервуарах, оборудованных системой подслоного тушения, подача пены низкой кратности осуществляется непосредственно в слой нефтепродукта через пенопроводы системы пожаротушения, находящиеся в нижней части резервуара, с помощью передвижной пожарной техники» [22].

Комплекс послойного тушения пожара, представляющий собой трубопроводную систему с пенными насадками.

«Система подслоного тушения включает протяженную линию трубопроводов для подачи пенообразующего раствора к пеногенераторам и далее низкократной пены по пенопроводам через стенку резервуара внутрь, непосредственно в нефтепродукт, через систему пенных насадков. Тушение пожаров подачей пены в слой горючего возможно только при использовании специальных пенообразователей, обладающих инертностью к нефтепродуктам и способных образовывать пленку на поверхности горючей жидкости» [22].

На конструкции трубопроводной системы предусмотрено проектирование напорных пеногенераторов, с рабочим давлением 0,7-1,2 Мпа. В обваловании РВС в качестве запорной предохранительной арматуры запроектированы задвижки с обратными клапанами. Таким образом, система

пожаротушения имеет предохранительный запас надежности своей работоспособности.

В соответствии с генеральным планом схемы объекта для реализации послойного тушения подключается 1 АЦ-10-150, заправленная пенообразователем «Нижегородский АFFF», на 3 ввод подключается 1 АЦ-5-100. Расчетное количество пенообразователя для применения автоматической установки пенного пожаротушения составляет 15,2 м<sup>3</sup> и обеспечивается запасом пенообразователя общим объемом 34 м<sup>3</sup>, хранящимся в спаренных баках-дозаторах СБДП-17000В (2 шт.), объемом 17 м<sup>3</sup> каждый.

Для сообщения о пожаре около РВСП установлены ручные пожарные извещатели ИП 535-07е в количестве 25 шт. Все резервуары рассматриваемого объекта оборудованы устройствами послойного тушения.

Насосная защищена автоматической системой обнаружения пожара. В случае пожара сигнал оповещения о срабатывании систем АПС автоматически проходит в операторную ССН и ПСЧ.

## **2.4 Прогноз развития пожара**

Возникновение пожара на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга» возможно по следующим причинам:

- Возникновение природных явлений – удар молнии (атмосферное, статическое электричество), перепад температурного режима паров нефтепродукта (вскипание нефти);
- Нарушение технологического процесса (превышение нормируемых показателей рабочей среды производственного оборудования);
- Нарушение правил ПБ (курение, нарушение правил ОТ и ТБ).

Под землёй на территории резервуарного парка проходят нефтепроводы диаметром от 530 до 1020 мм под давлением от 0,6-1,5 МПа. В случае порыва нефтепровода и несвоевременного срабатывания систем технологической автоматики, нефть под давлением может выйти на большой площади. При возможном её возгорании тушение будет сильно затруднено тем, что не будет чётких границ площади пожара, а также возможным затоплением противопожарных водоисточников, колодцев промышленной канализации и выходом границ пожара за территорию резервуарного парка.

При горении нефти на большой площади будет выделяться значительное количество тепловой энергии и большое количество дыма. Дым в зависимости от силы и направления ветра будет распространяться в ту или иную сторону на значительные расстояния.

В соответствии с условиями возникновения пожара и вероятностью присутствия персонала в резервуарном парке, возможно, прогнозировать непосредственную угрозу жизни людям, находящимся до 100-150 м от резервуара, на котором произошел взрыв с развитием избыточного давления или горения паровоздушной смеси с образованием «огненного шара».

Количество людей в резервуарном парке, при отсутствии ремонтных и строительных работ составляет 10 человек. При проведении строительно-монтажных и ремонтных работ, до 90 человек. Зона теплового воздействия при пожаре 40-50 м от резервуара при отсутствии ветра.

Возможные параметры пожара:

- Высота пламени открытого зеркала доходит до 90 м;
- При наклоне пламени перекрываемое расстояние до 30 м;
- Скорость прогрева нефти 0,4 м/час;
- Скорость выгорания 0,15 м/час;
- Возможность выброса или вскипания.

В насосных станциях открытого типа по перекачки нефти пожары развиваются очень быстро, для их тушения требуется значительное сосредоточение значительных сил и средств. Оперативные и умелые

действия пожарных подразделений и персонала объекта. Быстрое растекание нефти, высокая температура горения (1300 °С и более). Под воздействием пламени, насосы и трубопроводы, прогреваются до критических температур, при которых металл теряет свою прочность. Этот же прогрев приводит к быстрому повышению давления в насосах и трубопроводах.

Возникновение пожара в насосных может произойти в следствие:

- Природного явления (попадания молнии в площадку насосных);
- При нарушении правил пожарной безопасности при проведении аварийных и ремонтных работ, не соблюдения правил пожарной безопасности рабочими и ИТР (курение, использование открытого огня, и т.д.);
- Нарушение технологического процесса (аварии);
- В результате террористического акта.

Возникновение пожара в насосной станции возможно по двум вариантам:

- Пожар при разгерметизации фланцевых соединений;
- Пожар в результате взрыва (хлопка) паровоздушной смеси.

Распространение пожара возможно при следующих условиях и по следующему сценарию:

- Пожар при разгерметизации фланцевых соединений с последующим горением по всей площади;
- Пожар в результате взрыва (хлопка) паровоздушной смеси с частичным разрушением строительных конструкций и трубопроводов, с последующим горением по всей площади и на прилегающей территории;
- Горение нефти по зеркалу при перекосе понтона;
- Подрыв крыши с последующим распространением пожара.

В насосных проходят нефтепроводы диаметром от 530 до 920 мм под давлением от 0,6-1,5 МПа. В случае порыва нефтепровода и несвоевременного срабатывания систем стационарной автоматики нефть под

давлением может разлиться на большой площади. При возможном её возгорании тушение будет сильно затруднено. При горении нефти на большой площади будет выделяться значительное количество тепловой энергии и большое количество дыма. Дым в зависимости от силы и направления ветра будет распространяться в ту или иную сторону на значительные расстояния. В соответствии с условиями возникновения пожара и вероятностью присутствия персонала в резервуарном парке, возможно, прогнозировать непосредственную угрозу жизни людям, находящимся до 100-150 м от резервуара, на котором произошел взрыв с развитием избыточного давления или горения паровоздушной смеси с образованием «огненного шара». Количество людей в резервуарном парке, при отсутствии ремонтных и строительных работ составляет 10 человек. При проведении строительно-монтажных и ремонтных работ, до 90 человек. Зона теплового воздействия при пожаре 40-50 м от резервуара при отсутствии ветра.

На рисунке 7 приведена схема сил и средств тушения условного пожара послойным способом.

В соответствии с прогнозом развития пожара в резервуарном парке имеем несколько вариантов возникновения и развития пожаров:

- Горение нефти по всей площади РВСП под понтоном с последующим перекосом понтона.
- Подрыв крыши с последующим распространением пожара по всей площади РВСП.
- Потеря устойчивости РВСП с частичным разрушением «сухой» стенки, и возможностью выхода нефти за пределы резервуара. Возникает в следствии недостаточного или несвоевременного орошения водой «сухой» стенки РВСП.



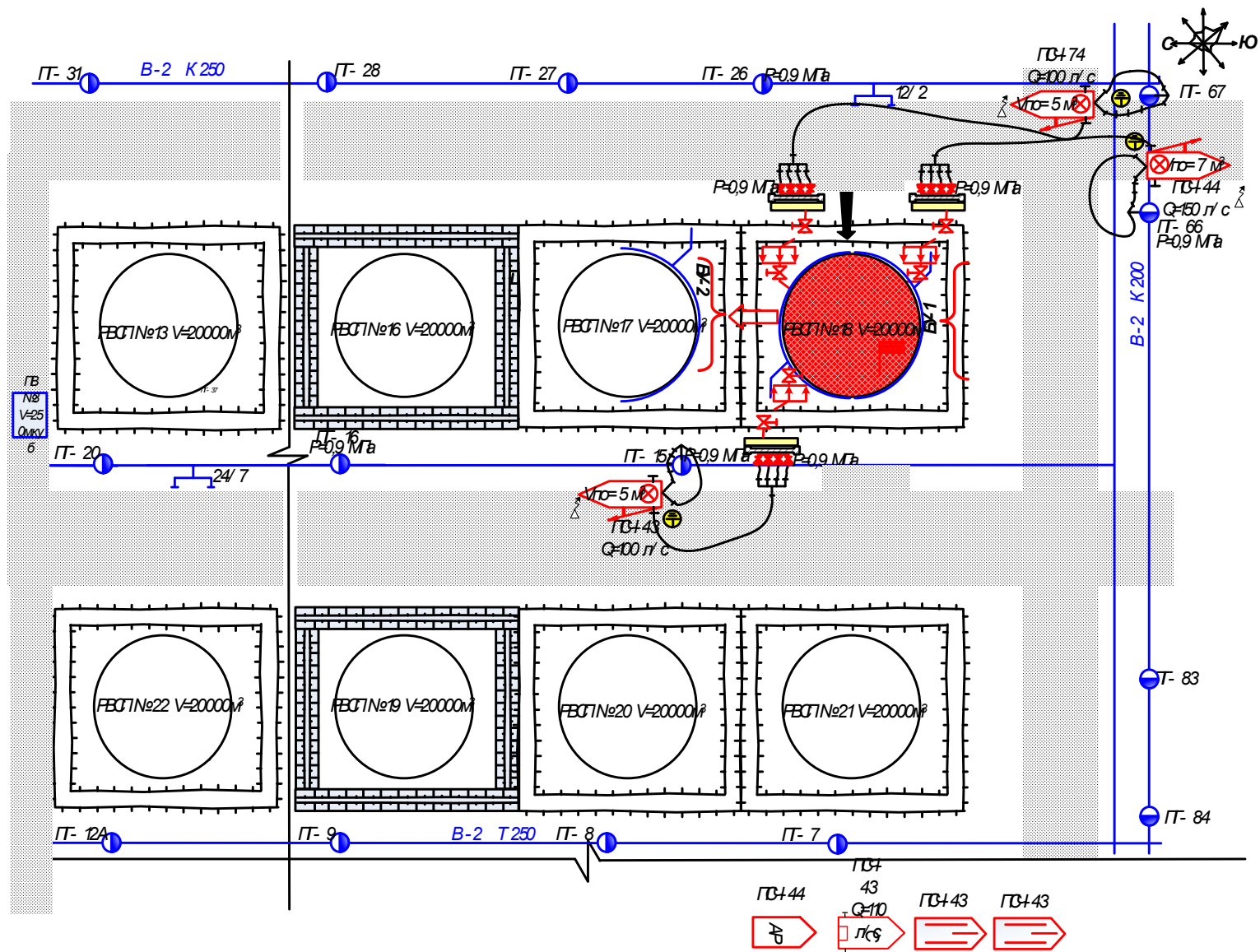


Рисунок 7 – Схема сил и средств тушения условного пожара послойным способом

– Полное разрушение РВСП с выходом нефти в пределах общего кареб-ти РВСП с пожаром по всей площади каре.

Из данных вариантов, а также имеющихся средств пожарной защиты на объекте с учётом оснащённости 8 ОФПС, складывается следующая схема организации тушения пожаров передвижной пожарной техникой.

## **Выводы по разделу 2**

Статистические данные о пожарах на объектах нефтехимии показывают высокие показатели по человеческим жертвам, ущербу окружающей среде и материальным потерям. Очевидно, что такие пожары не происходят каждый день, но в случае возникновения превышает ущерб по всем показателям в отличие от пожаров на иных объектах.

Анализ статистических данных о пожарах на объектах нефтехимии показал, что основными объектами пожаров нефтехимического комплекса являются резервуары с нефтепродуктами. Самой распространённой причиной возникновения пожаров является нарушение технологического процесса. Чаще всего пожары возникают в осенне-летний период. Это связано с повышенной температурой среды, увеличением производственных задач в летний период.

В технологическом процессе резервуарных парков находится большое количество нефти с температурой вспышки менее 28 °С, относящейся к ЛВЖ.

Весь технологический процесс производства относится к взрывопожароопасному, поэтому все оборудование защищено средствами автоматического обнаружения и тушения пожара.

В случае отказа пожарной и технологической автоматики, что приведет к позднему обнаружению пожара, потребуется большое количество огнетушащих средств и пожарной техники. Поскольку в товарном парке ССН

в среднем хранится 680 000 м<sup>3</sup> нефти и в среднем за сутки станция осуществляет прием-перекачку в объеме 200 000 м<sup>3</sup>

При перекачке нефти используются трубопроводы диаметром от 530 до 1020 мм под давлением от 0,6-1,5 МПа, что в свою очередь, при аварии, может привести к выходу нефти на большие площади и создать взрывоопасную концентрацию паров нефти. Общая номинальная емкость резервуарного парка ССН составляет 800 000 м<sup>3</sup>, возможно скопление значительного количества паров углеводорода в воздухе на территории резервуарного парка в безветренную погоду, что увеличивает пожароопасность объекта.

В технологическом процессе насосной вращается большое количество нефти, в случае позднего обнаружения выхода нефти из насосов, возможно растекание по всей площади обвалования насосной, что может привести к образованию взрывопожароопасных концентраций паровоздушной смеси, вследствие чего вероятно возникновение взрыва с последующим горением. Резервуарный парк защищен автоматической системой обнаружения и тушения пожара, противопожарным водоснабжением и системой послыонного пожаротушения от передвижной пожарной техники. РВСП№ 31,34-41 комбинированной системой автоматического пожаротушения и системой послыонного пожаротушения от передвижной пожарной техники.

Произведен прогноз развития пожара, показывающий, что возникновение пожара на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга» возможно по следующим причинам:

- Возникновение природных явлений – удар молнии (атмосферное, статическое электричество), перепад температурного режима паров нефтепродукта (вскипание нефти);
- Нарушение технологического процесса (превышение нормируемых показателей рабочей среды производственного оборудования);
- Нарушение правил ПБ (курение, нарушение правил ОТ и ТБ).

В случае порыва нефтепровода и несвоевременного срабатывания систем технологической автоматики, нефть под давлением может выйти на большой площади. При возможном её возгорании тушение будет сильно затруднено тем, что не будет чётких границ площади пожара, а также возможным затоплением противопожарных водоисточников, колодцев промышленной канализации и выходом границ пожара за территорию резервуарного парка.

### **3 Внедрение современных средств защиты и обеспечения пожарной безопасности на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга»**

#### **3.1 Разработка алгоритмов действий пожарных подразделений**

Тушение пожаров в резервуарах и резервуарных парках представляет собой боевые действия, направленные на ликвидацию пожара.

Тактические возможности пожарных подразделений при тушении возможного пожара на станции смешения нефти – это совокупность технических средств (пожарные автомобили, ПТВ, ПТО, СИЗОД и другие вспомогательные устройства, ГСМ), кадровых ресурсов – личного состава ФПС ГПС и других видов пожарной охраны, ресурсов служб жизнеобеспечения в рамках управления боевыми действиями пожарной тактики.

Управление боевыми действиями осуществляет старшее должностное лицо ПО, прибывшее на пожар – руководитель тушения пожара. Соответственно, с течением времени в рамках развития пожара, должность РТП на месте пожара передается от одного должностного лица к другому.

Алгоритм действий пожарных подразделений включают в себя следующие действия:

- Оперативное реагирование диспетчерского состава информационных центров (ЦППС, ЕДДС, ЦУКС) и личного состава ПО – должностных лиц караула ФПС ГПС на вызовы о пожаре, горении, нештатной ситуации на объекте нефтехимии по повышенному номеру вызова.

- Следование караула ПО на отделении в рамках допустимого регламента до 10 минут по территории к месту пожара по кратчайшему маршруту с соблюдением ПДД, допустимыми знаками приоритета на дороге.

- По прибытии к месту пожара, с точки зрения пожарной тактики командиру отделения, начальнику караула в качестве РТП-1 адекватно оценить обстановку, поставить задачи личному составу караула по эвакуации людей, боевому развёртыванию.
- Доклад должностных лиц на пожаре (РТП-1 – начальник караула, начальник ДСПТ) на пульт информационных центров пожарной охраны – ЦППС, ЦУКС об обстановке, складывающейся на месте пожара и вызове дополнительных сил, необходимых к месту пожара.
- Сбор информации о людях, которые могут находиться в опасной зоне по распоряжению РТП – личный состав первого отделения, прибывшего на пожар, РТП-1 непосредственно уточняет у должностных лиц организации либо представителей объекта на месте.
- Принятие решения о прекращении технологических процессов станции смешения нефти РТП-1 лично, а также о немедленной эвакуации из опасной зоны людей.
- Выбор решающего направления осуществляется РТП-1 – начальником караула, его помощником или командиром отделения первого подразделения, прибывшего на пожар.
- Постановка задачи РТП-1 личному составу первого прибывшего отделения с соблюдением требований охраны труда охлаждение горящего РВС.
- Выбор способа тушения очага пожара пеной средней кратности непосредственно РТП-1.
- Встреча прибывающих пожарных подразделений работниками организации – станции смешения нефти.
- Передача функций по управлению пожаром старшему должностному лицу с докладом о сложившейся обстановке от РТП-1 (начальник караула, помощник начальника караула) к РТП-2 (начальник ПСЧ, начальник ДСПТ, начальник гарнизона, либо лица, его замещающие);

– Выполнение поставленных задач всеми участниками тушения пожара с учетом правил ОТ и требований ТБ.

Алгоритм действий при управлении БД при тушении пожара станции смешения нефти включает:

– Оценка обстановки РТП-1 с передачей информации вышестоящим должностным лицам Самарского ПСГ.

– Определение сигналов отхода РТП-1 в случае непредвиденной обстановки для немедленного убытия личного состава – участников тушения пожара с мест установки ПА и боевых позиций.

– Создание нештатной структуры органов управления и служб РТП-1 – оперативный штаб, служба оперативного реагирования, газодымозащитная служба, служба охраны труда из числа прибывающего личного состава подразделений ПО.

– Закрепление боевых участков РТП-2 за должностными лицами с постановкой задач по тушению – эвакуация людей, охлаждение соседних РВС, ликвидация очага пожара.

– Выбор решающего направления РТП-1 в зависимости от развития пожара, своевременная постановка задач участникам тушения пожара при изменении решающего направления.

– Контроль РТП-1 над выполняемыми задачами, стоящими перед участниками тушения пожара с учетом требований ОТ.

– Осуществление мероприятий РТП-2 (начальника ДСПТ, вышестоящего руководства) по выполнению принципа «бесперебойной работы», то есть вызов личного состава других смен (резервных или полный сбор личного состава), резервной техники, автотопливозаправщиков для обеспечения замены технических и людских ресурсов в условиях продолжительности тушения.

Контроль и координацию над работающими силами и средствами подразделений пожарной охраны тушение пожара осуществляет

руководитель тушения пожара (сотрудник пожарной охраны, допущенный в установленном порядке к тушению пожара). В ходе тушения по мере прибытия старших должностных лиц, должность РТП передается другому должностному лицу с полной передачей информации о распоряжениях и указаниях. РПТ контролирует и координирует силы и средства, ему всецело подчиняются все лица, работающие на месте пожара. Поскольку осуществляются все указания на принципах единоначалия руководства, процесс пожаротушения приобретает характер координированного выполнения работ и управления боевыми действиями. Этот принцип позволяет уйти от параллелизмов действий на одних и тех же позициях, сэкономить время и тем самым сократить время ликвидации имеющимися силами и средствами. Нет должностного лица на месте пожара выше РТП.

Обязанности РТП на месте пожара с наличием нефтепродукта:

- Контроль и координация силами и средствами подразделений пожарной охраны, а также создание оперативного штаба для управления действиями;
- Определение границ зоны пожара, определение и установление порядка и тактических действий по тушению пожара;
- Обмен информацией с центральным пунктом пожарной связи, с уточнением данных об обстановке на месте и установления ранга пожара для вызова необходимых сил и средств;
- Проведение разведки на месте пожара, установление решающего направления боевых действий;
- Организация связи и освещения места пожара;
- Определение способа подачи пенообразователя в очаг пожара горящего РВС, а также позиции пожарной техники;
- Управление силами и средствами по охлаждению соседних РВС;
- Создание оперативного штаба на месте пожара с указанием должностных лиц – начальников тыла, боевых участков;



- Определение места расположения оперативного штаба;
- Организовать подготовку к пенной атаке, определить количество личного состава, поставленных на выполнение этой задачи;
- Координировать исполнение поставленных задач специальным службам жизнеобеспечения;
- Контролировать выполнение требований охраны труда и техники безопасности, с установлением знаков отхода при аварийных ситуациях, взрыве или вспышке нефтепродукта;
- Организовать посты безопасности на входе в непригодную для дыхания среду, регулярно проверять списки входящих и выходящих газодымозащитников;
- Определить порядок действий на случай немедленного отхода техники и личного состава из опасной зоны.

Особенности проведения разведки пожара станции смешения нефти:

- Определение времени свободного развития пожара, начала применения средств пожаротушения и противопожарной защиты, а также состояния деформированного оборудования и емкостей;
- Установление количества, уровня заполнения, а также вида нефтепродукта в опасной и смежной зонах;
- Определение температурного режима вещества в опасной зоне, вероятности возможного взрыва, разлива или вскипания;
- Установление состояния обвалования, вероятности выхода ЛВЖ за пределы обвалования;
- Определение концентрации и наличия воды в емкости РВС, составе нефтепродукта и обваловании;
- Установление границ опасной зоны, установки сил и средств, боевых позиций личного состава;
- Определение направления вытекания ЛВЖ с учетом метеорологических условий, рельефа местности и условий пожара;

– Переход на аварийную систему защиты – использование резервного РВСП, системы пожаротушения, переключение на блоки бесперебойного питания;

– Определение способа перекачки нефтепродукта из горящего РВСП [28].

Подготовка к действиям по пенной атаке осуществляется посредством подачи пены с помощью специальной пожарной техники – пеноподъемников, пенокамер. Кроме того, пенную атаку также можно проводить с помощью мониторов – непосредственно на поверхность горящего нефтепродукта, или также подачу пенообразователя в слой горящего нефтепродукта [29].

Подготовку пенной атаки личный состав подразделений ПО проводит незамедлительно в рамках оперативной обстановки. При этом необходимо контролировать позиции пожарной техники, инвентаря и оборудования, а также регулировать расчетные данные используемого пенообразователя.

Слив-налив, хранение и перевозка нефтепродукта во время возникновения пожара и в процессе всего тушения осуществляется под руководством администрации и руководства объекта, а также при согласовании с РТП.

### **3.2 Выбор технических решений при тушении пожара**

Способ снижения времени тушения пожара нефти и нефтепродуктов путем предотвращения нагревания резервуара от факела пламени

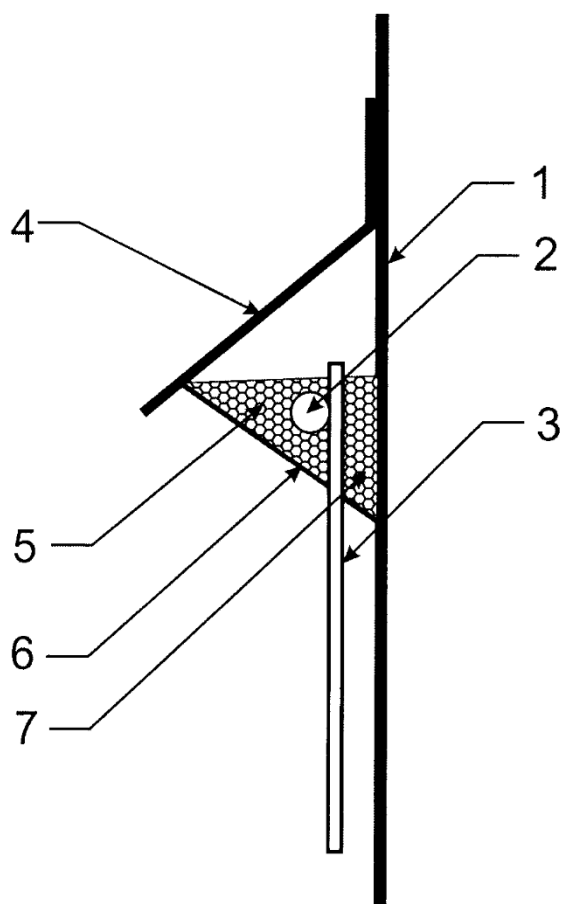
Данный вид технического устройства может быть использован при тушении возникшего пожара на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга», также применим метод на территории резервуарных парков нефтепродуктов. Эффективность в ходе испытания данного метода показала, что время тушения снижается в 2 раза в отличие от исходных данных без применения устройства.

«В качестве охлаждения резервуара используется водный раствор смачивателя, который циркулирует с помощью насоса между кольцевым карманом на стенке резервуара и наружной расширительной емкостью, при этом водный раствор смачивателя подается из перфорированного трубопровода внутрь пористого негорючего наполнителя, вплотную примыкающего к стенке резервуара, а избыток водного раствора в кольцевом кармане возвращается в систему циркуляции за счет переливных патрубков, при этом уровень раствора в кольцевом кармане должен быть выше пористого наполнителя. Изобретение относится к области тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах, а также может использоваться для защиты резервуаров с сжиженными газами и низкомолекулярными спиртами» [26].

Поскольку, как ранее было описано, опасным этапом в ходе возникновения пожара является тепловое длительное действие температуры в верхнем поясе РВС [30]. Эффективность в ходе испытания данного метода показала, что время тушения снижается в 2 раза в отличие от исходных данных без применения устройства. Соответственно, это опасно и влечет за собой деформацию конструкции резервуара, а также его разрушение с последующим выходом нефтепродукта за пределы РВС [31].

Нежелательным событием в ходе внедрения технического средства является длительное температурное воздействие температуры в верхнем поясе РВС.

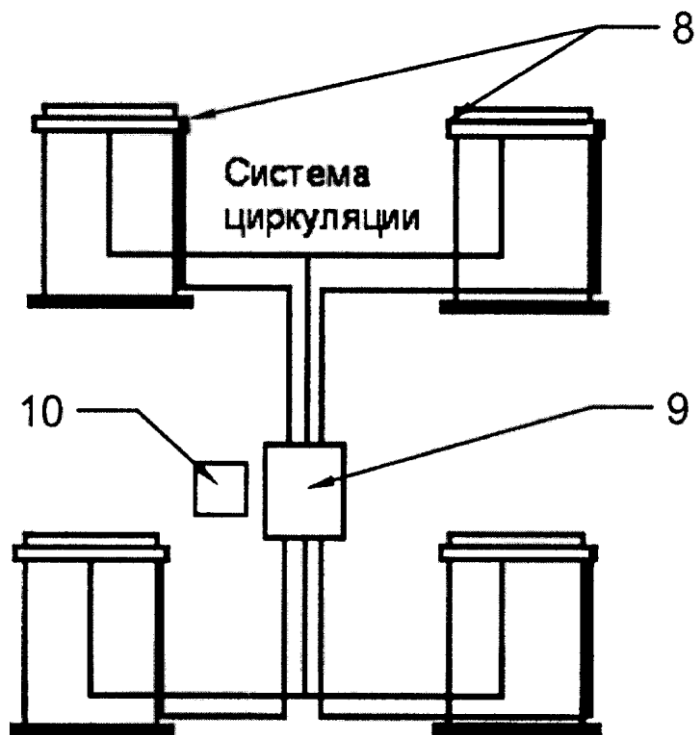
Схема установок представлена на рисунке 8, где показана принципиальная схема кольцевого канала с пористым материалом, пропитанным раствором смачивателя.



1 – стенка РВС; 2 – перфорированный трубопровод; 3 – переливные патрубки; 4 – защитные пластины; 5 – наполнитель; 6 – кольцевой карман; 7 – поверхностный слой

Рисунок 8 - Принципиальная схема кольцевого канала с пористым материалом

В качестве охлаждения резервуара используется водный раствор смачивателя, который циркулирует с помощью насоса между кольцевым карманом на стенке резервуара и наружной расширительной емкостью, при этом водный раствор смачивателя подается из перфорированного трубопровода внутрь пористого негорючего наполнителя, вплотную примыкающего к стенке резервуара, а избыток водного раствора в кольцевом кармане возвращается в систему циркуляции за счет переливных патрубков, при этом уровень раствора в кольцевом кармане должен быть выше пористого наполнителя. На рисунке 9 приведена схема системы циркуляции охлаждающего раствора.



8 – кольцевой карман; 9 – насос; 10 – расширительная емкость

Рисунок 9 - Схема системы циркуляции охлаждающего раствора

«В качестве охлаждения резервуара используется водный раствор смачивателя, который циркулирует с помощью насоса между кольцевым карманом на стенке резервуара и наружной расширительной емкостью, при этом водный раствор смачивателя подается из перфорированного трубопровода внутрь пористого негорючего наполнителя, вплотную примыкающего к стенке резервуара, а избыток водного раствора в кольцевом кармане возвращается в систему циркуляции за счет переливных патрубков, при этом уровень раствора в кольцевом кармане должен быть выше пористого наполнителя» [26].

Пористый наполнитель выполняют только из стекловолоконного материала с открытыми порами. Устройство данного наполнителя, выполненного из негорючих материалов, позволяет предотвратить испарение

воды, а также постоянно подпитывать систему охлаждения резервуара. Эта система способна охладить стальные конструкции и емкости. При этом, качественным результатом решения является предотвращение нагрева нефтепродукта в условиях горения.

«В качестве смачивателей используются растворы смачивателей - неионогенных и амфолитных поверхностно-активных веществ, обладающих ограниченной растворимостью в воде, в частности оксиэтилированные алкилфенолы, оксителированные жирные спирты и карбоксибетаины с различной длиной углеродной цепи. Для предотвращения попадания осадков и пыли кольцевой карман накрывается защитными пластинами, которые скреплены так, чтобы они сдвигались одна по другой, позволяя контролировать качество смоченного пористого наполнителя. Испытание эффективности предложенного способа и способа-прототипа проведено на стендовой установке, на которой смонтированы системы охлаждения по прототипу и настоящему изобретению» [26].

В условиях испытательного процесса технического решения были проведены расчеты по времени тушения фрагментов резервуаров с нефтепродуктом. Выявлено, что с увеличением температурного режима в резервуаре возрастает и время тушения. Поэтому важность эффективной работы установки охлаждения показательна.

Сравнительное испытание по времени тушения гептана проводили при фиксированной интенсивности подачи пены. Результаты испытаний представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты испытания по времени тушения гептана проводили при фиксированной интенсивности подачи пены

| Интенсивность,<br>кг/мс <sup>2</sup> | Время тушения, с |    | Относительная<br>эффективность |
|--------------------------------------|------------------|----|--------------------------------|
|                                      |                  |    |                                |
| 0,05                                 | 98               | 43 | 2,3                            |
| 0,08                                 | 56               | 24 | 2,2                            |
| 0,1                                  | 48               | 23 | 2,1                            |

Результаты испытаний показали, что способ по предлагаемому изобретению на 30-50% эффективнее, чем описанный в прототипе.

Таким образом, испытание предложенного устройства в сравнении с прототипом показало повышенную эффективность способа по предполагаемому изобретению.

Прямые испытания по величине теплового потока, который поступает от факела пламени к нефтепродукту, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Данные прямых испытаний по величине теплового потока

| Время горения, с | Свободный борт | Время тушения, с |     | Относительная эффективность |
|------------------|----------------|------------------|-----|-----------------------------|
| 0,05             | 5              | 3,7              | 2,1 | 1,9                         |
| 0,08             | 5              | 5,9              | 4,7 | 1,4                         |
| 0,1              | 5              | 11,2             | 7,1 | 1,6                         |

«По времени тушения пламени гептана эффективность предложенной системы охлаждения в два раза выше существующей. Количества тепла, полученного от факела пламени, при использовании устройства по предлагаемому способу в 2 раза ниже, чем по способу-прототипу. Прямые измерения теплового потока также показали высокую эффективность предложенного способа, который оказался эффективнее в 1,5 раза» [26].

Реализация способа снижения времени тушения пожара нефти и нефтепродуктов путем предотвращения нагревания резервуара от факела пламени на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга».

«Устройство, расположенное на верхнем металлическом поясе резервуара в виде кольцевого кармана, опоясывающего резервуар, в котором одна из поверхностей является стенкой резервуара, содержит пористый негорючий наполнитель - керамическое волокно, например «CerachemBlanket», вплотную прижатый к стенке резервуара, что обеспечивает непрерывный эффект смачивания металлической нагретой поверхности стенок резервуара с помощью водного раствора смачивателя. В

качестве смачивателя используются водные растворы оксиэтилированных алкилфенолов с числом углеродных групп от 7 до 12 с концентрацией от 0,1 до 2,0% масс., которые циркулируют через перфорированный трубопровод к насосу и буферной емкости, установленным за обвалованием резервуара» [26].

Все действия, направленные на тушение пожаров, носят безвозмездный характер и не подразумевают никакой оплаты своей деятельности. Прием и передача сообщений о пожаре осуществляется по телефонным линиям, срабатывании сигнализации. По телефону городской связи прием осуществляется непосредственно на центральный пункт пожарной связи, а также посредством иных оперативных служб жизнеобеспечения для последующей высылки подразделений пожарной охраны к месту аварий, пожаров или иных чрезвычайных ситуаций. На месте пожара любой территориальной или ведомственной принадлежности объекта пожара руководство тушением осуществляют должностные лица ФПС ГПС, поскольку согласно законодательству – это основной и главный вид пожарной охраны.

Защитные пластины расположены под уклоном не менее 5 градусов наружу от резервуара, при этом имеют щель в области контакта со стенкой резервуара для выхода пара. Сливные патрубки в кольцевом кармане расположены на 1-3 см над уровнем пористого смачивателя. Время тушения гептана при интенсивности  $0,05 \text{ кг/м}^2\text{с}$  - 43 секунды, а по способу-прототипу - 98 секунд. Тушение пожара осуществляется передвижной пожарной техникой с использованием системы послойного пожаротушения, пеной низкой кратности в случае критической интенсивности подачи огнетушащих веществ, а также с использованием пеноподъемников и ручных пенных стволов.

На рисунке 10 приведена схема пожаротушения станции смешения нефти при внедрении заявленного способа.



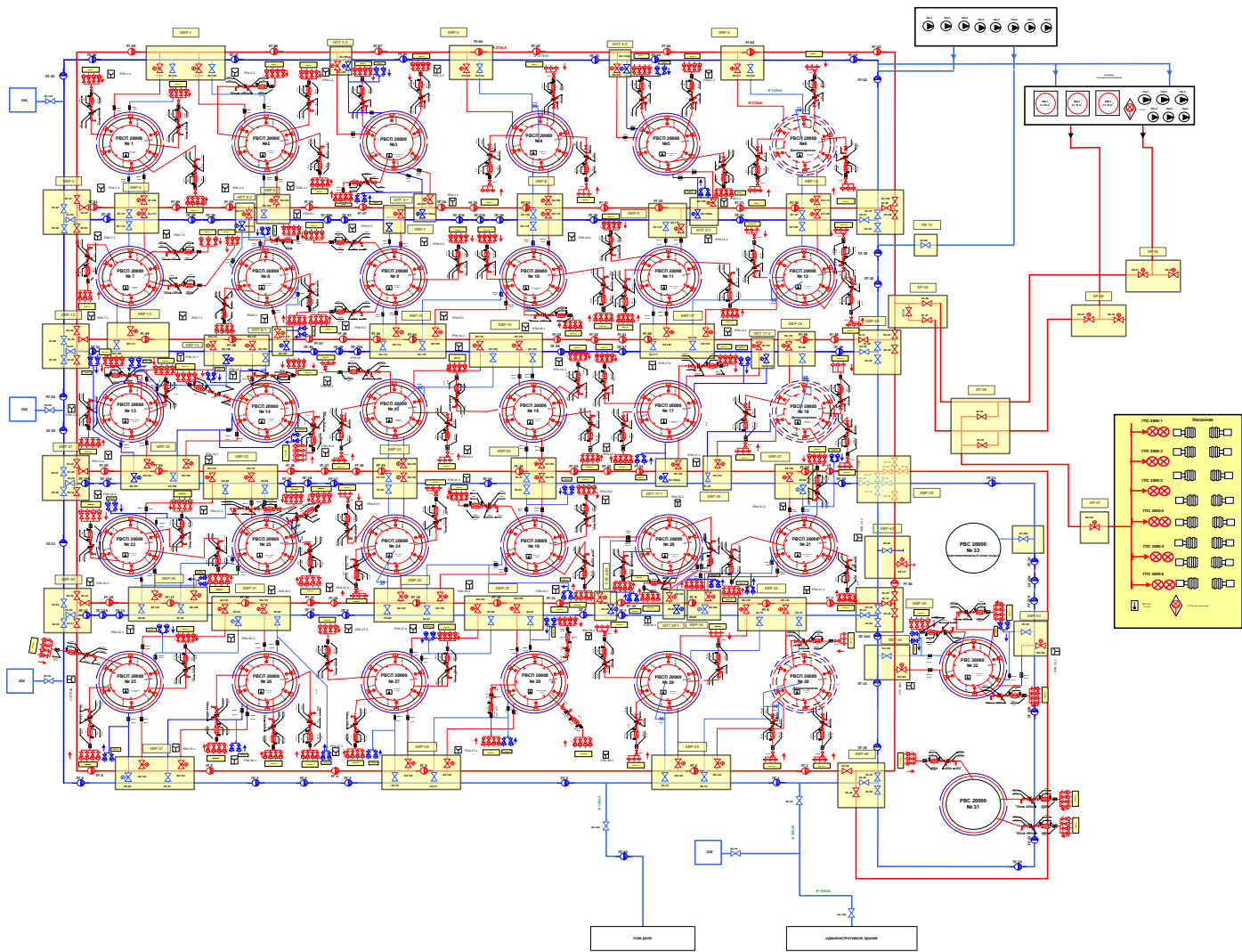


Рисунок 10 - Схема пожаротушения станции смешения нефти при внедрении заявленного способа

При горении нефти по зеркалу при перекосе понтона тушение пожара передвижной пожарной техникой с использованием системы послойного пожаротушения, пеной низкой кратности.

При подрыве крыши с последующим распространения пожара по всей площади РВСП, тушение пожара передвижной пожарной техникой с использованием системы послойного пожаротушения, а также пеной низкой кратности.

Тушение пожара комбинированным способом пену средней кратности необходимо подавать и в слой горящего нефтепродукта, и на поверхность.

При потере устойчивости РВСП с частичным разрушением «сухой» стенки, и возможностью выхода нефти за пределы резервуара тушение пожара передвижной пожарной техникой с использованием системы послойного пожаротушения, и использованием пенных стволов для тушения проливов.

### **3.3 Основные этапы действий при тушении возможного пожара**

Специфика боевых действий подразделений ГПС по тушению пожаров в резервуарах и резервуарных парках, как правило, зависит от условий возникновения и развития пожара, к которым относятся:

- Образование «карманов», в которые не может быть подана пена;
- Образование прогретого слоя горючей жидкости толщиной 1 м и более;
- Низкая температура окружающей среды;
- Горение в обваловании;
- Одновременное горение двух и более резервуаров.

«При наличии «карманов» необходимо провести специальные мероприятия, позволяющие обеспечить одновременную подачу огнетушащих средств как на открытую поверхность горючего, так и в область «кармана». Одним из способов обеспечения подачи пены в «карман» является

проведение работ по вскрытию стенки горящего резервуара. Специальные мероприятия проводятся по решению оперативного штаба. Перед началом работ по вскрытию стенки необходимо провести мероприятия, исключаящие или значительно уменьшающие опасность выброса и вскипания. Прогретый слой может быть ликвидирован при подаче пены с нормативной интенсивностью в течение 5-10 мин, а также различными видами перемешивания» [23].

Разлившийся в обваловании нефтепродукт, а также участок возле резервуара, где будут проводиться огневые работы, следует покрыть слоем пены; пенные стволы держать в постоянной готовности [32].

«Нижняя кромка отверстия должна располагаться выше уровня горючей жидкости не менее чем на 1 м (это положение определяется визуально по степени деформации стенки, выгоранию слоя краски). Газорезчик должен быть одет в теплоотражательный костюм. Баллоны с кислородом и горючим газом устанавливаются за пределами обвалования и защищаются от теплового воздействия. Шланги для подачи кислорода и горючего газа защищаются с помощью распыленных водяных струй. Пенную атаку необходимо проводить одновременно с подачей стволов как на открытую поверхность, так и в «карман». В отдельных случаях можно ликвидировать «карманы» путем закачки нефтепродукта (воды, если горит светлый нефтепродукт) или откачки его с последующим тушением» [23].

В отдельных случаях для тушения пожара в замкнутом объеме резервуара можно использовать пар, инертные газы, если существует возможность их подачи, в комбинации с охлаждающими средствами тушения [33].

При горении нескольких резервуаров и недостатке сил и средств для их одновременного тушения все имеющиеся силы и средства необходимо сосредоточить на тушении одного резервуара, расположенного с наветренной стороны, или того, который больше всего угрожает соседним негорящим резервуарам.

«Тушение пожара при низком уровне нефти или нефтепродукта под понтоном или плавающей крышей, лежащих на стойках, может быть достигнуто одним из следующих способов:

– Подачей пены на поверхность горючей жидкости через отверстия (окна), вырезанные в стенке резервуара под понтоном (плавающей крышей) выше уровня жидкости;

– Закачкой нефти или нефтепродукта (воды, если горит светлый нефтепродукт) поднять уровень продукта выше опорных стоек и осуществить тушение в обычном порядке» [23].

«Тушение пожаров в резервуарах в условиях низких температур усложняется тем, что, как правило, увеличивается время сосредоточения достаточных сил и средств для проведения пенной атаки. Тушение темных нефтепродуктов, при горении которых образовался гомотермический (прогретый) слой значительной толщины, целесообразно осуществлять введением поочередно пенных стволов. Непосредственно перед пенной атакой территорию между пеноподъемниками и резервуаром покрыть слоем пены, а охлаждение горящего резервуара осуществлять из-за обвалования. Кроме того, принять меры по защите пеноподъемников и рукавных линий водяными струями. Несоблюдение этого условия может привести к переливу вспенившегося нефтепродукта через борт резервуара. В этом случае пену необходимо подавать из-за обвалования. При этом требуется обеспечить расчетное количество сил и средств для тушения пожара по площади обвалования» [23].

В качестве превентивных мероприятий от возможных вторичных последствий пожара рекомендуется освобождать и удалять частицы используемой, так называемой подтоварной воды, в горящих слоях нефтепродукта. При этом необходимо также сосредотачивать вспомогательную технику для возможных работ по очистке или опашке территории [34].

«Подготовка личного состава гарнизона пожарной охраны к тушению пожаров в резервуарах и резервуарных парках проводится на занятиях по служебной и боевой подготовке, пожарно-тактических учениях и занятиях в соответствии с приказами, указаниями МВД России, ГУГПС МВД России. На теоретических занятиях личный состав знакомится с конструкцией резервуаров защищаемого объекта, основными свойствами хранимых продуктов, возможными видами пожаров в резервуарах и резервуарных парках и способами их тушения, мерами безопасности при ведении боевых действий» [23].

При проведении пожарно-тактических учений, занятий происходит отработка навыков и умений в условиях оперативного реагирования по боевому развертыванию на месте пожара нефтепродукта. После проведения тренировок, должностные лица и их посредники обсуждают ошибки и особенности тактических действий в условиях рассматриваемого объекта.

«Пожарно-тактические учения проводятся в соответствии с методическими указаниями по пожарно-тактической подготовке и плану пожаротушения. Обучение РТП и начальствующего состава пожарных частей действиям при пожаре в резервуарном парке, оценке обстановки на пожаре при различных вариантах его развития и принятию правильных решений целесообразно проводить с использованием ЭВМ» [23].

При проведении ПТЗ, ПТУ, ТСУ и тренировок на станции смешения нефти отрабатываются:

- действия работников объекта (дежурные операторы ССН, диспетчеры СРНУ, электромонтеры НПС, начальники участков и инженеры НПС), по своевременному сообщению, в ПО, сообщению о пожаре на объекте, эвакуации людей из опасной зоны, других действий в случае пожара;
- сбор, прибытие и расстановка пожарной и вспомогательной техники и личного состава для тушения условного пожара;

- взаимодействие пожарных подразделений с сотрудниками станции смешения нефти, а также службами жизнеобеспечения – скорой помощи, газовой службы, службы электроснабжения, ЕДДС, ГСВ, администрации населенного пункта;
- схемы боевого развертывания, расстановки сил и средств технического обеспечения ПО для проведения пенной атаки;
- взаимодействие с ФПС ГПС с другими видами ПО (частная, добровольная и ППС субъекта, где возглавляет тушение – ФПС ГПС)
- действия РТП, оперативного штаба, должностных лиц на пожаре с выявлением недостатков и нарушений требований правил ОТ, ТБ и пожарной тактики;
- действия личного состава, задействованных на боевых позициях;
- действия личного состава ПО с применением СИЗОД и спасательных устройств;
- схемы подачи ОВ в очаг пожара и обвалование, расстановки сил и средств технического обеспечения ПО для проведения пенной атаки.

Также в пожарно-спасательных гарнизонах проектируют специальные площадки с наличием тренировочных комплексов по тушению нефтепродуктов, фрагментов конструкций резервуаров [35].

### **Выводы по разделу 3**

Предложено внедрение способа снижения времени тушения пожара нефти и нефтепродуктов путем предотвращения нагревания резервуара от факела пламени. Данный вид технического устройства может быть использован при тушении возникшего пожара на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга», также применим метод на территории резервуарных парков нефтепродуктов. Эффективность в

ходе испытания данного метода показала, что время тушения снижается в 2 раза в отличие от исходных данных без применения устройства.

Водный раствор смачивателя охлаждающего действия подается с помощью насоса между стенкой резервуара и наружным емкостным сосудом.

При этом водный раствор смачивателя подается из перфорированного трубопровода внутрь пористого негорючего наполнителя, вплотную примыкающего к стенке резервуара, а избыток водного раствора в кольцевом кармане возвращается в систему циркуляции за счет переливных патрубков, при этом уровень раствора в кольцевом кармане должен быть выше пористого наполнителя.

Испытание эффективности предложенного способа и способа-прототипа проведено на стендовой установке, на которой смонтированы системы охлаждения по прототипу и настоящему изобретению [26].

В условиях испытательного процесса технического решения были проведены расчеты по времени тушения фрагментов резервуаров с нефтепродуктом. Выявлено, что с увеличением температурного режима в резервуаре возрастает и время тушения. Поэтому важность эффективной работы установки охлаждения показательна.

Разработаны алгоритмы действий пожарных подразделений при тушении условного пожара на рассматриваемом объекте, а также боевые действия при управлении пожарными подразделениями.

Особенности действий пожарных подразделений:

- оперативное реагирование на вызовы о пожаре, горении, нештатной ситуации на объекте нефтехимии по повышенному номеру вызова;
- следование в рамках допустимого регламента до 10 минут по территории к месту пожара по кратчайшему маршруту с соблюдением ПДД, допустимыми знаками приоритета на дороге;
- прибытие к месту пожара с правильной постановкой оценки обстановки;

- доклад на пультах информационных центров пожарной охраны – ЦППС, ЦУКС об обстановке, складывающейся на месте пожара и вызове дополнительных сил, необходимых к месту пожара;
- сбор информации о людях, которые могут находиться в опасной зоне;
- принятие решения о прекращении технологических процессов станции смешения нефти, а также о немедленной эвакуации из опасной зоны людей;
- выбор решающего направления и охлаждение горящего РВС;
- выбор способа тушения очага пожара пеной средней кратности;
- передача функций по управлению пожаром старшему должностному лицу с докладом о сложившейся обстановке;
- выполнение поставленных задач с учетом правил ОТ и требований ТБ.

Особенности управления БД при тушении пожара:

- оценка обстановки с передачей информации должностным лицам Самарского ПСГ;
- создание нештатной структуры органов управления и служб – оперативный штаб, служба оперативного реагирования, газодымозащитная служба, служба охраны труда;
- закрепление боевых участков за должностными лицами с постановкой задач по тушению – эвакуация людей, охлаждение соседних РВС, ликвидация очага пожара,
- выбор решающего направления в зависимости от развития пожара, своевременная постановка задач при изменении решающего направления;
- контроль над выполняемыми задачами с учетом требований ОТ;
- осуществление мероприятий по выполнению принципа «бесперебойной работы», то есть вызов личного состава других смен



(резервных или полный сбор личного состава), резервной техники, автотопливозаправщиков для обеспечения замены технических и людских ресурсов в условиях продолжительности тушения.

## Заключение

В первом разделе настоящего диссертационного исследования было выполнено описание технологического процесса, характеристики выбранного объекта - станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга».

Во втором разделе было осуществлено выявление основных особенностей проведения боевых действий по тушению пожара на объектах нефтехимии с точки зрения основ пожарной тактики, актуальных источников нормативно-справочной документации, а также существующего опыта.

Было установлено, что при произошедших и развившихся пожарах на объектах нефтехимии наблюдаются высокие показатели по человеческим жертвам, ущербу окружающей среде и материальным потерям. Также установлен факт, что основными объектами пожаров нефтехимического комплекса являются резервуары с нефтепродуктами, а также самой распространенной причиной возникновения пожаров является нарушение технологического процесса.

В разделе был произведен прогноз развития пожара, показывающий, что:

– Возникновение пожара на станции смешения нефти производственной площадки «Самара» Самарского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть-Приволга» возможно по причине - удара молнии (атмосферное, статическое электричество), перепада температурного режима паров нефтепродукта (вскипание нефти), а также нарушению технологического процесса (превышение нормируемых показателей рабочей среды производственного оборудования) и нарушению правил ПБ (курение, нарушение правил ОТ и ТБ).

– Основное средство тушения- пенообразователь средней и низкой кратности.

– Для тушения пожара на рассматриваемом объекте требуется значительное сосредоточение значительных сил и средств (ранг пожара №3 – 15 основных отделений – АЦ, 5 АПТ, 4 АКП/АЛ-30, 4 пеноподъемника, 7 пенных стволов при расчетной численности 58 человек личного состава ГПС).

В третьем разделе были сформулированы алгоритмы общих принципов боевых действий по тушению пожара непосредственно для объекта нефтехимии, а также произведен поиск технических решений в области пожаротушения объектов нефтехимии, а также предложения ко внедрению данных технических способов и устройств. Также были описаны статистические данные о пожарах на объектах нефтехимии.

Быстрое растекание нефти, высокая температура горения (1 300 0С и более). Под воздействием пламени, насосы и трубопроводы, прогреваются до критических температур, при которых металл теряет свою прочность. Этот же прогрев приводит к быстрому повышению давления в насосах и трубопроводах. В связи с этим, предложено внедрение способа снижения времени тушения пожара нефти и нефтепродуктов путем предотвращения нагревания резервуара от факела пламени. Эффективность в ходе испытания данного метода показала, что время тушения снижается в 2 раза в отличие от исходных данных без применения устройства. Испытание эффективности предложенного способа и способа-прототипа проведено на стендовой установке, на которой смонтированы системы охлаждения. В условиях испытательного процесса технического решения были проведены расчеты по времени тушения фрагментов резервуаров с нефтепродуктом. Выявлено, что с увеличением температурного режима в резервуаре возрастает и время тушения. Поэтому важность эффективной работы установки охлаждения показательна.

## Список используемых источников

1. Актуальные проблемы обеспечения устойчивости к возникновению и развитию пожара технологий хранения нефти и нефтепродуктов : учеб. пособие / В.К. Давлетяров [и др.]. – М. : Изд-во Мезина, 2015. – 148 с.
2. Анализ практики экспертного исследования пожаров на объектах хранения нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]. — 2016. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-praktiki-ekspertnogo-issledovaniya-pozharov-na-obektah-hraneniya-nefti-i-nefteproduktov/viewer> (дата обращения: 11.05.2021).
3. Методика оценки пожаробезопасных расстояний при проектировании промышленных предприятий: учеб. пособие / М.И. Джанибеков [и др.]. – М. : Изд-во МиМ, 2015. – 252 с.
4. Нефтедобыча и нефтепереработка АО «Транснефть-Приволга»: цифры и рейтинги [Электронный ресурс]. — 2018. — URL: <https://volga.transneft.ru/about/deyatelnost/> (дата обращения: 11.05.2021).
5. О защите от ЧС природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 (ред. от 08.12.2020) № 68 — URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-68-FZ/> (дата обращения: 23.04.2021).
6. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 27.12.2019) URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-69-FZ/> (дата обращения: 02.04.2021).
7. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 — URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 23.03.2021).

8. Об утверждении свода правил «Склады нефти и нефтепродуктов» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 26.12.2013 № 837 (ред. от 09.03.2017). - URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-mchs-rossii-ot-26122013-n-837/> (дата обращения: 19.05.2021).
9. Общие сведения о резервуарах и парках хранения ЛВЖ и ГЖ и пожарах в них. [Электронный ресурс] — URL: [http://government.rul'medialTiles/41\\_d4\\_6737638891\\_da2184/pdf](http://government.rul'medialTiles/41_d4_6737638891_da2184/pdf) (дата обращения: 15.11.2016).
10. Обеспечение пожарной безопасности предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности [Электронный ресурс] : Методические рекомендации МЧС России от 27.12.2019 URL: <https://rulaws.ru/acts/Obespechenie-pozharnoy-bezopasnosti-predpriyatij-neftepererabatyvayushey-i-neftehimicheskoy-promyshlennosti/> (дата обращения: 12.05.2021).
11. Основные направления деятельности АО «Транснефть-Приволга»: цифры и рейтинги [Электронный ресурс]. — 2016. — URL: <https://volga.news/article/399057.html> (дата обращения: 11.05.2021).
12. Особенности ликвидации аварии при перевозке опасных грузов : / И.И. Ядройцев [и др.]. – Иркутск ФГОУ ВПО ВСИ МВД РФ, 2009. – 197 с.
13. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами: учеб. пособие / О.М. Волков [и др.]. – М.: Недра, 2013. - 151 с.
14. Пожарная тактика. Курс лекций. Часть 2 : учеб. пособие / Н.Ю. Клименти [и др.]. – Волгоград : ВолгГАСУ, 2014. — Учебное электронное издание сетевого распространения., 2014. – 140 с.
15. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства тушения учеб. пособие / А.К. Холостов [и др.]. – М. : Изд-во НефтеХим, 2016. – 68 с.
16. Пожарная безопасность на объектах нефтегазового комплекса Прогрессивные технологии и средства тушения нефтепродуктов. [Электронный ресурс] — URL: <https://fire-declaration.ru/novosti/pozharnaya->

bezopasnost-na-obektah-neftegazovogo-kompleksa.html (дата обращения: 12.05.2021).

17. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. рекомендации [Электронный ресурс] : Методические рекомендации МЧС России от 27.08.2017 URL: <https://rulaws.ru/acts/Poryadok-primeneniya-penoobrazovateley-dlya-tusheniya-pozharov.-Rekomendatsii/> (дата обращения: 12.05.2021).

18. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] — URL: [https://yandex.ru/turbo/stud.wiki/s/life/3c0b65625a2ac78b5d53b89421206c27\\_0.html](https://yandex.ru/turbo/stud.wiki/s/life/3c0b65625a2ac78b5d53b89421206c27_0.html) (дата обращения: 15.04.2021).

19. Рекомендации по организации и ведению боевых действий подразделениями пожарной охраны при тушении пожара [Электронный ресурс] от 08.12.2013 — URL <https://rulaws.ru/acts/Rekomendatsii-po-organizatsii-i-vedeniyu-boevyih-deystviy-podrazdeleniyami-pozharnoy-ohrany-pri-tushenii-po/> (дата обращения: 11.05.2021).

20. Рекомендации по предупреждению и тушению пожаров в резервуарах с понтоном и плавающей крышей : учеб. пособие / А.П. Лаптев [и др.]. – М. : Изд-во НефтеХим, 2014. – 123 с.

21. Руководство по повышению эффективности действий подразделений пожарной охраны при ликвидации пожаров на начальных этапах развития в зданиях с использованием информации от мониторинговых систем поддержки управления : учеб. пособие / А.О.Семенов [и др.]. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – 35 с.

22. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках [Электронный ресурс] Введ. 2021–01–01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2001. – 27 с.: 2021 — URL <https://www.meganorm.ru/Data2/1/4294849/4294849448.htm> (дата обращения: 11.05.2021).

23. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожара [Электронный ресурс] : Свод правил 5.13130.2009. – Введ. 2009–03–25. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2009. – 17 с. — URL: <https://rulaws.ru/acts/SP-5.13130.2009.-Svod-pravil.-Sistemy-protivopozharnoy-zaschity.-Ustanovki-pozharnoy-signalizatsii-i-pozha/> (дата обращения: 12.05.2021).

24. Склады нефти и нефтепродуктов требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Свод правил 155.13130.2014 — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108948> (дата обращения: 12.05.2021).

25. Способ снижения времени тушения пожара нефти и нефтепродуктов путем предотвращения нагревания резервуара от факела пламени : пат. 2589613 Рос. Федерация : А62С 3/00 (2006.01) / Корольченко Д.А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «МГСУ». – № 2015101162/12; заявл. 16.01.2015 ; опубл. 10.07.2016, Бюл. № 19. – 8 с. [Электронный ресурс] — URL: <https://patents.google.com/patent/RU2589613C1/ru> (дата обращения: 02.04.2021).

26. Статистика пожаров [Электронный ресурс]. — 2020. — URL: [https://vuzlit.ru/115716/statistika\\_pozharov](https://vuzlit.ru/115716/statistika_pozharov) (дата обращения: 11.05.2021).

27. Тактические приемы аварийной разведки и спасения при тушении пожаров : учеб. пособие / А.Н. Денисов [и др.]. – М. : Изд-во МГУ, 1990. – 53 с.

28. Тушение пожаров нефти в резервуарах и резервуарных парках. [Электронный ресурс] — URL: <https://gazovik-neft.ru/directory/info/fire-fighting/03.html> (дата обращения: 15.04.2021).

29. Тушение пожаров на нефтехимических объектах. [Электронный ресурс] — URL: <https://fireman.club/presentations/tushenie-pozharov-na-neftehimicheskikh-obektah/> (дата обращения: 15.03.2021).

30. Устойчивое развитие АО «Транснефть-Приволга»: цифры и рейтинги [Электронный ресурс]. — 2016. — URL: <https://volga.transneft.ru/ystoichivoe-razvitie/> (дата обращения: 11.05.2021).
31. Faveri F.M. Estimate flare radiation intensity – Hydrocarbon Processing, May, 1985, p.89–91.
32. Kalghatgi G. The visible shape and size of a turbulent hydrocarbon jet diffusion flame in a cross-wind // Combustion and Flame. – 1983. – № 52. – P.91–106.
33. McMurrey B. Flare radiation estimated. – Hydrocarbon Processing, Nov. 1982, p.172–181.
34. SFPE Handbook of fire protectin engineering. Third Edition, 2002. – 1604 p. ISBN – 087765-451-4. (Руководство SFPE по противопожарному проектированию. Третье издание, 2002. – 1604 с. ISBN – 087765-451-4).
35. Sunavala P.O. Dynamics of the buoyant diffusion flame // Journal of the Institute of Fuel. – 1967. – № 11. – P. 31–39