

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент бакалавриата

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Исследование, анализ и разработка путей повышения эффективности функционирования пожарных подразделений по тушению пожаров эксплуатируемых нефтебаз (на примере нефтебазы ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис»)

Студент

С.А. Хлопушин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

д. п. н. профессор, Н.П. Бахарев

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

Тольятти 2020

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения.....	9
Перечень сокращений и обозначений.....	10
1 Информационный обзор теоретических основ по тушению пожаров эксплуатируемых нефтебаз.....	11
1.1 Особенности возникновения и развития пожара в резервуарах с нефтепродуктом.....	11
1.2 Тактика тушения пожаров на объектах хранения и с наличием нефтепродуктов.....	14
1.3 Особенности крупных пожаров, произошедших на объектах нефтяной промышленности.....	17
2 Прогноз развития условного пожара на нефтебазе ООО «Тольятти- нефтепродукт Сервис».....	33
2.1 Общие данные об объекте.....	33
2.2 Описание технологического процесса.....	37
2.3 Сведения о пожарной нагрузке объекта.....	40
2.4 Системы противопожарной защиты здания.....	42
2.4.1 Автоматические системы сигнализации, оповещения и пожаротушения.....	42
2.4.2 Противопожарное водоснабжение.....	43
2.5 Прогноз развития пожара на объекте по двум наихудшим вариантам двух.....	45
2.5.1 Прогноз пожара в резервуаре хранения светлых нефтепродуктов (резервуар №3).....	49
2.5.2 Прогноз пожара в железнодорожной цистерне на эстакаде слива ЛВЖ.....	53
3 Разработка мероприятий по повышению эффективности	58

функционирования пожарных подразделений по тушению пожаров эксплуатируемых нефтебаз.....	
3.1 Выбор 2-3 технических решений, предлагаемых для применения для повышения эффективности функционирования пожарных подразделений.....	58
3.1.1 Способ пенной атаки при тушении пожаров в резервуарном парке.....	58
3.1.2 Способ тушения пожара нефти и нефтепродуктов в резервуарах с понтоном или плавающей крышей, подачей пены в основание резервуара.....	60
3.1.3 Способ тушения пожара в наземных резервуарах.....	61
3.2 Организационные мероприятия, направленные на улучшение и оперативность работы пожарных подразделений.....	65
Заключение.....	69
Список используемых источников.....	74

Введение

Любая производственная сфера деятельности человека неразрывно связана с энергетическим комплексом. Основным сырьем для ТПК является нефть и ее продукты. Пожароопасные свойства нефти представляют особую опасность для функционирования объектов нефтехимической промышленности. Возникновение аварийной ситуации нефтехимического производства может остановить технологический процесс нескольких предприятий. Простой предприятий влечет за собой косвенный ущерб экономике РФ. В связи с этим процесс переработки, хранения и перевозки нефтепродуктов требует строжайшего соблюдения норм и правил в данной области.

Актуальность и научная значимость настоящего исследования заключается, прежде всего, в необходимости доработки комплекса методов, применяемых в сфере обеспечения пожаротушения объектов нефтехимии. Кроме того, резервуары с нефтепродуктами являются пожароопасными объектами, система обеспечения пожарной безопасности подлежит постоянному совершенствованию.

Объект исследования: нефтебаза ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис».

Предмет исследования: функционирование пожарных подразделений по тушению пожаров эксплуатируемых нефтебаз.

Цель исследования: разработка путей повышения эффективности функционирования пожарных подразделений по тушению пожаров эксплуатируемых нефтебаз.

Гипотеза исследования состоит в том, что, если:

– проанализировать действующие нормы ПБ, тактические методы действий по тушению пожаров и данные объекта - нефтебазы ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис»;

– осуществить патентный поиск технических средств, устройств и методов тушения пожара на объектах нефтехимии, можно выявить особенности, слабые стороны в области тушения пожара этого объекта, а также разработать пути повышения эффективности функционирования пожарных подразделений по тушению пожаров.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проведение теоретического обзора нормативных источников относительно требований ПБ эксплуатируемых нефтебаз.

2. Анализ информации об объекте, уточнение данных по количеству обращающихся в производстве нефтепродуктов и оперативно-тактический характеристике объекта.

3. Прогнозирование развития пожара путем расчетов по количеству сил и средств условного пожара, разработке схем расстановки сил и средств по тушению пожара.

4. Подведение итогов анализа особенностей тактики тушения пожара нефтебазы ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис» пожарными подразделениями.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: нормативно-правовая документация относительно требований пожарной безопасности к объектам нефтехимии, учебные пособия по тактике тушения пожара и основам газодымозащитной службы, данные об объекте, методические рекомендации по обращению и тушению объектов нефтехимии.

Базовыми для настоящего исследования явились также: исходные данные об объекте (техническая. Проектная документация, данные об ПОО, ХОО г. о. Тольятти), боевой устав подразделений пожарной охраны, Расписание выезда подразделений Тольяттинского местного пожарно-спасательного гарнизона для тушения пожаров и проведения аварийно-

спасательных на территории г. о. Тольятти, тактические методы подразделений пожарной охраны.

Методы исследования: теоретический, анализ, сравнение, эмпирический, расчетный, библиографический.

Опытно-экспериментальная база исследования проводилась на базе Института инженерной и экологической безопасности Тольяттинского Государственного Университета.

Научная новизна исследования заключается в:

— выявлены и конкретизированы основные этапы организации тушения пожаров на объектах нефтехимии, а также сформулированы алгоритмы основных действий при решении тактических действий на пожаре;

— предложены сценарии и тактические методы для организации тушения пожара на объектах нефтехимии, а также непосредственно на нефтебазе ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис»;

— предложены некоторые технические устройства для оптимального и рационального решения тушения пожара, которые позволяют сократить время локализации, ликвидации возникшего пожара на объекте.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

— данных узкоспециализированных особенностей тактики тушения пожара на объектах нефтехимии, резервуарных парках;

— сформулированных алгоритмах действия персонала объекта на случай пожара, рекомендациях должностным лицам на пожаре;

— описании способов организации тушения пожаров и ликвидации ЧС непосредственно применимо к объектам нефтехимии, резервуарным паркам;

— выявлении и анализе информации (характерные черты) на основе статистических данных о пожарах на объектах нефтехимии, резервуарных парках, сравнении случаев из практики.

Практическая значимость исследования в рекомендации к применению сформулированных тактических действий, а также внедрению приведенных технических устройств, которые способны повысить тактические возможности пожарных подразделений.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

— действующими нормативно-правовыми актами РФ актуальной редакции на 20.05.2020 г;

— системной проработкой проблемы обеспечения пожарной безопасности зданий объектов нефтехимии, резервуарных парков на всех этапах, начиная от профилактики до тактики тушения крупного пожара;

— методическими рекомендациями и рекомендательными документами МЧС России, компетенция которых затрагивает здания объектов нефтехимии, резервуарных парков;

— глубиной исследования основных концепций ныне действующих тактических методов и приемов ликвидации ЧС и пожаров.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в написании научных статей, опубликованных в научном журнале.

1. Хлопушин С.А. Достижение качественной организации связи на пожаре/С.А. Хлопушин// «Символ науки».-2019.-с.57-59. ISSN 2410-700X [Электронный ресурс].-URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/dostizhenie-kachestvennoy-organizatsii-svyazi-na-meste-pozhara/viewer>.

2. Хлопушин С.А. Организация пожаротушения на объекте хранения нефтепродуктов / С.А. Хлопушин// «Символ науки».-2019.-с.59-61. ISSN 2410-700X [Электронный ресурс].-URL

<https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-pozharotusheniya-na-obekte-hraneniya-nefteproduktov/viewer>.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования.

На защиту выносятся:

- результаты анализа особенностей способов организации тушения пожаров и ликвидации ЧС на объектах нефтехимии;
- итоги информационного обзора по различным техническим решениям в организации пожаротушения на объектах нефтехимии;
- предлагаемые усовершенствованные технические решения непосредственно в условиях тушения конкретного объекта - нефтебазы ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис».

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 16 рисунков, 9 таблиц, список использованной литературы (44 источника). Основной текст работы изложен на 95 страницах.

Термины и определения

Пожар – неконтролируемый процесс горения, который может повлечь за собой ущерб жизни и здоровью людей, окружающей среде, обществу в целом

Пожарная тактика – совокупность методов по организации пожаротушения посредством организационных и технических мероприятий в наиболее короткие сроки.

Резервуарный парк - группа резервуаров, которые предназначены для хранения нефтепродуктов на определенной территории.

Функционирование пожарных подразделений по тушению пожаров – готовность к применению совокупности организационно-технических способов, навыков и оборудования подразделений ПО с целью ликвидации возможного загорания в пределах объекта.

Эффективность работы пожарных подразделений – максимальный коэффициент полезного действия от организации пожаротушения подразделений пожарной охраны, осуществляемый посредством применения технических средств, организационно-правовых основ законодательства РФ и практики тушения пожаров.

Перечень сокращений и обозначений

- АБК – административно-бытовой корпус
- АСН - автоматическая система налива
- АУГП - автоматическая установка газового пожаротушения
- АУГПП - автоматическая установка газопорошкового пожаротушения
- ВКПРП – верхний концентрационный предел распространения
пламени
- ВМП – воздушно-механическая пена
- ГЖ – горючая жидкость
- ГСМ – горюче-смазочный материал
- ГПОВ - газопорошковое огнетушащее вещество
- ЗПУ - запорно-пусковое устройство
- ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость
- МПП - модуль порошкового огнетушения
- ОАО – открытое акционерное общество
- ООО – общество с ограниченной ответственностью
- ПБ – пожарная безопасность
- ППКУП – прибор приемно-контрольный и управлением пожарный
- РВС - резервуар вертикальный стальной
- РП -резервуарный парк
- ФПС ГПС – федеральная противопожарная служба государственной
противопожарной службы

1 Информационный обзор теоретических основ по тушению пожаров эксплуатируемых нефтебаз

1.1 Особенности возникновения и развития пожара в резервуарах с нефтепродуктом

Методы организации тушения нефти, а также нефтепродуктов в резервуарах базируются на методах определения оценки вероятных ситуаций возникновения, а также развития пожара. «Пожары в резервуарах характеризуются сложными процессами развития, как правило, носят затяжной характер и требуют привлечения большого количества сил и средств для их ликвидации. Основным средством тушения пожаров в резервуарах является пена средней и низкой кратности, подаваемая на поверхность горючей жидкости. Допускается применение послойного способа подачи пены, а также других способов и средств тушения пожаров в резервуарах, обоснованных результатами научно-исследовательских работ и согласованных в установленном порядке. Для тушения нефти и нефтепродуктов применяются отечественные и зарубежные пеногенераторы и пенообразователи, прошедшие сертификацию и имеющие рекомендации по их применению и хранению» [1].

Причины возникновения пожара в резервуаре, прежде всего, могут быть зависимы от источника зажигания, конструктивных параметров резервуара, свойств горючей среды, а также присутствие взрывоопасных концентраций внутри резервуара. «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 $60 - 70^\circ$ » [1].

Факельное горение может возникать в иных отверстиях, трещинах в крыше или стенке резервуара при концентрации паров нефтепродукта в резервуаре выше ВКПП. Если факельное горения сопровождается наличием черного дыма, а также красного пламени, то можно делать вывод о большой концентрации паров горючего материала. Опасность взрыва в данном случае низкая. Угроза взрыва возникает при наличии сине-зеленого факельного горения без задымления.

В нефтехимии часто используют резервуары с плавающей крышей, существует вероятность возникновения локальных очагов пожара в области затвора или в месте горючей жидкости. В условиях низких температур в резервуарах с нефтепродуктом может зависать понтон или плавающая крыша, при падении это опасно, поскольку может также произойти пожар.

Пожар в обваловании может произойти вследствие перелива нефтепродукта или нарушения герметичности соединений, самих стенок резервуара, задвижек или других частей запорной арматуры конструкции резервуара. Также при эксплуатации резервуара необходимо содержать его конструкцию в исправном состоянии, поскольку попавший на отдельные части нефтепродукт может стать причиной пожара, например, на теплоизоляцию. Развитие пожара зависит от места возникновения, площади очага пожара, конструкции резервуара, внешних параметров среды, систем АУПТ, АПС, оперативности действий рабочего персонала и расстояния от объекта до пожарного подразделения.

На основе анализа пожаров и аварий, произошедших на подобных объектах в мире, материалов научных исследований пожары в резервуарах на рисунке 1 представлены сценарии развития пожара.

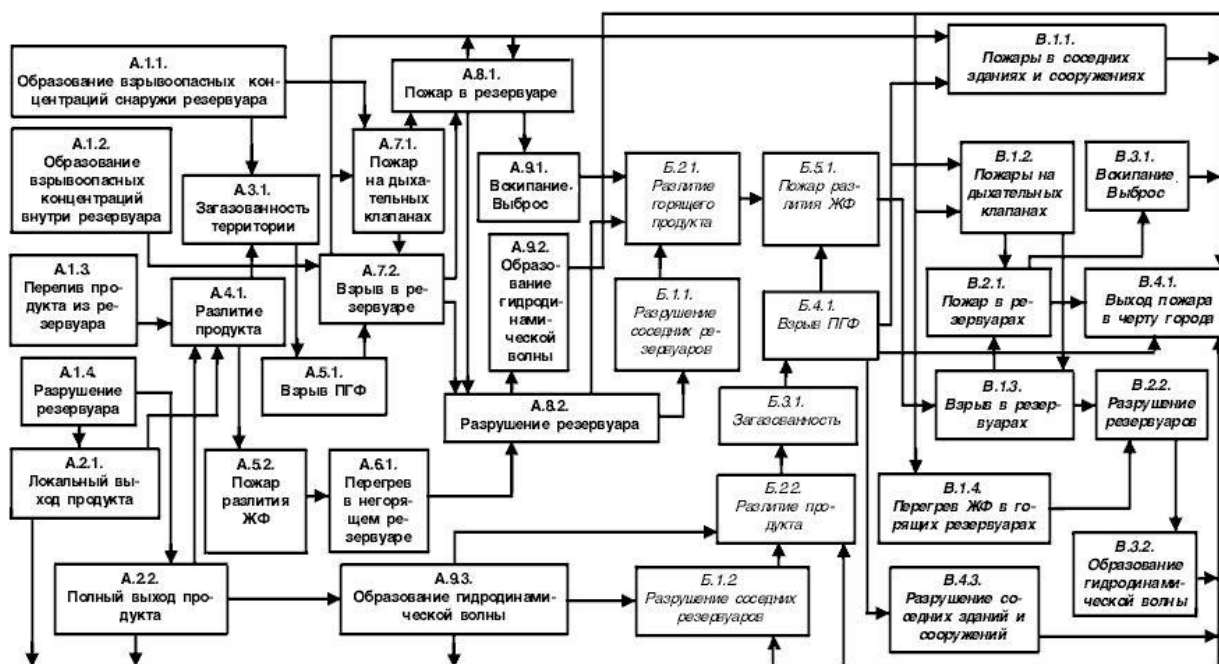


Рисунок 1 - Схема вероятных сценариев развития пожара в резервуаре

Пожары в резервуарах бывают трех типов: А, Б, В. А – локальный пожар в одном резервуаре, где горение выходит за пределы. Б – распространение пожара определено территорией, так называемой группы резервуаров. В – развитие пожара выходит за пределы одного, двух и более резервуаров, а также за пределы резервуарного парка, характеризуется разрушением горящего резервуара.

При пожаре в резервуаре, на его крыше в результате длительного теплового воздействия (один из опасных факторов пожара [4]) разрушается герметизирующий затвор. Затопление крыши резервуара происходит в течение одного часа.

1.2 Тактика тушения пожаров на объектах хранения и с наличием нефтепродуктов

Организация пожаротушения объектов с наличием или хранения нефтепродуктов зависит, прежде всего, от прогноза возможных ситуаций отдельного объекта при возникновении горения или пожара.

«Пену средней кратности следует получать с помощью пеногенераторов типа ГПС, а низкой кратности - с помощью стволов пены низкой кратности. При тушении пожаров горючих жидкостей в обваловании допускается применение пены низкой кратности, получаемой из синтетических пенообразователей общего и специального назначения. Нормативная интенсивность подачи раствора синтетического пенообразователя общего назначения должна составлять $0,15 \text{ л} \times \text{м}$.

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).

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 $0,3 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$, для газового конденсата - $0,5 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$. Главную роль в механизме тушения порошками играет ингибирование пламени. 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. Интенсивность во всех случаях такая же, как и при индивидуальном использовании этих веществ. Применение комбинированного метода тушения требует дополнительных сил и средств. Поэтому он целесообразен, как правило, в тех случаях, когда тушение одним огнетушащим веществом не достигается» [1].

«Особенности тушения пожаров в резервуарах подслоинным способом

Тушение пожара подачей пены в основание резервуара может быть осуществлено двумя способами. Первый заключается в подаче низкократной пены снизу на поверхность горячей 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. Вторым способом - 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.

Преимущество подслоинного способа перед традиционным, где пену подают сверху, заключается в защищенности пеногенераторов и пенопроводов от взрыва паровоздушной смеси. Важно, что при реализации подслоинного 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 подслоинного 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. 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. Тушение пожаров в резервуарах и резервуарных парках представляет собой боевые действия, направленные на ликвидацию пожара» [1].

Организация деятельности по управлению боевыми действиями при тушении пожара нефтепродуктов основана, прежде всего, на тактически грамотной оценке обстановки со стороны руководящего состава (РТП). Как правило, РТП 1 – начальник караула, возглавляющий первое прибывшее подразделение ПО, в районе выезда которого находится объекта. В рассматриваемой работе – это подразделение 13 ПСЧ. Поскольку район выезда данного пожарно-спасательного подразделения охватывает большую часть Комсомольского района (жилая застройка), то во главе первого отделения всегда выезжает НК, реже ПНК. Далее, РТП-2 может выступать начальник дежурной смены службы пожаротушения. РТП оценивает обстановку, а также обязан создать нештатную структуру управления действиями при тушении. Далее, следующая задача по управлению, это постановка задач конкретно назначенным должностным лицам, определение границ зон их полномочий.

1.3 Особенности крупных пожаров, произошедших на объектах нефтяной промышленности

В последние годы уделяется повышенное внимание к пожарной опасности на объектах с наличием нефтепродуктов и резервуарных парках, поскольку наблюдается рост промышленного техносферного пространства. Увеличиваются объемы производства объектов нефтехимии, размеры резервуаров на отдельных производствах, но слабый темп развития и выпуска необходимой пожарной техники усугубляет ситуацию. В связи с этим значительно снижается эффективность тушения пожаров на крупных объектах с наличием нефтепродуктов.

На территории РФ происходит большое количество пожаров в резервуарных парках нефтепродуктов. Например, если рассмотреть промежуток с 1994 года по 2013 год, можно отметить, прирост пожаров на рассматриваемых объектах. Зарегистрировано, 240 пожаров, только на объектах, непосредственно содержащих резервуарные парки нефтепродуктов. В связи с тем, что в настоящее время наблюдается увеличение производственных мощностей (увеличиваются объекты, мощности, количество оборудования и агрегатов) на объектах нефтехимии, возрастает и пожарная опасность рассматриваемых объектов. В то же время не нужно забывать о том, что темп совершенствования пожарной техники не высок, нет возможности вовремя развить и разрабатывать средства и технические методы для ликвидации подобных пожаров.

На территории РФ наблюдается рост числа пожаров на объектах нефтехимии, особенно в резервуарных парках. Для анализа взят период – 1994-2013 гг, общее количество пожаров составило – 238. Из них, пожаров в наземных резервуарах составило – 94% (224). Резервуары с сырой нефтью – 33%; резервуары с бензином – 54%; резервуары с иными видами нефтепродуктов – 14%.

Основными источниками пожаров резервуаров являются: огневые и ремонтные работы (23,5%); искры электроустановок (14,7%); разряды статического электричества (9,7%). На рисунке 2 приведена диаграмма по количеству пожаров на НПЗ за 2008-2012 гг.

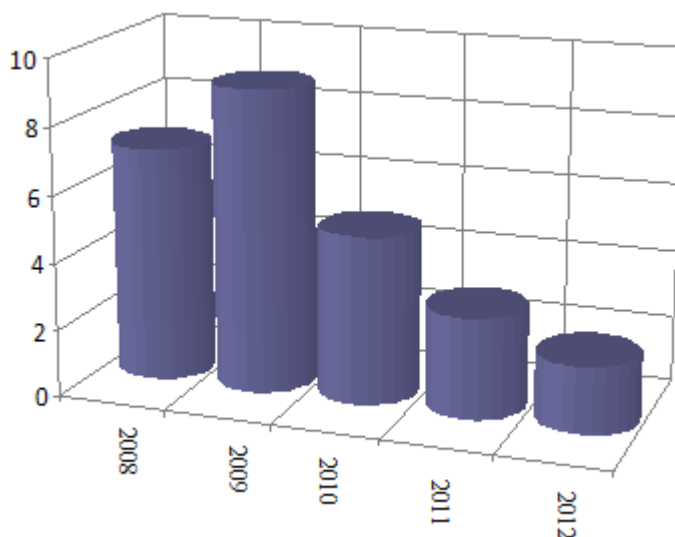


Рисунок 2 - Количество пожаров на НПЗ за 2008-2012 гг.

На основании анализа статистических данных, зафиксированы следующие показатели: ежегодно в мире происходит 1500 нештатных ситуаций/аварий, из них 5% - проходят с особо тяжелыми последствиями (человеческие жертвы, огромный материальный ущерб в сумме выше 100 млрд. рублей, последствия на окружающую среду). Аварийность и пожарная опасность объектов нефтехимии постоянно растет. Это связано еще и тем, что часто при пожарах фигурируют резервуары с понтонами или плавающей крышей. Техническое устройство таких резервуаров было начато в начале 2000-х годов. Связано это, естественно, с увеличением производственных масштабов – снижению потери свойств нефтепродуктов при хранении в резервуарах. Производственная задача была решена, а вот проблема безопасности набирала свои обороты. Это лишь одна из причин роста

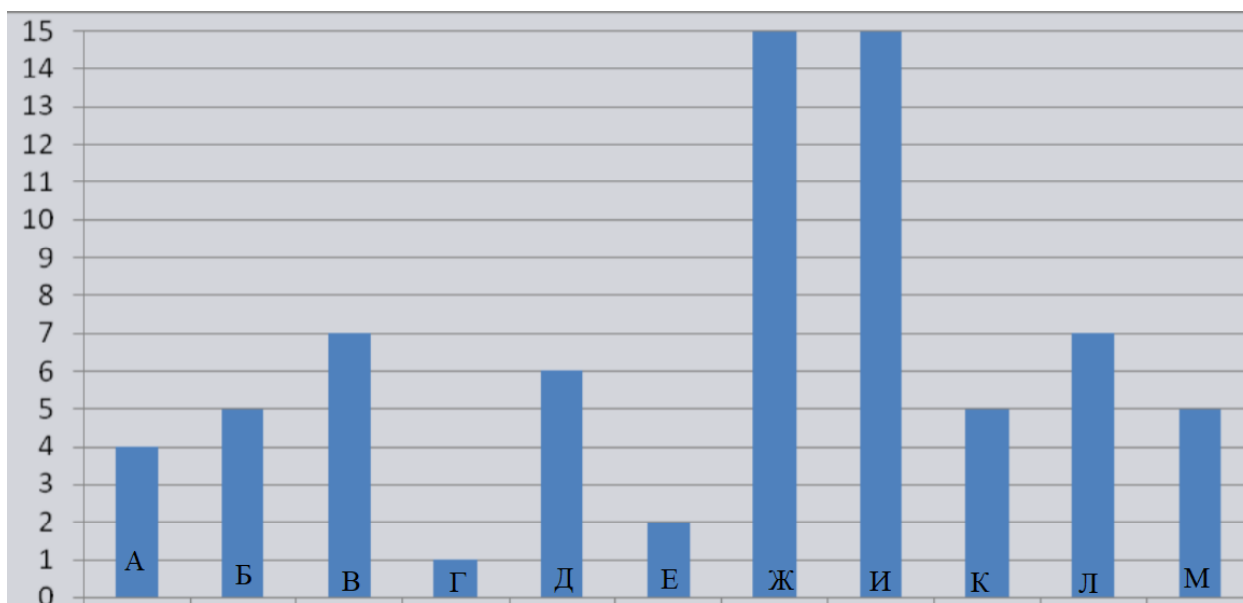
пожаров на объектах рассматриваемой категории. Кроме того, на опасность возникновения нарушения технологического процесса, пожара/взрыва, аварийной ситуации, несовершенные конструкции резервуаров (брак завода-изготовителя; неплотное соединение; деформации при транспортировке; ошибки при монтаже; нарушение технологии эксплуатации; ошибки персонала).

В Москве на территории нефтеперерабатывающего завода произошла аварийная ситуация вследствие промерзания плавающей крыши резервуара (РВС-10 000 м³). Произошло затопление территории нефтепродуктом, кроме того, вследствие теплового эффекта, произошло воспламенение нефтепродукта (трение, искры).

На практическом опыте видно, что эксплуатация рассматриваемых резервуаров достаточно пожароопасная из-за недостатков запорной арматуры конструкции резервуаров. Недостаточно плотные соединения герметизирующих затворов, неустойчивость материалов приводят к «прикипанию» нефтепродукта к стенкам резервуара с течением времени. Образуются перенасыщенные пары нефтепродукта, образуется взрывоопасная концентрация, приводящая к пожару.

Статистические данные показывают, что около половины случаев пожаров в резервуарах с нефтепродуктом, происходят непосредственно на территории действующих объектов – эксплуатируемых нефтебаз или парках. Основными источниками зажигания являются искры деталей, электродвигателей, механики, разряды электричества (статического или атмосферного). Для ликвидации произошедшего пожара, прежде всего, необходимо большое количество огнетушащего материала и пожарной техники и оборудования для подачи ОВ. Обстановка осложняется вторичными факторами пожара – действием ОВ на окружающую среду (речь идет о действии ВМП, сливаемую в канализацию).

Анализ пожаров, которые произошли на объектах нефтехимии, показал следующий результат – причиной пожаров является комплекс обстоятельств, сложившийся в результате определенных факторов. Сами по себе эти обстоятельства, как элементы комплекса, не способны инициировать крупный пожар или даже загорание. Но когда эти элементы связаны в комплексе, тогда и возникает опасность пожароопасной ситуации. На рисунке 3 приведены данные по причинам пожаров на НПЗ за 2008-2011 гг.



А – самовозгорание пирофорных отложений; Б – удары молний; В – проведение ремонтных и огневых работ; Г – КЗ электропроводки; Д – несоблюдение правил ПБ; Е – коррозионный износ; Ж – износ производственного оборудования; И – нарушение техрегламента процесса; К – нарушение ПТЭ электрооборудования; Л – неосторожное обращение с огнем; М – человеческий фактор

Рисунок 3 - Данные по причинам пожаров на НПЗ за 2008-2011 гг

В таблице 1 приведены данные частоты возникновения пожаров в год на объектах нефтехимии.

Таблица 1 - Данные частоты возникновения пожаров в год на объектах нефтехимии

Направление деятельности объекта	Показатель частоты возникновения пожара, в год
Нефтебазы	4,9
НПЗ	4,05
Промыслы	3,01
Объекты хранения, добычи	12,5

Как видно из таблицы, показатель увеличивается в сторону тех объектов, где сосредоточено большое количество нефтепродуктов – объекты хранения, складирования нефтепродуктов.

Также, особенностью является то, что при проектировании объектов нефтехимии, разрабатывают и систему противопожарной защиты. Но при возникновении пожара (крупного пожара), при разрушении резервуаров/емкостей с нефтепродуктом, ситуация усугубляется еще и тем, что розлив выходит за пределы объекта пожар. Горение в обваловании не обеспечивается средствами пожаротушения, опасность перехода на рядом стоящие резервуары и строения велика и неминуема.

Появляется возможность негативного влияния на окружающую среду. В создавшихся условиях, пожар приобретает сложный и затяжной характер, обстоятельства которого также затрудняют действия пожарных подразделений.

В таблице 2 приведены данные описания пожаров, аварийных ситуаций, произошедших на территории РФ, с 2008-2012 гг.

Таблица 2 - Описание пожаров, аварийных ситуаций, произошедших на территории РФ, с 2008-2012 гг.

Дата, Город, ЧС	вид	Место расположения очага, причина	Привлекаемые СиС, время тушения, причина	Ранг пожара (уровень сложности)	Погибло, пострадал	Ущерб, потери
19.05.08 06-54 г. Омск НПЗ, пожар		Установка ТК-1 (разделение нефти на фракции)	32 ед. техники 119 чел. л/с 4,5 часа,	5	0/0	3 млн.руб
01.08.08 19-46 г. Омск НПЗ, пожар		установка для производства нефтепродуктов на открытой площадке	26 ед. техники 95 чел л/с	5, через 20 мин. Понижен до 4	0/0	2 млн.руб
13.07.08 г. Москва НПЗ, аварийный сброс газа		Факельная установка	10 ед. техники 44 чел л/с	4	0/0	Не зафиксирован
20.02.08 г. Кириши Ленинградско й обл. НПЗ		Цех производственн ый	12 ед. техники 51 чел. л/с 2 часа, площадь пожара 50 м ² сварочные работы	3	0/0	2 млн. руб
29.05.08 02-24 г. Ухта		водородная компрессорная установка по вторичной переработке нефти	34 ед. техники 128 чел. л/с 6,3 часа, площадь пожара 400 м ²	4	5/2	107 млн. руб
23.07.09 г. Саратов, НПЗ, пожар		Емкость с сырой нефтью, превышение содержания воды в нефти	15 ед. техники 60 чел. л/с 1,5 часа, площадь пожара 20 м ²	2	0/0	нет
16.06.09 г. Комсомольск -на-Амуре, НПЗ, пожар		емкость с мазутом, разгерметизация фланцевого соединения	22 ед. техники 65 чел. л/с 2 часа, площадь пожара 100 м ²	2	0/0	нет

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
28.03.09 г. Уфа, НПЗ, пожар	резервуар с ДТ, V=2000м ³	22 ед. техники 78 чел. л/с 2,5 часа, площадь пожара 150 м ²	3	0/0	нет
06.12.09 Иркутская обл., комбинат нефтехимии, пожар, взрыв	Установка с водородом	25 ед. техники 124 чел. л/с 4 часа, площадь пожара 250 м ²	4	1/0	нет
14.12.09 г. Новокуйбыш евск, НПЗ, пожар	Насосное отделение установки замедленного коксования	24 ед. техники 98 чел. л/с 3 часа, площадь пожара 215 м ²	4	0/0	Менее 500 тыс.руб
09.03.10 г. Пермь, НПЗ – «Сибур- Химпром», пожар, угроза взрыва	цех по производству этилбензола	30 ед. техники 108 чел. л/с 3 часа, площадь пожара 300 м ²	3	0/0	1 млн. руб
27.05.10 Г. Омск, НПЗ, пожар	Падение напряжения на омской ТЭЦ-4 в одной печи П- 101/2 завода взорвалась газовоздушная смесь	30 ед. техники 108 чел. л/с 3 часа, площадь пожара 100 м ²	4	0/2	2 млн.руб
05.08.10	Факельная установка	10 ед. техники 44 чел л/с	4	0/0	Не зафикс ирован
27.04.11 г. Омск, НПЗ, пожар	технологическа я печь по производству смазочных материалов	10 ед. техники 35 чел. л/с 2 часа, площадь пожара 100 м ²	4	0/0	1 млн. руб

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
03.06.11 г. Москва, НПЗ, пожар	Подстанция НПЗ	5 ед. техники 24 чел. л/с 0,5 часа, площадь пожара 10 м ²	2	0/0	нет
18.06.11 Г. Новосибирск, НПЗ, взрыв	Емкость мазутом	с 24 ед. техники 80 чел. л/с 2,5 часа, площадь пожара 250 м ²	4	1/0	Не зафикс ирован
7.08.11 г. Хабаровск, НПЗ, пожар	Установка насосной станции	8 ед. техники 40 чел л/с площадь пожара 50 м ² , нарушение процессов в оборудовании	2	1 (95% ожоги)/5	Не зафикс ирован
15.04.12 г. Москва НПЗ, аварийный сброс газа	Здание теплообменного пункта	8 ед. техники 40 чел л/с площадь пожара 70 м ² нарушения процессов в оборудовании	2	0/0	Не зафикс ирован
24.09.11 г. У	Емкость нефтепродукта ми	с 24 ед. техники 83 чел л/с площадь пожара 70 м ² нарушения процессов в оборудовании	3	0/0	3 млн.руб

22.08.2009 года на территории Ханты-мансийского АО, 2,5 км от п. Междуреченский произошел один из крупнейших пожаров в современной истории на ЛПДС «Конда» филиала «Урайское УМН» ОАО «Сибнефтепровод». Данный объект представляет собой мощный транспортный узел, включающий пять многокилометровых трасс нефтепроводов, а также резервуарный парк (8 резервуаров, объем каждого 20000 м³). В 17:06 по причине прямого попадания разряда молнии в кровлю резервуара №7 произошло загорание сырой нефти. Произошло

воспламенение нефтепродуктов, горение нефти последующим розливом. Площадь пожара (итоговая, максимальная) составила 40 000 м². Погибло 3 человека, травмировано – 5 (все – сотрудники ПО). Уничтожено 2 единицы пожарной техники (АЦ), 3 РВС – полностью, 5 РВС – частично. Фото пожара на момент его начала представлен ниже (рисунок 4).



Рисунок 4 – Фото пожара на момент его начала

Особенности тактики тушения данного пожара, выявленные в ходе анализа его описания

В 17:06 поступило сообщение о пожаре. Диспетчер пожарной части выслала 2 подчиненных подразделения, скорую помощь, аварийные службы к месту пожара.

Далее в 17:16 диспетчер ЦППС по рангу пожара №3 выслала пожарные подразделения в количестве 13 отделений, 54 человека личного состава.

По прибытии первого подразделения (17:10), была проведена оценка обстановки, первично площадь пожара составила 1932 м². В ходе разведки было выяснено, что происходит воспламенение нефти в РВС №7, деформация орошения систем в РВС, заполнение резервуарного парка

черным дымом. Тактические действия РТП-1 (НК ПЧ-115): установка АЦ на ПГ, подача ПЛС-20 на охлаждение горящего РВС №7. Далее прокладка магистральных рукавных линий с последующей подачей лафетных стволов на охлаждение ближайших резервуаров. Поставлена задача персоналу объекта по открытию задвижек на открытие задвижек орошения резервуаров (РВС №, РВС №8).

Схема расстановки СиС на момент прибытия первых подразделений ПО представлена ниже (рисунок 5).

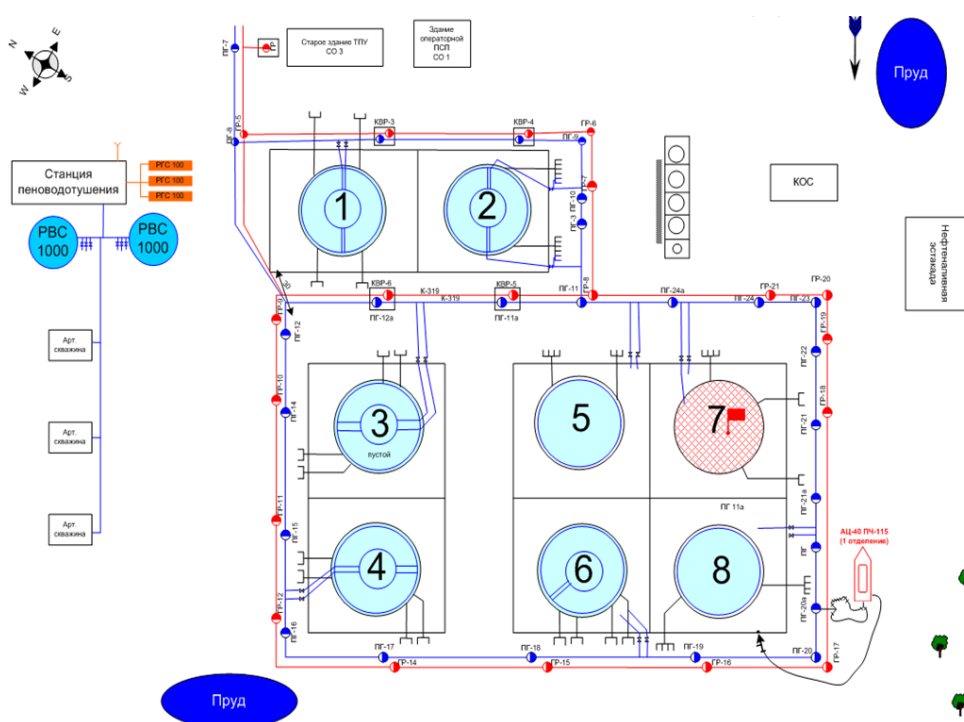


Рисунок 5 – Схема расстановки СиС на момент прибытия в 17:30 первых подразделений ПО

Итого подано 4 лафетных ствола на охлаждение резервуаров.

В 17:35 произошел взрыв паровоздушной среды в РВС №8, вследствие чего площадь увеличилась до 14500 м². Вследствие взрыва разрушен РВС №8, личный состав ПО в количестве 5 человек попадает в зону разрыва обломков (радиус зоны взрыва 500 м). Проезд в зону резервуарного парка

частично затруднен вследствие отрыва больших отломков от крыши резервуара.

В 17:30 начальник ГУ МЧС России по ХМАО провел срочное совещание, где был проведен расчет необходимого количества СиС, уточнение состава оперативной группы, порядок выезда должностных лиц к месту пожара. Были высланы подразделения, отряды и команды специализированных групп и специальной техники по тушению пожаров на объектах нефтяной и газовой промышленности.

В 17:40 прибыл начальник ОНД, ставший РТП 2.

Обстановка на месте: горение в РВС №5,7, 8, личный состав, пострадавший от взрыва отправлен в медицинские учреждения. Также 2 АЦ установлены на ПГ, проложены магистральные линии с подачей двух лафетных стволов на охлаждение РВС №5, 7. Подача ОВ посредством пеногенератора в РВС №5. Общая площадь пожара – 14 500 м², вызов №3 подтвержден РТП-2.

Действия РТП-2:

- контроль над учетом личного состава всех подразделений, прибывающих к месту вызова, соблюдением ОТ и ТБ в опасной зоне;
- определение границ ведения БД;
- совместная работа с администрацией объекта, по реальной оценке, работы оборудования и координация действий работников объекта;
- создание 2 БУ на месте пожара (1 БУ – охлаждение РВС № 1, 2 двумя стволами ПЛС-20; четырьмя стволами РСК-50, РС-70; 2 БУ – охлаждение ПЛС-20 РВС №3, 4);
- фиксация всей информации с передачей на ЦППС, далее ЦУС;
- контроль очистки территории, проезда от фрагментов взорвавшегося РВС прибывающей вспомогательной пожарной техникой (тракторы, бульдозер);

- передислокация СиС, установка ПА на ПН с учетом складывающейся обстановки, установка ПЧ-115 на ПВ (вблизи РВС №4);
- создание БУ-3 (18:30) на защиту нефтеналивной эстакады с подачей 2-х стволов РС-70.

Схема расстановки СиС на 17:40 приведена ниже (рисунок 6).

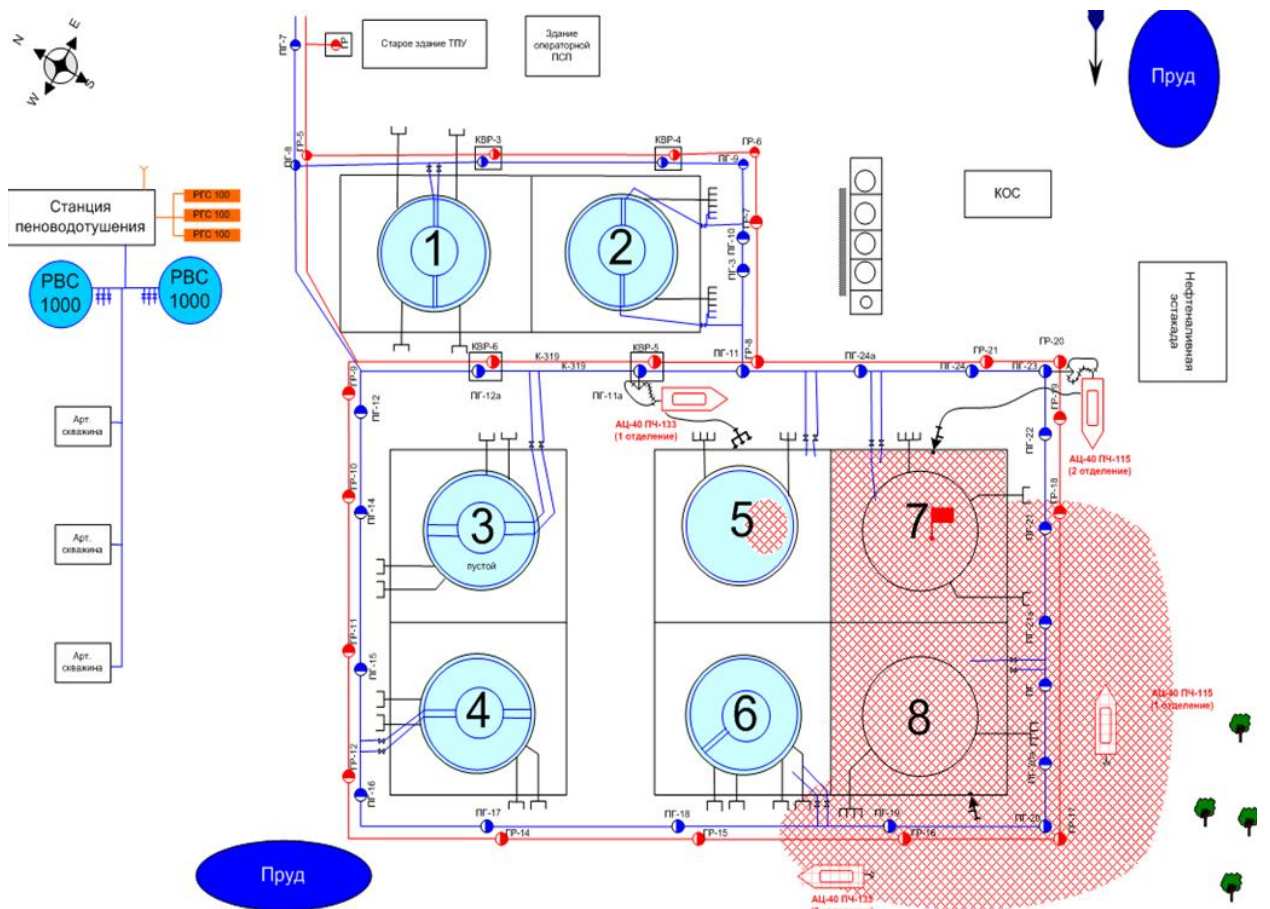


Рисунок 6 – Схема расстановки СиС на 17:40

В 19:08 прибыл ВРиО начальника отряда, ставший РТП-3.

Обстановка на месте: пропали 3 человека, пожар в РВС №5, 7, было загорание в обваловании РВС №5, 7, в зоне горения находятся 2 АЦ, на ПГ

установлено 5 АЦ, 1 ПНС-110. Создано 3 БУ, выполняющих поставленные задачи.

Действия РТП-3:

- подтверждение ранга пожара - вызов № 3;
- определение границ ведения БУ;
- организация поиска личного состава;
- создание штаба пожаротушения (условие – 3 и более БУ);
- передача информации на ПСЧ.

Схема расстановки СиС на 19:08 представлена ниже (рисунок 7).

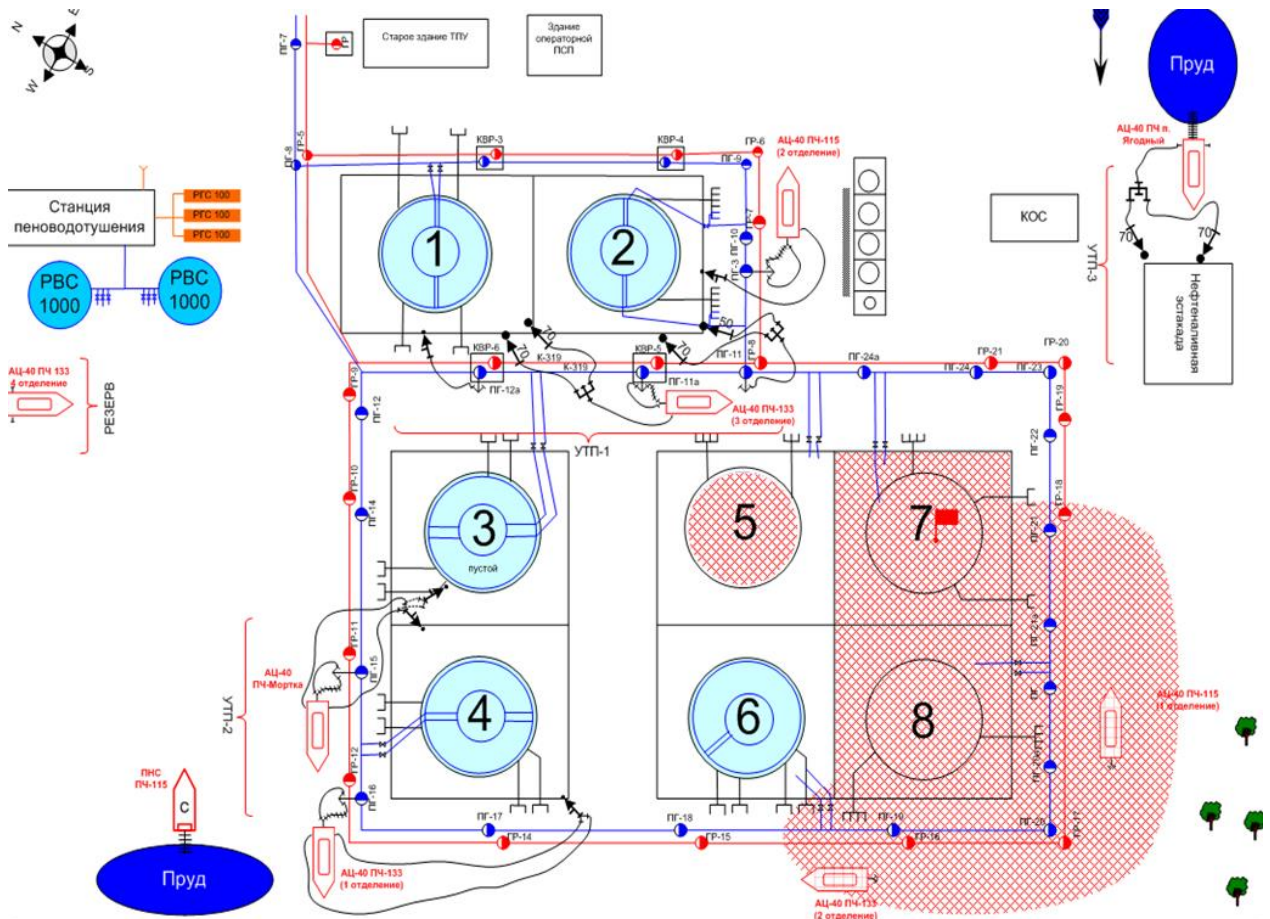


Рисунок 7 - Схема расстановки СиС на 19:08

Последствия пожара на ЛПДС «Конда» филиала «Урайское УМН»ОАО «Сибнефтепровод» изображены ниже (рисунок 8).



Рисунок 8 - Последствия пожара на ЛПДС «Конда» филиала «Урайское УМН» ОАО «Сибнефтепровод» изображены ниже

Выводы по разделу 1

В разделе проведен информационный обзор теоретических основ по тушению пожаров эксплуатируемых нефтебаз, где обобщены особенности возникновения и развития пожара в резервуарах с нефтепродуктом, описана тактика тушения пожаров на объектах хранения и с наличием нефтепродуктов и выявлены особенности крупных пожаров, произошедших на объектах нефтяной промышленности. Обстоятельства, способствовавшие развитию пожара:

взрыв резервуара РВС № 8 вследствие повышенной концентрации паров нефтепродукта с последующим выбросом и розливом горячей нефти на большую часть территории;

недостаточное количество ОВ – воды и ВМП для тушения возникшего пожара (продолжительность составила свыше 6 часов);

образование опасных концентраций паров ЛВЖ и ГЖ при оптимальном режиме работы РВС;

отсутствие возможности для подачи расчетного количества ОВ в систему послыйного тушения из-за последствий взрыва РВС №8, обломки и фрагменты корпуса его конструкции загромождали территорию и проезды.

Основными объектами пожаров с наличием нефтепродуктов являются действующие НПЗ, а также резервуарные парки. Пожары на НПЗ, как правило, протекают в сложных условиях, носят затяжной характер с быстрым распространением пламени и приводят к катастрофическим последствиям (человеческие жертвы, экологический ущерб, огромные материальные потери). Кроме того, пожары рассматриваемой категории, начинаются со взрыва, приводя к пожарам и выводу из строя систем противопожарной защиты – установок пожаротушения. Следовательно, такие на ликвидацию таких пожаров потребуются большие расходы воды, большое количество СиС ПО. Самые распространенные причины пожаров на НПЗ – износ оборудования, а также нарушение технического регламента производственного процесса.

Как показывает практика, при сложном технологическом процессе на НПЗ и малом контроле над процессом, возможна ситуация появления параметров критических значений. Это способствует разгерметизации оборудования и выбросу АХОВ. Особую опасность представляют ошибки при выполнении операций, связанных с переходными режимами (пуск и остановка оборудования), а также при сливо-наливных, ремонтных,

профилактических и других работ, связанных с неустойчивыми режимами, освобождением и заполнением оборудования опасными веществами [6].

«Нефть в своем составе содержит определенное количество воды. По статистическим данным 80% пожаров с нефтью сопровождались вскипанием, а 25% таких пожаров сопровождались выбросами. При вскипании резко увеличивается температура в резервуаре. Выбросы нефти из горящего резервуара происходят в тот момент, когда всю горючее прогреется, и температура его на разделе фаз нефть -вода достигнет 200°C. При этом продолжительность выбросов нефти из резервуара может составить от 3 секунд до 7 минут» [18].

Таким образом, анализ причин возникновения пожаров на объектах нефтеперерабатывающей промышленности, показывает, что все они имеют существенную особенность: причина этих пожаров, как правило, целая совокупность обстоятельств, каждое из которых само по себе не могло инициировать крупный пожар, и только их совокупность может привести к масштабным последствиям.

2 Прогноз развития условного пожара на нефтебазе ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис»

2.1 Общие данные об объекте

Назначение объекта – хранение, складирование, а также продажа нефти и нефтепродуктов, оптовая и розничная торговля топливом. ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис» - объект среднего предпринимательства, в компании 1 учредитель, штатная численность рабочего персонала объекта – 85 человек. Компания зарегистрирована в январе 2008 года, ныне действует (на 25.05.2020).

Склад размещается в Комсомольском районе г. Тольятти, юго-западнее завода ОАО «АвтоВАЗагрегат». До ближайшего подразделения (13 ПСЧ) 6,5 км. Рельеф территории объекта пересеченный. На рисунке 9 приведено фото резервуарного парка ЛВЖ, ГЖ.



Рисунок 9- Резервуарный парк ЛВЖ ГЖ

Площадь фигуры территории объекта – склада ГСМ, имеет форму многоугольника. Общая площадь составляет $66,2 \times 103$ м². Склад ГСМ является наземным и распределительным объектом, что заметно улучшает ситуацию и тактические возможности его тушения. Отгрузка нефтепродуктов со склада ГСМ возможна посредством автомобильного и железнодорожного транспорта.

Главный въезд на территорию склада с западной стороны. В предзаводской зоне предусмотрена площадка, отстоя автомашин, размером $24,0$ м \times $90,0$ м. Автодороги выполнены шириной $4,5$ м с обочинами $1,5$ м, закольцованы и имеют три выезда с площадки. На территории склада к зданиям и сооружениям предусмотрены технологические подъезды с разворотными площадками. С юго-восточной стороны находятся два железнодорожных пути (тупиковых) для сливно-наливных операций ЛВЖ и ГЖ. Наземные технологические трубопроводы проложены по опорам.

В состав склада горюче-смазочных материалов емкостью 15800 м³ входит:

- резервуарный парк светлых нефтепродуктов (ЛВЖ и ГЖ) вместимостью 15000 м³;
- резервуарный парк масел вместимостью 800 м³;
- сливно-наливной фронт (железнодорожная эстакада) ЛВЖ и ГЖ на 2 цистерны грузоподъемностью 60 т;
- насосная станция перекачки ЛВЖ и ГЖ;
- насосная станция перекачки масел;
- насосная станция аварийной перекачки ЛВЖ и ГЖ;
- лаборатория;
- вспомогательный корпус, ангары;
- технологические трубопроводы;
- резервуары опорожнения трубопроводов;
- АБК (не введен в эксплуатацию).

Склад ГСМ огорожен забором (высота - 2,4 м), выполненным из железобетона, от основной внутригородской территории. АБК – двухэтажное здание, степень огнестойкости – 2. Конструкция АБК – железобетонные панели. Кровля выполнена из рубероида. Находится в стадии ремонта (не введено в эксплуатацию). Площадь АБК – 450 м², размеры здания АБК - 15 м × 30 м. На рисунке 10 изображен резервуарный парк масел.



Рисунок 10 – Резервуарный склад нефтепродуктов

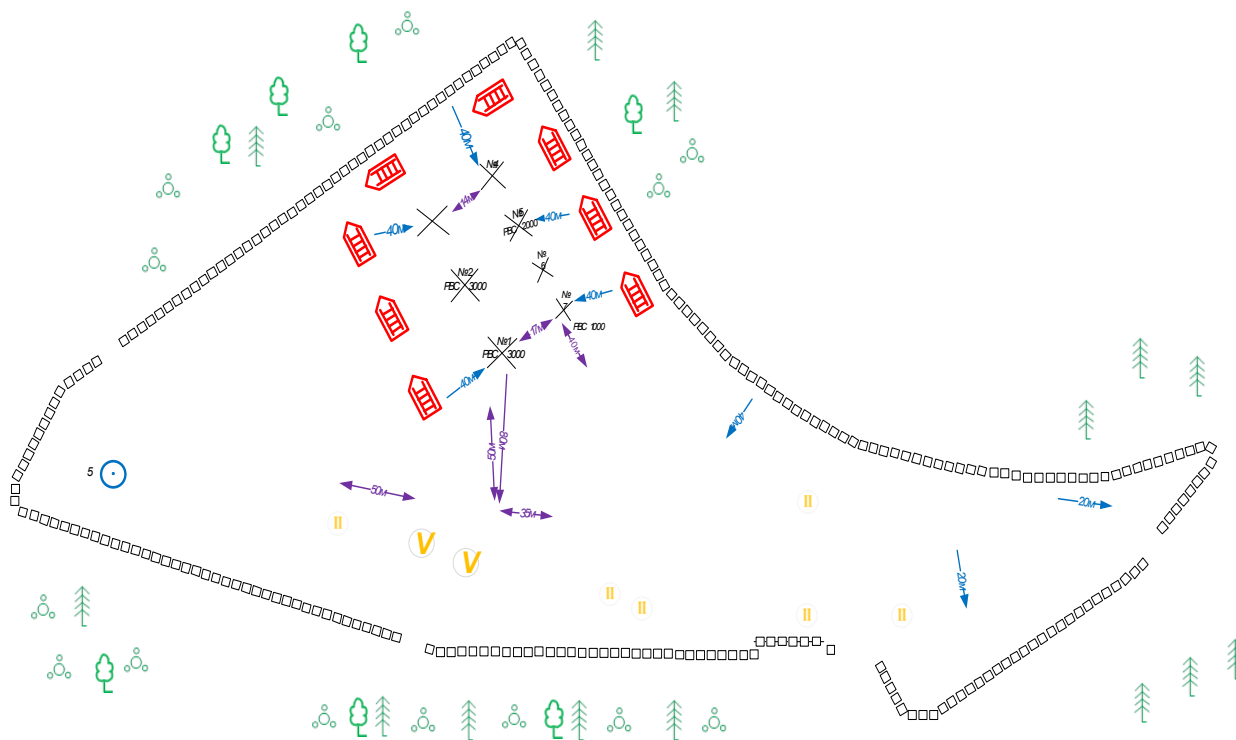
На территории объекта также имеется лаборатория, которая регистрирует и определяет показатели качества производимого сырья/топлива. Здание лаборатории одноэтажное, степень огнестойкости – 2.

На территории объекта также построено здание операторской горючих жидкостей. Площадь здания – 40 м², размеры здания 8 м × 5 м. Одноэтажное здание, степень огнестойкости – 2.

Склад пенообразователя - одноэтажное кирпичное здание, степень огнестойкости – 2. Площадь здания – 54 м², размеры здания 6 м × 9 м. В здании размещено 5 емкостей, закольцованных между собой. Объем каждой емкости - 1000 м³. На складе также размещается 2 резервных емкости с пенообразователем. Объем каждой емкости также - 1000 м³.

Котельная дизельная, одноэтажное кирпичное здание. Степень огнестойкости – 2, площадь здания – 12 м², размеры здания 3 м × 4 м. Подземный резервуар на 60м³ с 2-мя погружными насосами.

На рисунке 11 приведена схема нефтебазы ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис».



1. Резервуарный парк светлых нефтепродуктов; 2. АСН; 3. Резервуарный парк масел
4. Склад пенообразователей; 5. КТП; 6. Очистные сооружения; 7. Скважина хозяйственно-бытового снабжения; 8. Насосная аварийной перекачки ЛВЖ и ГЖ; 9. Слив светлых нефтепродуктов (ЛВЖ); 10. Слив масел; 11. Операторная масел; 12. Узел задвижек;
13. Лаборатория; 14. КПП; 15. АБК; 16. Котельная; 17. Операторная; 18. Вспомогательный корпус; 19. Холодный склад

Рисунок 11 - Схема нефтебазы ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис»

Станция светлых нефтепродуктов

Здание служит для слива нефтепродуктов из железнодорожных цистерн. Категория здания - АН (повышенная взрывопожароопасность), поскольку имеется наружная насосная установка светлых нефтепродуктов. Оборудование находится под твердым навесом, установленное на железобетонном покрытии эстакады. Насосное оборудование – 4 грузовых агрегата (2 центробежных, 2 - вихревых), электродвигатели В4592ПР и мощность свыше 60 кВт, напор – свыше 60 м.

Насосные агрегаты (4 шт) выполняют следующие функции в общем цикле технологического процесса производства и хранения нефтепродуктов: перекачка нефтепродуктов, слив/налив в цистерны нефтепродуктов, опорожнение трубопроводов и опорожнение продуктоборников. Также рядом со станцией светлых нефтепродуктов располагается 2 ангара как вспомогательные корпуса. Здания ангарного типа, степень огнестойкости – 5, площадь здания – 525 м², размеры здания 15 м × 35 м. Во вспомогательных корпусах проходят работы по пуску новых резервуаров (объем каждого – 3000 м³).

2.2 Описание технологического процесса

Нефтепродукты посредством железнодорожного транспорта поступают ежедневно, без выходных на склад ГСМ. Перекачка нефтепродуктов организуется на сливо-наливной эстакаде, оборудованными устройствами защиты (нижний слив) и заземления. Оборудованные устройства защиты – устройство нижнего слива при неисправности, автоматически меняются в своей работе с аварийными устройствами. Верхний слив посредством наливного стояка. Процесс приема нефтепродуктов является механизированным. Перекачка нефтепродуктов осуществляется электрическими насосными устройствами. По своему функциональному

назначению территориальному расположению основное оборудование ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис» делится на 6 блоков.

Характеристика технологического оборудования объекта

Блок №1 - эстакада светлых нефтепродуктов слива-налива, оборудованная двумя устройствами нижнего слива со сливными стояками (2 шт). Количество опасного вещества (бензин, дизельное топливо) – 115 т. На рассматриваемой эстакаде протяженностью 16 м, может размещаться установки и железнодорожные цистерны в количестве 2 шт (не более 60 т каждая). Общая масса оборудования, подступающего на эстакаду блока №1, не должна превышать 120 т.

Блок №2 - сливная эстакада темных нефтепродуктов. Общее количество опасного вещества, находящегося в блоке одновременно 60 т. Опасные вещества – индустриальные масла. Оборудована 4-мя устройствами нижнего слива типа АСН-150ХЛ1, 4-мя сливными стояками. На эстакаде могут размещаться до 2-х цистерн грузоподъемностью по 60 тонн, или 1 грузоподъемностью 120 тонн. Протяженность железнодорожной эстакады 12 м.

Блок №3 - Резервуарный парк светлых нефтепродуктов (ЛВЖ, ГЖ). Общее количество опасного вещества, находящегося в блоке одновременно 11598 тонн. Опасные вещества – автомобильный бензин, дизельное топливо. РВС-1, РВС-2, РВС-3, резервуар стальной вертикальный объемом 3000 м³, РВС-4, РВС-5 резервуар стальной вертикальный объемом 2000 м³, РВС-6, РВС-7 резервуар стальной вертикальный объемом 1000 м³. Насосная аварийной перекачки.

Блок №4 - Резервуарный парк темных нефтепродуктов (ГЖ). Общее количество опасного вещества, находящегося в блоке одновременно 680 тонн. Опасные вещества – индустриальные масла. РВС-1М, РВС-2М, РВС-3М, РВС-4М, РВС-5М, РВС-6М, РВС-7М, РВС-8М, резервуар стальной вертикальный объемом 100м³, насосная налива масел.

Блок №5 – Автоматическая система налива (АСН5-М1) светлых нефтепродуктов в автоцистерны. Общее количество опасного вещества, находящегося в блоке одновременно 322 тонны. Опасные вещества – автомобильный бензин, дизельное топливо. Автоматизированная система налива в автоцистерны, АСН-5М1 «Дельта» - 7 шт. Трубопроводы.

Блок № 6 - Котельная дизельная. Котел на дизельном топливе «Сомракт» типа СА-250 2 шт. Общее количество опасного вещества, находящегося в блоке одновременно 41 тонна. Опасные вещества – дизельное топливо. Подземный резервуар на 60 м³ с двумя погружными насосами. Бак объемом 500 л. Трубопроводы.

Резервуары для светлых нефтепродуктов поделены на две группы, в первой группе резервуары № 1, 2, 3, во второй 4, 5, 6, 7. Вокруг каждой группы резервуаров выполнено обвалование с глубиной 2 м. Общая длина и ширина обвалования 100 на 70 метров. Стенки и дно обвалования выполнены из бетона. На дне обвалования предусмотрен слив пролитой ЛВЖ в подземные емкости «аварийного пролива», 3 шт. по 60 м³. Между группами резервуаров и обвалованиями соответственно существует проход. Обвалования соединены между собой перекрывающим тоннелем диаметром 0,8 м. Все резервуары для светлых нефтепродуктов имеют систему орошения и стационарную систему сухотрубов для надслойного пенотушения. Сухотруб системы орошения запитывается открытием задвижек на сети противопожарного водоснабжения.

Для аварийной перекачки, которая расположена рядом с резервуарным парком ЛВЖ установлены 3 насоса аварийной перекачки. Аварийный слив топлива производится в подземную емкость объемом 3000 м³.

Резервуарный парк масел состоит из 8 РВС 100 со стационарными крышами. Резервуары расположены одной группой с обвалованием глубиной 2 м. Стенки обвалования выполнены из бетона, дно земляное. Система орошения и пенотушения на резервуарах не предусмотрена проектом. В

настоящее время резервуарный парк масел не эксплуатируется. В таблице 3 приведены тактико-технические характеристики резервуаров.

Таблица 3 – Тактико-технические характеристики резервуаров

Вид резервуара	Технические характеристики
Резервуар РВС-2000	Диаметр - 15180 мм, Высота - 12000 мм, Номинальный объем, куб. м. - 2000 Стенка: Количество поясов, шт. - 8 Толщина верхнего пояса, мм. - 5 Толщина нижнего пояса, мм. - 7
Резервуар РВС 3000	Диаметр - 18980 мм, Высота - 12000 мм, Номинальный объем, куб. м. - 3000 Стенка: Количество поясов, шт. - 8 Толщина верхнего пояса, мм. - 6 Толщина нижнего пояса, мм. - 9
Резервуар РВС-1000	Диаметр - 10430 мм, Высота - 12000 мм, Номинальный объем, куб. м. - 1000 Стенка: Толщина верхнего пояса, мм. - 5 Толщина нижнего пояса, мм. - 6
Резервуар РВС-100	Диаметр - 4730 мм, Высота - 6000 мм, Номинальный объем, куб. м. - 100 Стенка: Толщина верхнего пояса, мм. - 5 Толщина нижнего пояса, мм. - 5

Автоматическая система налива рассчитана на одновременную заправку ЛВЖ 6 авто-бойлеров, но как правило одновременно заполняется не более 2 авто-бойлеров.

2.3 Сведения о пожарной нагрузке объекта

Системы централизованного газоснабжения в здании нет. Газовые баллоны не используются. Сосуды под давлением отсутствуют. В таблице 4 приведены показатели пожарной опасности веществ, обращающихся на производстве.

Таблица 4 – Показатели пожарной опасности веществ, обращающихся на производстве

Резервуар	Вещество, материал	Количество вещества	Пожарная опасность вещества	Средства тушения	Меры по ОТ, ТБ, СИЗОД
РВС №1, РВС №2	Топливо дизельное Евро	V=3000 V=3000	Топливо дизельное Евро сорт С, III (ДТ-Л-К5) - жидкое нефтяное топливо, представляющее собой смесь углеводородов, T _{всп.} 65С° T _{св.} 210С°	ВМП, Мелкодисперсная вода, порошок.	Боевая одежда БОП-1, ТОК-200, СИЗОД, создание защитных (водяных) экранов для защиты л/с, и техники.
РВС №3 РВС №4 РВС №5 РВС №6 РВС №7	Бензин неэтилированный Нормы Евро-92, Премиум Евро-95,	V=3000 V=2000 V=2000 V=1000 V=1000	Бензин неэтилированный Нормы Евро-92, вид III, класс В (АИ-92-КС). Скорость нарастания прогретого слоя 0,7 м/ч; температура прогретого слоя 80-100 С°; температура пламени 1200 С°. теплота сгорания 44239,0 кДж/кг; T _{всп.} -34С° T _{св.} 300С° Бензин неэтилированный Премиум Евро-95, вид III, класс В (АИ-95-КС) T _{всп.} -37С° T _{св.} 380С°	В отдельных случаях; пар, инертные газы.	

На территории объекта эксплуатируются резервуары вертикальные стальные, других видов емкостей с нефтепродуктом нет.

2.4 Системы противопожарной защиты здания

2.4.1 Автоматические системы сигнализации, оповещения и пожаротушения

Помещения лаборатории, операторской оборудовано прибором приемно-контрольным и управлением пожарный ППКУП «С2000-АСПТ» с выходом сигнала в помещение охраны. Устройство УПКОП 135-1-1 предназначено для установки во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa, в которых возможно наличие взрывоопасных смесей газов или паров категории ПА, ПВ, ПС при отсутствии в воздухе паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

В помещениях АБК установлен ТОПАЗ-1 - устройство приёмно-контрольное охранно-пожарное. Устройство служит для обеспечения приема сигналов от пожарных и охранных извещателей с размыкающими контактами.

В помещениях с взрывоопасной средой установлены извещатели пожарные тепловые взрывозащищенные ИП103-2/1.

Станция налива масла оборудована модулем порошкового пожаротушения Буран-8Н. Сам процесс срабатывания модуля происходит следующим образом: сигнал приходит на активационное устройство, запускающее газогенератор. В результате активного выделения газа происходит скачек давления внутри корпуса с порошковым веществом, вследствие этого специальная мембрана, перекрывающая выход, разрушается и порошок под большим давлением поступает в систему.

Основным действием модулей является ограничение действия возгорания определенной областью, МПП не дает огню распространится далее той территории, что он уже смог занять и далее производится тушение. Автоматизированная система налива типа АСН-5М1 «Дельта»,

обеспечивающая прекращение налива при достижении предельного уровня нефтепродукта в автоцистерне. Также установлена автоматизированная система «Струна-М», осуществляющая замер уровня плотности и температуры хранимого нефтепродукта, а также сигнализацию наличия подтоварной воды.

СС-1 Сирена сигнальная звуковой оповещатель предназначен для подачи мощных звуковых сигналов, отличающихся от производственных шумов, что обеспечивает их хорошую слышимость.

В таблице 5 приведены данные о наличии и характеристика установок пожаротушения.

Таблица 5 - Наличие и характеристика установок пожаротушения

Место расположения АУПТ	Характеристика АУПТ	Место расположения пуска АУПТ	Использование АУПТ
РВС светлых нефтепродукто в	Кольцевая система орошения, с сухими трубопроводами и соединительными головками, выведенными за обвалование.	Задвижки в колодцах, расположены по периметру парка РВС.	Открыть люк колодца задействовать задвижку при необходимости повысить давление в системе ППВ.

2.4.2 Противопожарное водоснабжение

Сеть противопожарного водопровода кольцевая (К-200) подземной прокладки. На ней установлены пожарные гидранты на расстоянии 100 м друг от друга; свободный напор в сети 60 м. Предусмотрено повышение давления в сети при помощи запуска дополнительного насоса в помещении насосной. При отключении воды в городском водопроводе в летнее время для забора воды можно также использовать пирсы, расположены на территории объектов ОАО «Порт Тольятти», ОАО «Тольятти Соль», ООО

«Агролюкс». Следует отметить пирс ОАО «Порт Тольятти», который выполнен в двух вариантах из расчета на изменение уровня воды в р. Волга. При необходимости можно использовать открытый естественный водоем, расположенный с западной стороны склада ТНПС на расстоянии 100 м.

В таблице 6 представлены данные о внутреннем противопожарном водоснабжении объекта.

Таблица 6 – Данные о наличии ПК, огнетушителей на объекте

Где находится	Наличие ПК	Вод обеспеченность сети	Наличие огнетушителей
Лаборатория	2	2,5	ОП-5 2 шт.
Операторская	нет	-	ОП-5 2 шт.
Склад ПО	нет	-	ОП-5 1 шт.
Вспомогательные склады	нет	-	ОП-5 2 шт.

Диаметр водопровода – 50 мм; длина пожарного рукава – 20 м. На складе предусмотрено пенное пожаротушение ВМП с помощью передвижной пожарной техники. Для тушения принят пенообразователь марки ПО-1. РВС объемом от 1000 м³ до 3000 м³ оборудованы, пеногенераторами сухими трубопроводами и соединительными головками, выведенными за обвалование. Резервуары оборудованы кольцами орошения, охлаждение РВС осуществляется водяным орошением с помощью открытия задвижек в колодцах, расположенных по периметру парка РВС. Для водяного охлаждения цистерн насосной перекачки ЛВЖ ГЖ, насосной перекачки масла установлены сухотрубы с лафетными стволами по 2 шт. на каждую насосную.

Питание сооружений склада осуществляется от РУ-6 кВ подстанций ТП1 и ТП2.

Теплоснабжение склада ГСМ осуществляется от собственной котельной. Теплоноситель – горячая вода с температурой 70-90°С.

2.5 Прогноз развития пожара на объекте по двум наихудшим вариантам

Вариант №1

С учётом вероятности распространения опасных факторов пожара наиболее неблагоприятная обстановка может сложиться при возникновении пожара в одном из трех (группа) резервуаров хранения светлых нефтепродуктов (резервуар №3).

В результате удара молнии, произошел взрыв паровоздушной смеси и возгорание бензина в резервуаре №3 парка светлых нефтепродуктов. Создалась угроза разрушения резервуара и разлива бензина в обвалование и распространения пламени на соседние резервуары.

Резервуары для хранения нефтепродуктов наземные вертикальные стальные цилиндрические. Объем резервуара - 3000 м³, площадь зеркала – 283 м², высота - 12 м, диаметр – 19 м, периметр – 60 м.

Вариант № 2

В результате нарушения технологического процесса произошел взрыв паровоздушной смеси с последующим возгоранием бензина в железнодорожной цистерне, на железнодорожной эстакаде слива ЛВЖ. Топливо перевозиться в 4-осной железнодорожной цистерне. Грузоподъемность - 60 т; масса тары вагона - 23,4 т; объём кузова - 60 м³.

Габаритные размеры цистерны: длина - 10,56 м, диаметр - 2,4 м. Периметр цистерны - 25,92 м.

Для слива нефтепродуктов приняты установки нижнего слива железнодорожных цистерн типа УСН-150ХЛ. в случае поступления цистерн

с неисправными универсальными сливными приборами слив нефтепродуктов обеспечивается через горловину цистерн с помощью стояков верхнего слива.

Установленное оборудование позволяет, в случае необходимости производить на эстакаде налив светлых нефтепродуктов в железнодорожные цистерны.

Основными путями распространения пожара являются:

- разлившиеся нефтепродукты на поверхности земли;
- элемент конструкции резервуара, расположенного рядом с горящим;
- паровоздушное облако, вышедшее из дыхательной арматуры резервуара;
- разлет горящих веществ при взрыве;
- трубопроводы системы.

При варианте №1 существует угроза распространения на соседние резервуары.

При варианте №2 существует угроза распространения, на железнодорожную эстакаду, станцию слива светлых нефтепродуктов.

Пожар в резервуаре ЛВЖ/ГЖ характеризуется образованием взрыва паров опасного вещества, далее срывается крыша или понтон резервуара. Происходит частичное или значительное разрушение/деформация конструкции резервуара. Образуется розлив АХОВ, пожар происходит на поверхности ЛВЖ/ГЖ.

Вариант №1

При дальнейшем развитии пожара или горение бензина в обваловании существует опасность перегрева, появления неплотности и разрушения стенок резервуара, трубопроводов, фланцевых соединений и запорной арматуры. Если в течение 10 минут не происходит охлаждения горящего резервуара, его стенки подвергаются деформации или разрушению вследствие длительного воздействия температуры.

Вариант №2

Отсутствие плотных соединений и неисправностей запорной арматуры характеризует образование паровоздушной смеси над цистернами. Возможно явление взрыва. Зоны задымления во всех вариантах будут зависеть от направления ветра.

При пожарах резервуаров, основным поражающим фактором является волна прорыва, приводящая к разрушению обвалования, запорной арматуры и резкому увеличению теплового воздействия, возникающего при горении разливов.

Для оценки последствий таких разливов, зонами их действия принимаются:

- при частичном и полном разрушении хранилищ без образования волны прорыва - территория в пределах обвалования резервуаров;

- при полном разрушении хранилищ с образованием волны прорыва в направлении смежного резервуара - территория в пределах обвалования двух резервуаров;

- при полном разрушении хранилищ с образованием волны прорыва во всех направлениях, кроме смежного резервуара - полукруг с центром в середине полосы прорыва площадью равной частному от деления объема перелившейся жидкости на высоту слоя разлития 50 мм;

- при полном и (или) частичном разрушении запорного оборудования и трубопроводов - круг с центром в месте разрушения (повреждения) площадью равной частному от деления объема разлившейся жидкости на высоту слоя разлития 50 мм;

- при возгорании разливов, зонами действий поражающих факторов являются территории самих разливов и площади территории, ограниченные фигурами подобия формам разливов с удалением граничных точек от периметра разлива на величину расчетного радиуса зоны действия поражающего фактора соответствующей интенсивности.

Ветер значительно усиливает распространение пожара, обстановка усложняется вероятностью переход пламени на соседние резервуары и оборудование. Тактические действия подразделений пожарной охраны усложняются и трудновыполнимы в такой конкретной ситуации. Появляется понятие работы в стесненных условиях, затрагивается физическая и моральная усталость. Замена звеньев ГДЗС и личного состава происходит чаще, чем при обычных обстоятельствах. На рисунке 12 приведена схема переноса тепловой энергии на смежные резервуары.

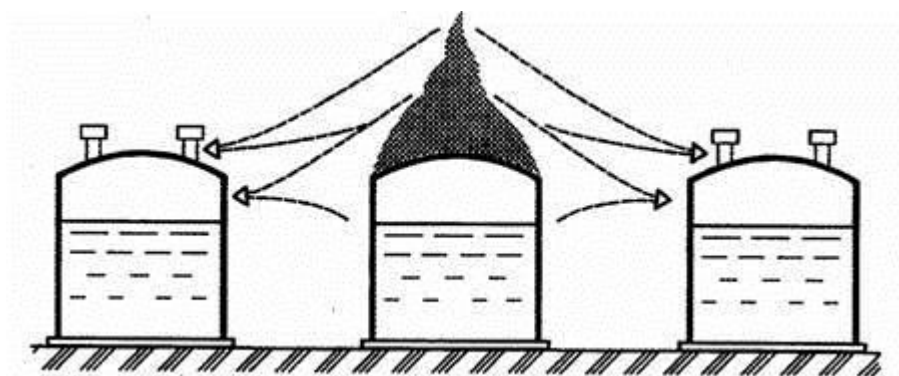


Рисунок 12 - Схема переноса тепловой энергии на смежные резервуары

Температура пламени зависит от вида нефтепродукта и практически не зависит от размеров факела и колеблется от 1000 до 1300°С. В таблице 7 приведена информация о наличии техники и оборудования.

Таблица 7 - Информация о наличии техники и оборудования

Наименование техники	Место дислокации	Высота выдвижения	Количество вывозимых лестниц штурмовых	Наличие спасательной веревки
АЛ-30(131)	13-ПСЧ	30 м	1	1/50 м
АКП-50	13-ПСЧ	50 м	нет	1/50 м
АЛ-30(131)	86-ПСЧ	30 м	3	1/50 м
АЛ-30(131)	11-ПСЧ	30 м	3	1/50 м
АКП-30	11-ПСЧ	30 м	нет	1/50 м

При пожарах резервуаров, основным поражающим фактором является волна прорыва, приводящая к разрушению обвалования, запорной арматуры и резкому увеличению теплового воздействия, возникающего при горении разливов.

2.5.1 Прогноз пожара в резервуаре хранения светлых нефтепродуктов (резервуар №3)

Пожар в резервуаре хранения светлых нефтепродуктов (резервуар №3), вариант №1

В результате удара молнии, произошел взрыв паровоздушной смеси и возгорание бензина в резервуаре №3 парка светлых нефтепродуктов. Создалась угроза разрушения резервуара и разлива бензина в обвалование и распространения пламени на соседние резервуары. Резервуары для хранения нефтепродуктов наземные вертикальные стальные цилиндрические. Объем резервуара - 3000 м³, площадь зеркала – 283 м², высота - 12 м, диаметр – 19 м, периметр – 60 м. Основная и первоочередная задача при тушении горящего резервуара – охлаждение горящего РВС и соседних. Исходя из тактических соображений, первые стволы должны подавать на охлаждение резервуара, его корпус, стенки, по всему периметру основания и площади. Вместе с тем, охлаждают соседние емкости и резервуары по сравнению с горящим резервуаром.

Огнетушащее вещество, используемое в расчетах, ВМП средней и низкой кратности. Обоснование применения – изоляция поверхности горящего материала вещества нефтепродукта от диффузионного факела пламени.

Для проведения пенной атаки осуществляют трехкратный запас ОВ (ВМП), при тушении пожара продолжительностью 15 минут. Выезжают

подразделения по повышенному номеру вызова (от №2 и выше), в среднем не менее 10 АЦ.

Расчет необходимого количества сил и средств

Исходные данные: $V=3000 \text{ м}^3$; $D = 19 \text{ м}$; $S_{\text{зеркала}} = 283 \text{ м}^2$

Время свободного развития горения:

$$T_{CB} = T_{dc} + T_{cb} + T_{cl} + T_{br}$$

где T_{dc} – время до сообщения о пожаре (1 мин - поскольку на объекте имеется АПС);

T_{cb} – время сбора и выезда ПА;

T_{cl} – время следования ПА;

T_{br} – время БР.

$$T_{CB} = 1 + 1 + 9 + 3 = 14 \text{ мин}$$

$$T_{cl} = \frac{60 \times L}{V_{cl}} = \frac{6,5 \times 60}{45} = 8,6 \text{ мин},$$

где L - расстояние от 13 ПСЧ до объекта (6,5 км);

V_{cl} - скорость ПА (45 км/ч, поскольку дорога - асфальтовое покрытие))

Необходимое количество стволов РС-70 на охлаждение горящего резервуара:

$$N_{\text{ст. "А"}}^{\text{гор}} = D/4$$

где D - диаметр горящего резервуара (19 м);

$$N_{\text{ст. "А"}}^{\text{гор}} = \frac{19}{4} = 4,5$$

Следовательно, принимается 5 ст. РС-70.

Необходимое количество стволов РС-70 на охлаждение соседних резервуаров:

– резервуар № 2

$$N_{\text{ст. "А"}}^{\text{сос}} = \frac{19}{20} = 0,95$$

Следовательно, принимается 2 ст. РС-70.

– резервуар № 4

$$N_{\text{ст. "А"}}^{\text{сос}} = \frac{15}{20} = 0,75$$

Следовательно, принимается 2 ст. РС-70.

Из тактических соображений принимается один РС-70 на защиту пеноподающей техники.

Требуемое количество отделений для охлаждения резервуаров:

$$N_{\text{отд}}^{\text{охл}} = \frac{N_{\text{охл}}^{\Gamma}}{n_{\text{ств}}^{\text{Л(РС-70)}}} + \sum \frac{N_{\text{охл}}^{\text{с}}}{n_{\text{ств}}^{\text{Л(РС-70)}}}$$

где $n_{\text{ств}}^{\text{Л(РС-70)}}$ – количество стволов РС-70, подаваемых одним отделением.

$$N_{\text{отд}}^{\text{охл}} = \frac{5}{2} + \left(\frac{2}{2} + \frac{2}{2} \right) = 4,5$$

Следовательно, принимается 5 отделений.

Требуемое количество генераторов для проведения пенной атаки

$$N_{\text{ГПС}} = \frac{S_n \times I_{\text{тр}}^{\text{р-р}}}{q_{\text{ств}}^{\text{р-р}}}$$

где $S_n = 283 \text{ м}^2$ – площадь горения поверхности жидкости в резервуаре;

$I_{\text{тр}}^{\text{р-р}}$ – требуемая интенсивность подачи водного раствора пенообразователя на тушение пожара;

$q_{\text{ств}}^{\text{р-р}} = 6 \text{ л/с}$ – расход раствора пенообразователя из пеногенератор ГПС-600.

$$N_{\text{ГПС}} = \frac{283 \times 0,08}{6} = 4$$

Требуемое количество пенообразователя на тушение пожара:

$$V_{\text{по}} = N_{\text{ГПС}} \times q_{\text{ГПС}}^{\text{по}} \times t_{\text{н}} \times 60 \times K_3$$

где $q_{\text{ГПС}}^{\text{по}} = 0,36 \text{ л/с}$ – расход ГПС по пенообразователю (6 % концентрация раствора);

$t_{\text{н}}$ – нормативное время проведения пенной атаки;

K_3 – трехкратный запас пенообразователя.

$$V_{\text{ПО}} = 4 \times 0,36 \times 15 \times 60 \times 3 = 3888 \text{ л}$$

Общий требуемый расход воды на тушение и защиту:

$$Q_{\text{тр}} = N_{\text{ГПС}} \times q_{\text{ГПС}} + N_{\text{охл.ст.А}} \times q_{\text{ст.А}} + N_{\text{защ ст.А}} \times q_{\text{ст.А}} + N_{\text{защтех}} \times q_{\text{ст.А}}$$

$$Q_{\text{тр}} = 4 \times 5,64 + 5 \times 7,4 + 2 \times 7,4 + 2 \times 7,4 + 1 \times 7,4 = 96,6 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{вод}} = \frac{130 \text{ л}}{\text{с}} > Q_{\text{ф}} = 96,2 \text{ л/с}$$

Существующий водопровод обеспечит требуемый расход воды

Требуемая численность личного состава:

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{спас пеноп}}^{\text{л/с}} + N_{\text{ст.А}}^{\text{гор}} \times 3 + N_{\text{ст.А}} \times 3 + N_{\text{ПБ}} + N_{\text{М}} + N_{\text{СВ}}$$

где $N_{\text{л/с}}^{\text{пеноп}}$ - количество л/с задействованного в установке пеноподъемника;

$N_{\text{ст.А}}^{\text{гор}}$ - количество л/с задействованного в подаче стволов РС-70 на охлаждение горящего РВС;

$N_{\text{ст.А}}^{\text{сос}}$ - количество л/с задействованного в подаче стволов РС-70 на охлаждение соседнего РВС;

$N_{\text{ПБ}}$ - постовые ПБ ГДЗС;

$N_{\text{М}}$ - работа на автомобилях и контроль насосно-рукавных систем;

$N_{\text{СВ}}$ - связные РТП, НШ, НТ, НБУ.

$$N_{\text{л/с}} = 6 + 5 \times 2 + 4 \times 2 + 9 + 4 + 1 = 38$$

Требуемое количество отделений

$$N_{\text{отд}} = \frac{N_{\text{л/с}}}{4} = \frac{38}{4} = 10 \text{ отделений}$$

По вызову № 2 к месту пожара пребывает согласно расписанию выездов 8 отделений основной и 5 специальной техники, с общим количеством личного состава с учетом складывающейся обстановки 43 человека, что в данном случае достаточно для ведения успешных действий по тушению пожара. При необходимости вызывать к месту пожара дополнительно оперативные группы Тольяттинского местного ПСГ или повышать ранг пожара. На рисунке 13

приведена схема расстановки сил и средств по тушению пожара по варианту №1.

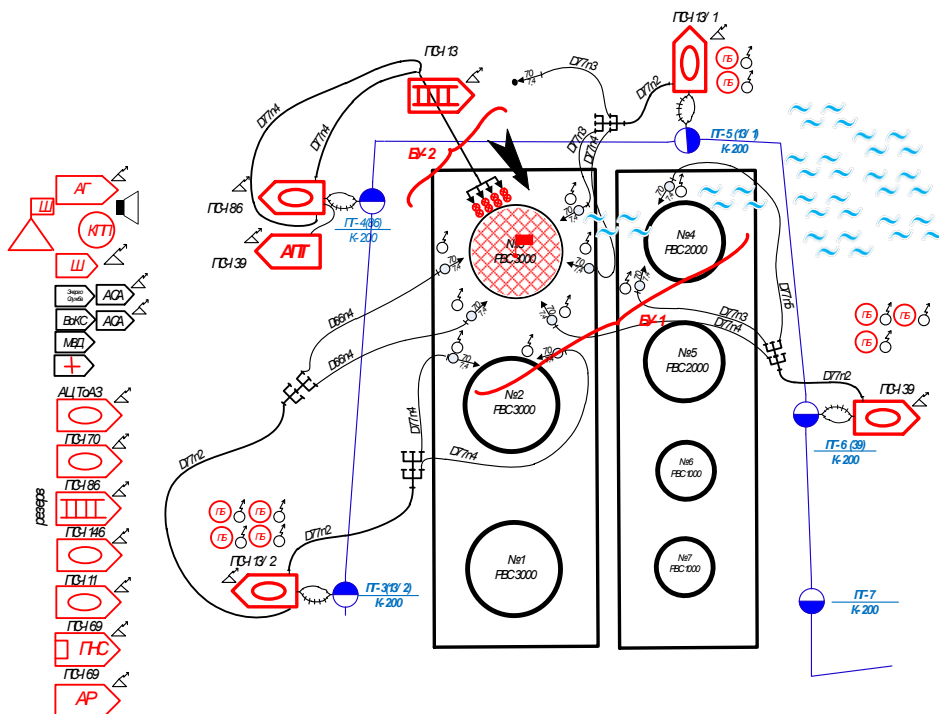


Рисунок 13 - Схема расстановки сил и средств по тушению пожара по варианту №1

Приведена схема расстановки сил и средств по тушению пожара по варианту №1.

2.5.2 Прогноз пожара в железнодорожной цистерне на эстакаде слива ЛВЖ

Вариант № 2

В результате нарушения технологического процесса произошел взрыв паровоздушной смеси с последующим возгоранием бензина в железнодорожной цистерне, на железнодорожной эстакаде слива ЛВЖ. Топливо перевозится в 4-осной железнодорожной цистерне. Грузоподъемность - 60 т; масса тары вагона - 23,4 т; объём кузова – 60 м³.

Габаритные размеры цистерны: длина - 10,56 м, диаметр - 2,4 м, периметр цистерны - 25,92 м.

Для слива нефтепродуктов приняты установки нижнего слива железнодорожных цистерн типа УСН-150ХЛ в случае поступления цистерн с неисправными универсальными сливными приборами слив нефтепродуктов обеспечивается через горловину цистерн с помощью стояков верхнего слива.

При пожаре цистерны должна быть организована установка для растаскивания рядом расположенных цистерн.

$$T_{CB} = 1 + 1 + 9 + 3 = 14 \text{ мин}$$

Длина пути распространения пожара

Так как в результате ЧП, произошел взрыв паровоздушной смеси и возгорание бензина в железнодорожной цистерне, установленной на железнодорожной эстакаде для слива бензина, то распространение пожара будет равным площади верхнего люка, то есть $\approx 1 \text{ м}^2$, но если в течении 16-24 мин не начнется охлаждение цистерны, то произойдет взрыв цистерны с последующим загоранием розливом нефтепродукта и соседних цистерн.

Так как площадь зеркала люка равна 1 м^2 , а по тактическому замыслу стенки цистерны не разрушены и розлив бензина не произошел, принимаем площадь пожара равной площади люка $S_{п} = 1 \text{ м}^2$

Количество стволов РС-70 на охлаждение горячей цистерны

$$N_{ст} = P_p \times J_{тр} / q_{ст}$$
$$N_{ст} = 25,92 \times \frac{0,8}{7,4} = 3$$

Следовательно, принимается 3 ст. РС-70.

Количество стволов РС-70 на охлаждение и защиту: 2 РС-70 на охлаждение железнодорожной цистерны; 1 РС-50 на защиту личного состава; 1 РС-70 на защиту станции слива.

Требуемое количество стволов ГПС-600 для проведения пенной атаки:

$$N_{\text{ГПС-600}} = S_{\text{п}} \times J_{\text{тр}}/q_{\text{ст}}$$

$$N_{\text{ГПС-600}} = 1 \times \frac{0,08}{6} = 1$$

Соответственно, принимается 1 ст. ГПС-600.

Количество пенообразователя для проведения пенной атаки:

$$V_{\text{ПО}} = N_{\text{ГПС-600}} \times q_{\text{ГПС}} \times t_{\text{н}} \times 60 \times K_3$$

где $q_{\text{ГПС600}}$ - расход пенообразователя (в растворе) одного ствола, л/с;

$t_{\text{н}}$ – расчетное время тушения пожара, мин;

K_3 - коэффициент запаса пенообразователя

$$V_{\text{ПО}} = 1 \times 0,36 \times 15 \times 60 \times 3 = 972 \text{ л}$$

Общий требуемый расход воды на тушение и защиту:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{тр.туш}} + Q_{\text{тр.защ}}$$

$$Q_{\text{общ}} = 1 \times 5,64 + 3 \times 7,4 + 1 \times 3,7 = 31,5 \text{ л/с}$$

Существующий водопровод обеспечит требуемый расход воды. Учитывая, что ПГ расположены на расстоянии 20 м по периметру от объекта, их использование возможно.

Требуемая численность личного состава:

$$N_{\text{л/с}} = 1 \times 3 + 4 \times 3 + 6 + 3 + 1 = 25$$

Требуемое количество отделений

$$N_{\text{отд}} = \frac{N_{\text{л/с}}}{4} = \frac{38}{4} = 10 \text{ отделений}$$

По вызову № 2 к месту пожара пребывает согласно расписанию выездов 8 отделений основной и 5 специальной техники, с общим количеством личного состава с учетом складывающейся обстановки 43 человека, что в данном случае достаточно для ведения успешных действий по тушению пожара. При необходимости вызывать к месту пожара дополнительно оперативные группы Тольяттинского местного ПСГ или повышать ранг пожара. На рисунке 14 приведена схема расстановки сил и средств по тушению пожара по варианту №2.

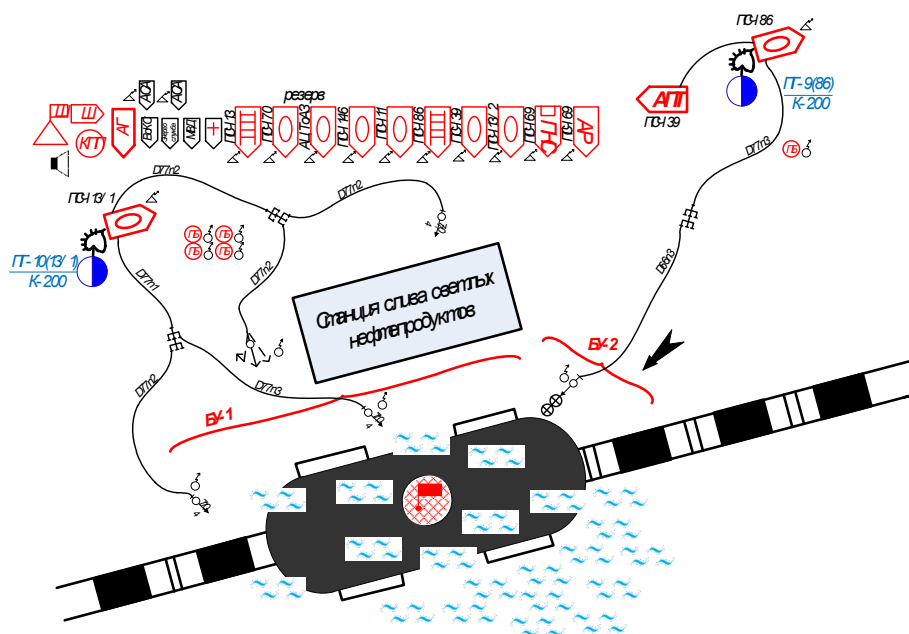


Рисунок 14 - Схема расстановки сил и средств по тушению пожара по варианту №2

В таблице 8 приведены данные, необходимые для обеспечения управления действиями подразделений ПО.

Таблица 8 - Расчетные и справочные данные, необходимые для обеспечения управления действиями подразделений пожарной охраны при пожаре

Вариант тушения	Прогноз развития пожара	Требуемый расход огнетушащих веществ, л/с	Количество приборов подачи ОВ, шт	Необходимый запас ОВ, л	Число ПА, шт	Предельные расстояния для подачи воды, м	Численность л/с, количество звеньев ГДЗС чел/шт
1	Пожар в резервуаре № 3 $S_{П} = 283 \text{ м}^2$	$Q_{тр} = 96,6$ л/с	10 РС-70 4 ГПС-600	ПО 3888 л	8/5	182 м	38 чел. 9 звеньев ГДЗС
2	Пожар на ж/д цистерне $S_{П} = 1 \text{ м}^2$	$Q_{тр} = 31,5$ л/с	3 РС-70, 1 РСК-50 1 ГПС-600	ПО 972 л	8/5	740 м	25 чел. 5 звеньев ГДЗС

На рисунке 15 приведена схема обмена информации службами жизнеобеспечения.

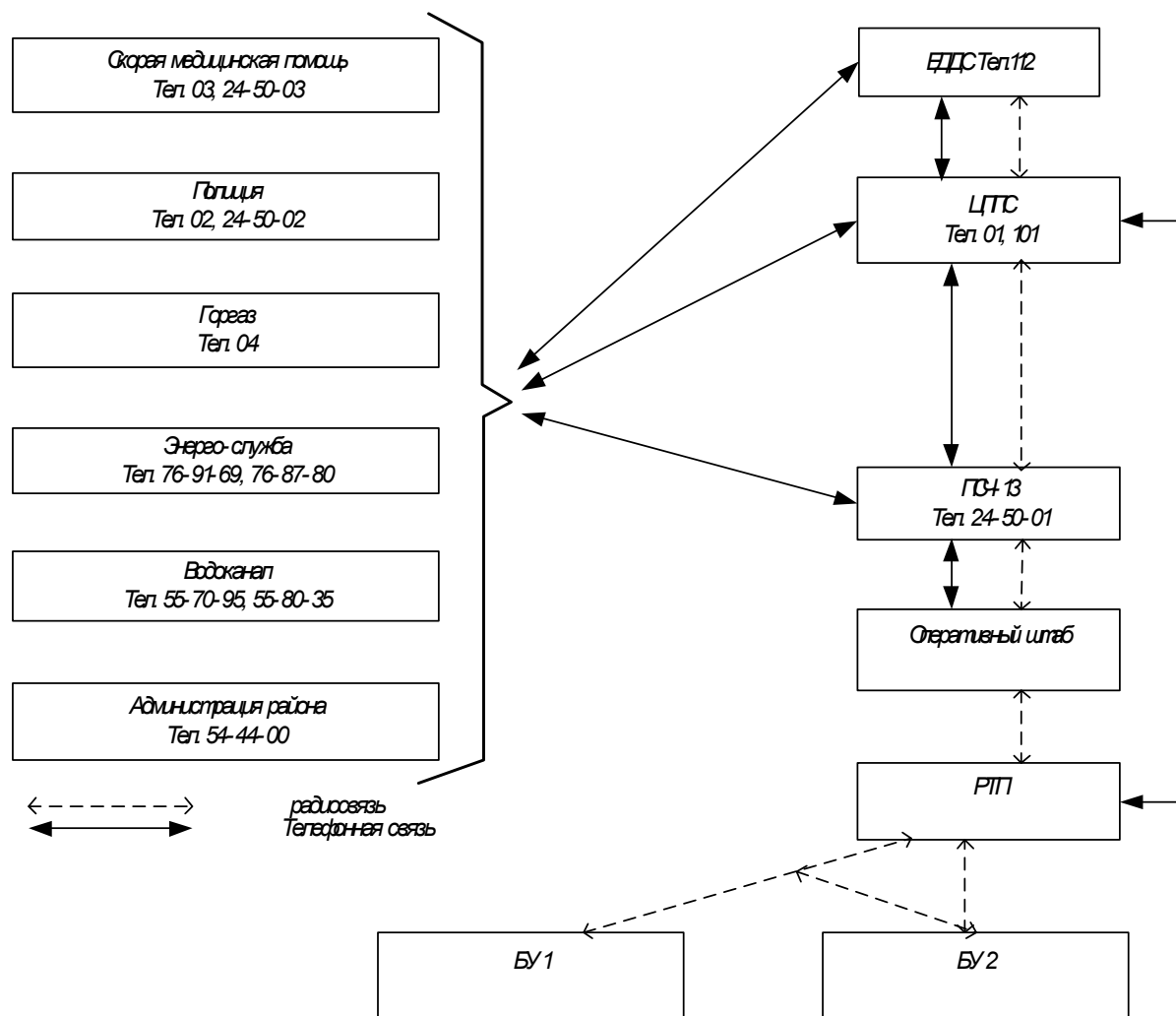


Рисунок 15 - Схема обмена информации службами жизнеобеспечения

Из рисунка видно, как построена организация управления и координация связи на пожаре между должностными лицами и участниками тушения.

3 Разработка мероприятий по повышению эффективности функционирования пожарных подразделений по тушению пожаров эксплуатируемых нефтебаз

3.1 Выбор 2-3 технических решений, предлагаемых для применения для повышения эффективности функционирования пожарных подразделений

3.1.1 Способ пенной атаки при тушении пожаров в резервуарном парке

Рассматриваемый способ относится непосредственно к узкой специализации выбранной темы, поскольку рассматривается метод тушения пожаров в резервуарном парке для хранения нефти и нефтепродуктов. «Способ пенной атаки при тушении пожаров в резервуарном парке, заключающийся в подаче раствора из пенообразователя типа AFFF через стационарные установки подслоного пожаротушения на начальной стадии пожара в резервуаре, причем подачу раствора из пенообразователя осуществляют с интенсивностью 0,034-0,055 л/(м²·с), увеличивая ее до 0,08-0,10 л/(м²·с) в зависимости от вида нефти или нефтепродукта. Техническим результатом, достигаемым при осуществлении предлагаемого способа, является повышение эффективности тушения» [19].

Поскольку для пожаров рассматриваемой категории характерно начало взрыва паровоздушной смеси в газовом пространстве резервуара, либо сосредоточение паров непосредственно у крыши/понтонна РВС. Далее наблюдается частичное или полное разрушение отдельных частей РВС, вместе с тем, выходит из строя система пожаротушения (обязательно спроектированная для объектов нефтехимии) [5].

«Сила взрыва оказывает влияние на характер последующего развития пожара. В зависимости от этого наблюдаются различные разрушения конструкций резервуара. Опасность пожаров РП обусловлена возможностью вскипания нефти в горящем резервуаре с последующим выбросом и растеканием, а также взрыва и разрушения резервуара, растекания горящего продукта за пределы резервуара и/или обвалования с высокой скоростью распространения пламени. Пожары РП характеризуются сложными скачкообразными процессами развития, носят затяжной характер и требуют для ликвидации большого количества сил и средств. Пожары одновременно в двух и более резервуарах одной группы в РП возникают значительно реже, чем пожары в отдельных резервуарах. Тем не менее, их доля в общем числе пожаров в РП достаточно велика и составляет около четверти. Развившиеся групповые пожары, наносят большой материальный ущерб, их тушение требует привлечения значительных сил и средств, как пожарной охраны, так и близлежащих предприятий, и продолжается длительное время. Крайне важным для успешного тушения пожара является подача огнетушащих веществ в начальной стадии пожара. Для выполнения этого условия РП оборудованы автоматическими системами пожаротушения. При повреждении АСПТ от взрыва паровоздушной смеси или отказа системы автоматики по иной причине тушение резервуаров организуют с применением мобильных средств пожаротушения» [19].

Как показал анализ статистических данных, продолжительность пожара нефтепродукта составляет – 10,5 ч [19]. Достаточное для проведения пенной атаки количество сил и средств чаще всего удается собрать только через 2 ч после возникновения пожара. В четверти случаев пожаров представляется возможным приступить к тушению только через 12 ч. Тушение развившихся пожаров в резервуарах может длиться в течение нескольких суток.

«Современные РП защищаются системами подслоного пожаротушения позволяющими через стационарные установки подслоного пожаротушения подать пену низкой кратности непосредственно в слой нефтепродукта в резервуаре. В системах подслоного пожаротушения используют современные пенообразователи типа AFFF по ГОСТ Р 50588, способные из пены низкой кратности образовывать защитную водную пленку на поверхности горящего нефтепродукта, что значительно повышает эффективность тушения пожара. Стационарные установки подслоного пожаротушения менее подвержены разрушению при взрыве в резервуаре и могут быть использованы для проведения пенной атаки с применением мобильных средств пожаротушения» [19].

3.1.2 Способ тушения пожара нефти и нефтепродуктов в резервуарах с понтоном или плавающей крышей, подачей пены в основание резервуара

«Изобретение относится к области тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах, а также может использоваться для предотвращения образования гомотермического слоя нефти при длительном пожаре, который ведет к выбросу нефти из резервуара. Понтон или плавающая крыша имеют сквозные проемы, через которые, при частичном или полном затоплении понтона, пена поступает из пенного насадка, расположенного в центре основания резервуара, растекается на вторую половину закрытой снизу горячей поверхности нефтепродукта. Изобретение позволяет производить тушение резервуаров с понтоном и плавающей крышей подачей пены под слой горючего из пенного насадка, расположенного в центре основания резервуара. Эффективность предложенного способа более чем в два раза выше существующего способа

тушения пожара системой подслоного тушения пожара в резервуаре с понтоном» [20].

На рисунке 16 изображена схема осуществления способа тушения пожара нефти и нефтепродуктов в резервуарах с понтоном.

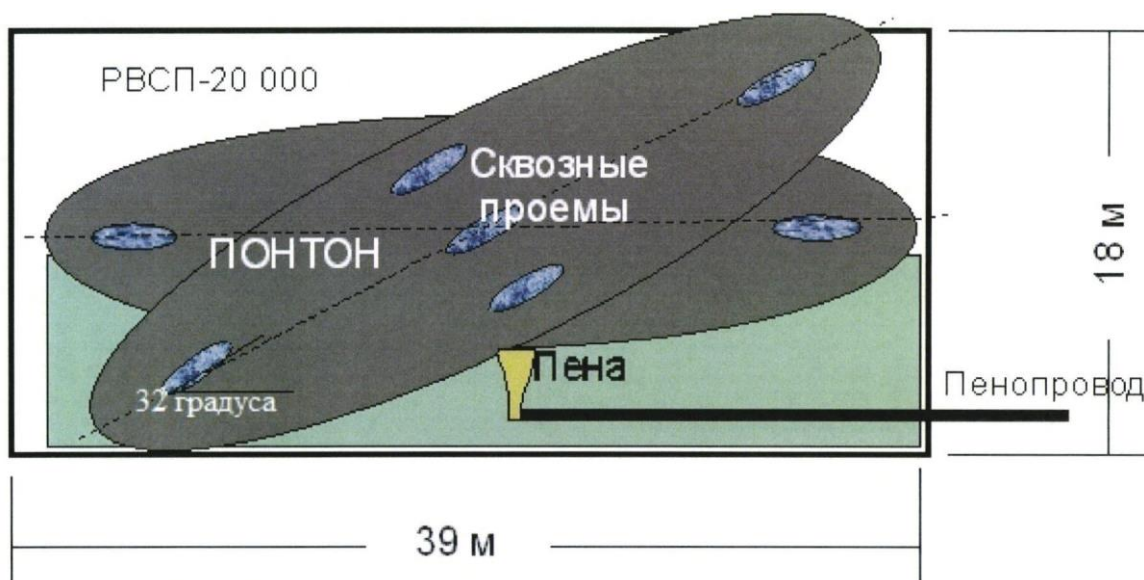


Рисунок 16 – Схема осуществления способа тушения пожара нефти и нефтепродуктов в резервуарах с понтоном

«Предлагаемое изобретение относится к области тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах, а также может использоваться для предотвращения образования гомотермического слоя нефти при длительном пожаре, который ведет к выбросу нефти из резервуара. Особое внимание к способу тушения пожара методом подачи пены в основание резервуара связано с низкой надежностью систем подачи пены сверху от генераторов пены, установленных на верхнем срезе стенок резервуара, поскольку при взрыве паровоздушной смеси в резервуаре происходит нарушение целостности навесных конструкций, и пена не попадает в резервуар» [20].

3.1.3 Способ тушения пожара в наземных резервуарах

«Изобретение относится к области тушения пожара в наземных резервуарах, заполненных различными горючими жидкостями, например нефтью, дизельным топливом, керосином, бензином и др. Сущность изобретения заключается в следующем. Под наземным резервуаром, ниже по уровню под землей соосно установлен подземный резервуар большего объема, чем объем наземного резервуара, заполненный огнетушащим веществом. Наземный резервуар через сливной патрубок с автоматическим клапаном соединен с подземным резервуаром. Система также включает насос для подачи огнетушащего вещества через нагнетательный трубопровод с двумя клапанами - верхним и нижним, подающим огнетушащее вещество из подземного резервуара вверх наземного резервуара. В исходном (нормальном) состоянии (когда нет пожара) автоматический клапан сливного патрубка находится в закрытом положении, изолируя объемы наземного и подземного резервуаров. Насос выключен, верхний клапан нагнетательного трубопровода открыт, а нижний, служащий для отбора огнетушащего вещества, закрыт. В случае возникновения возгорания (пожара) или чрезмерного повышения температуры в наземном резервуаре клапан сливного патрубка автоматически открывается и соединяет объемы наземного и подземного резервуаров и жидкость из наземного резервуара начинает перетекать через сливной патрубок в подземный резервуар» [21]. При этом одновременно автоматически подключается насос, который начинает отбирать огнетушащее вещество из подземного резервуара и подает его сверху в наземный резервуар.

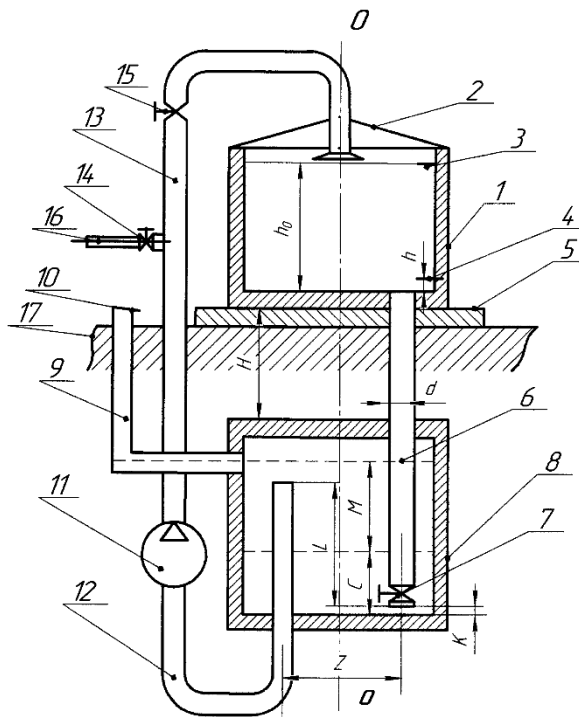
«Объем огнетушащего вещества, отбираемого насосом из подземного резервуара, больше, чем объем перетекающей жидкости из наземного резервуара в единицу времени, что создает вакуум в подземном резервуаре, тем самым повышая скорость перетекания жидкости из наземного резервуара

в подземный резервуар. При тушении пожара в объектах, расположенных около наземного резервуара, верхний кран нагнетательного трубопровода закрыт, также закрыт автоматический клапан сливного патрубка. Включается насос и огнетушащее вещество с помощью пожарного шланга, установленного на нижнем кране, направляется на очаг пожара и пожар тушится. Управление кранами и насосом автоматизировано и синхронизировано. Технический эффект заключается в повышении эффективности пожаротушения в наземных резервуарах, а также эффективности тушения пожара объектов, расположенных вблизи наземного резервуара, в расширении функциональных возможностей способа тушения пожара и в уменьшении затрат на изготовление и замену подземного резервуара, расположенного под наземным резервуаром» [21].

Изобретение относится к области тушения пожара в наземных резервуарах, заполненных различными пожароопасными жидкостями, например, нефтью, дизельным топливом, керосином, бензином и др.

Основным способом тушения пожаров в резервуарах является пена средней и низкой кратности, подаваемая в зону горения [1].

Огнегасящее действие воздушно-механической пены заключается в изоляции поверхности горячей жидкости от факела пламени за счет ее охлаждения и снижения вследствие этого скорости испарения и количества горючих паров, поступающих в зону горения. На рисунке 17 приведена схема реализации способа тушения пожара в резервуаре.



1 - наземный резервуар, где хранится пожароопасная жидкость; 2 - крышка резервуара; 3 - датчик температуры; 4 - датчик уровня жидкости; 5 - фундамент; 6 - сливной патрубок; 7 - клапан автоматический; 8 - подземный резервуар; 9 - дыхательный патрубок; 10 - обратный клапан; 11 - насос; 12 - приемный патрубок; 13 - нагнетательный патрубок; 14 - кран для отбора огнетушащего вещества; 15 - кран подачи огнетушащего вещества в зону горения; 16 - рукав пожарный; 17 – грунт

Рисунок 17 – Схема реализации способа тушения пожара в резервуаре

Недостатком данного способа является низкая эффективность, требуется большое количество сложного и дорогостоящего оборудования. Способ требует непосредственного присутствия обслуживающего персонала в зоне тушения очага возгорания, требует постоянного контроля состояния реагентов, образующих пену, хранение реагентов требует особые условия и имеет срок годности. Пена может повлиять на качество жидкости, подвергаемой тушению. Загрязняет зону тушения, препятствуя визуальному контролю и действию персонала по тушению пожара. Возможно образование каких-то вредных соединений, представляющих опасность персоналу, населению и окружающей среде.

3.2 Организационные мероприятия, направленные на улучшение и оперативность работы пожарных подразделений

Подготовка к пенной атаке

Организация управления действиями на пожаре по проведению пенной атаки на объекте нефтепродуктов, необходимо провести в кратчайшие сроки. Фактор оперативности значительно влияет на увеличение времени распространения пламени, а в целом, на успешный исход пожара.

Действия по проведению пенной атаки:

- сосредоточение необходимого рассчитанного количества СиС, подающих ВМП;
- сборка схемы подачи ВМП, проверка ее работоспособности на воде;
- организация технического обеспечения подачи ВМП;
- закрепление должностных лиц за контролем над организацией технического обеспечения подачи ВМП;
- объявление сигналов начала и конца подачи ВМП, определить сигналы отхода личного состава (на пожарах рассматриваемой категории объектов возможны выброс и вскипание, взрыв).

Согласно принципам выбора решающего направления, одним из главных должно быть определяющее значение интенсивности подачи ВМП одновременно всеми СиС. После ликвидации отдельных очагов пожара или загорания в РВС, необходимо осуществлять подачу ВМП еще 5-10 минут для исключения повторного воспламенения.

При наличии процесса вскипания нефтепродукта, силами РТП ставится задача на запрет прекращения поддачи ВМП, заблаговременно осуществляя запас ОВ, соблюдение ОТ и ТБ личным составом подразделений, резервных звеньев ГДЗС.

3.3 Теоретические и экспериментальные исследования

Проведение боевых действий по тушению пожаров в резервуарных парках хранения нефти и нефтепродуктов представляют собой наибольшую опасность для личного состава подразделений пожарной охраны. Это обусловлено тем, что зачастую охлаждение горящего и соседних резервуаров осуществляется лафетными и водяными стволами, которые устанавливаются на границе обвалований. Пенная атака проводится стационарными пенными генераторами либо генераторами, установленными на коленчатых подъемниках пожарных подразделений, при этом дополнительно подаются стволы на их охлаждение, тем самым увеличивается количество личного состава, находящегося в опасной зоне. Одним из способов уменьшения количества личного состава в опасной зоне и сохранением требуемой интенсивности огнетушащих веществ для тушения и охлаждения резервуаров является использование пожарных лафетных стволов типа «Минотор». Применение стволов данного типа для тушения пожара в резервуарном парке обеспечивает безопасность личного состава, занятого тушением пожара. Подача ОТВ на горящую поверхность нефти или нефтепродукта в резервуарах осуществляется с большого расстояния. Система тушения пожаров нефти и нефтепродуктов водопенными стволами типа «Минотор» с использованием пленкообразующего пенообразователя используется для:

- противопожарной защиты резервуаров с нефтью и нефтепродуктами;
- для тушения пламени в обвалованиях резервуаров при выбросах нефти;
- для тушения пожара сливо-наливных терминалов, в том числе: железнодорожных, морских и автомобильных.

В целях предотвращения распространения пожара в резервуарном парке «Миноторы» применяются для охлаждения компактными струями воды рядом стоящих резервуаров с горящим.

Технические характеристики стволов типа «Минотор» приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики ствола «Минотор»

Наименование параметра	Давление, МПа	Значение параметра	
		в модификации 4000 л/мин	в модификации 9000 л/мин
Расход воды (водного раствора пенообразователя), л·мин ⁻¹ , не менее, при давлении	0,4	2300	6500
	0,5	2900	7000
	0,6	3300	8000
	0,7	3800	8600
	0,8	4000	9200
Дальность струи (водяной/пенной), м, не менее, при давлении	0,4	39/35	75/72
	0,5	44/40	89/84
	0,6	50/45	100/95
	0,7	56/50	112/108
	0,8	60/54	123/118
Габаритные размеры, мм, не более: - ствола (без насадка) длина ширина высота		702	960
		724	960
		525	700
Масса (общая), кг, не более		24	45

Свою эффективность ствол-монитор показал при проведении тренировочных пожарно-тактических учений по тушению условного пожара на железнодорожной станции «Азотная» цех №17 ЗАО Корпорация

«ТОЛЬЯТТИАЗОТ». На рисунке 18 приведены данные охлаждения резервуара стволом типа «Минатор».



Рисунок 18– Охлаждение резервуара стволом типа «Минатор»

По тактическому замыслу произошла разгерметизация дыхательной арматуры железнодорожной цистерны с метанолом, от проходящего тепловоза произошло возгорание метанола, а также под воздействием температуры частичное разрушение цистерны с разливом метанола.

После организации бесперебойной подачи воды от существующего наружного противопожарного водоснабжения и сосредоточения требуемого количества пенообразователя условное возгорание метанола было ликвидировано одним стволом с расстояния 50 метров на площади 400 м².

Заключение

В рассматриваемой диссертационной работе была проведена разработка путей повышения эффективности функционирования пожарных подразделений по тушению пожаров эксплуатируемых нефтебаз (на примере нефтебазы ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис»).

Проанализированы действующие нормы ПБ, тактические методы действий по тушению пожаров и данные объекта - нефтебазы ООО «Тольятти-нефтепродукт Сервис, а также осуществлен патентный поиск технических средств, устройств и методов тушения пожара на объектах нефтехимии, можно выявить особенности, слабые стороны в области тушения пожара этого объекта, а также разработать пути повышения эффективности функционирования пожарных подразделений по тушению пожаров.

Был проведен теоретический обзор нормативных источников относительно требований ПБ эксплуатируемых нефтебаз, а также анализ информации об объекте, уточнение данных по количеству обращающихся в производстве нефтепродуктов и оперативно-тактической характеристике объекта.

Спрогнозировано развитие пожара путем расчетов по количеству сил и средств условного пожара, разработке схем расстановки сил и средств по тушению пожара.

Было выяснено, что обстоятельствами, способствовавшие развитию пожара, являются:

взрыв резервуара РВС № 8 вследствие повышенной концентрации паров нефтепродукта с последующим выбросом и розливом горячей нефти на большую часть территории;

недостаточное количество ОВ – воды и ВМП для тушения возникшего пожара (продолжительность составила свыше 6 часов);

образование опасных концентраций паров ЛВЖ и ГЖ при оптимальном режиме работы РВС;

отсутствие возможности для подачи расчетного количества ОВ в систему послыйного тушения из-за последствий взрыва РВС №8, обломки и фрагменты корпуса его конструкции загромождали территорию и проезды.

Основными объектами пожаров с наличием нефтепродуктов являются действующие НПЗ, а также резервуарные парки. Пожары на НПЗ, как правило, протекают в сложных условиях, носят затяжной характер с быстрым распространением пламени и приводят к катастрофическим последствиям (человеческие жертвы, экологический ущерб, огромные материальные потери). Кроме того, пожары рассматриваемой категории, начинаются со взрыва, приводя к пожарам и выводу из строя систем противопожарной защиты – установок пожаротушения. Следовательно, такие на ликвидацию таких пожаров потребуются большие расходы воды, большое количество СиС ПО. Самые распространенные причины пожаров на НПЗ – износ оборудования, а также нарушение технического регламента производственного процесса.

Как показывает практика, при сложном технологическом процессе на НПЗ и малом контроле над процессом, возможна ситуация появления параметров критических значений. Это способствует разгерметизации оборудования и выбросу АХОВ. Особую опасность представляют ошибки при выполнении операций, связанных с переходными режимами (пуск и остановка оборудования), а также при сливо-наливных, ремонтных, профилактических и других работ, связанных с неустойчивыми режимами, освобождением и заполнением оборудования опасными веществами [6].

«Нефть в своем составе содержит определенное количество воды. По статистическим данным 80% пожаров с нефтью сопровождались вскипанием, а 25% таких пожаров сопровождались выбросами. При вскипании резко увеличивается температура в резервуаре. Выбросы нефти из горящего

резервуара происходят в тот момент, когда всю горючее прогреется, и температура его на разделе фаз нефть -вода достигнет 200°C. При этом продолжительность выбросов нефти из резервуара может составить от 3 секунд до 7 минут» [18].

Таким образом, анализ причин возникновения пожаров на объектах нефтеперерабатывающей промышленности, показывает, что все они имеют существенную особенность: причина этих пожаров, как правило, целая совокупность обстоятельств, каждое из которых само по себе не могло инициировать крупный пожар, и только их совокупность может привести к масштабным последствиям.

Кроме того, прогноз развития пожара показал, что при моделировании первого варианта возникновения пожара в РВС №3 при площади пожара 283 м² (требуемый расход ОВ – 96,6 л/с; ВМП – 3888 л) необходимо задействовать 38 человек личного состава ПО (9 звеньев ГДЗС), 10 отделений пожарной техники (10 РС-70; 4 ГПС-600). Прогноз развития пожара показал, что при моделировании второго варианта возникновения пожара на железнодорожной цистерне при площади пожара 1 м² (требуемый расход ОВ – 31,5 л/с; ВМП – 972 л) необходимо задействовать 25 человек личного состава ПО (5 звеньев ГДЗС), 8 отделений пожарной техники (3 РС-70; 1 РСК-50).

Осуществлен выбор 3 технических решений, предлагаемых для применения для повышения эффективности функционирования пожарных подразделений:

- способ пенной атаки при тушении пожаров в резервуарном парке
- способ тушения пожара нефти и нефтепродуктов в резервуарах с понтоном или плавающей крышей, подачей пены в основание резервуара
- способ тушения пожара в наземных резервуарах.

Показаны достоинства приведенных технических решений: повышение эффективности тушения, современные пенообразователи типа АFFF

способны из пены низкой кратности образовывать защитную водную пленку на поверхности горящего нефтепродукта, что значительно повышает эффективность тушения пожара. Кроме того, стационарные установки подслоного пожаротушения менее подвержены разрушению при взрыве в резервуаре и могут быть использованы для проведения пенной атаки с применением мобильных средств пожаротушения. Наблюдается эффективность тушения пожара объектов, расположенных вблизи наземного резервуара, в расширении функциональных возможностей способа тушения пожара и в уменьшении затрат на изготовление и замену подземного резервуара, расположенного под наземным резервуаром.

Показаны организационные мероприятия, направленные на улучшение и оперативность работы пожарных подразделений

Организация управления действиями на пожаре по проведению пенной атаки на объекте нефтепродуктов, необходимо провести в кратчайшие сроки. Фактор оперативности значительно влияет на увеличение времени распространения пламени, а в целом, на успешный исход пожара.

Действия по проведению пенной атаки:

- сосредоточение необходимого рассчитанного количества SiC , подающих ВМП;
- сборка схемы подачи ВМП, проверка ее работоспособности на воде;
- организация технического обеспечения подачи ВМП;
- закрепление должностных лиц за контролем над организацией технического обеспечения подачи ВМП;
- объявление сигналов начала и конца подачи ВМП, определить сигналы отхода личного состава (на пожарах рассматриваемой категории объектов возможны выброс и вскипание, взрыв).

Свою эффективность ствол-монитор показал при проведении тренировочных пожарно-тактических учений по тушению условного пожара

на железнодорожной станции «Азотная» цех №17 ЗАО Корпорация «ТОЛЬЯТТИАЗОТ». По тактическому замыслу произошла разгерметизация дыхательной арматуры железнодорожной цистерны с метанолом, от проходящего тепловоза произошло возгорание метанола, а также под воздействием температуры частичное разрушение цистерны с разливом метанола.

После организации бесперебойной подачи воды от существующего наружного противопожарного водоснабжения и сосредоточения требуемого количества пенообразователя условное возгорание метанола было ликвидировано одним стволом с расстояния 50 метров на площади 400 м².

Проведение боевых действий по тушению пожаров в резервуарных парках хранения нефти и нефтепродуктов представляют собой наибольшую опасность для личного состава подразделений пожарной охраны. Это обусловлено тем, что зачастую охлаждение горящего и соседних резервуаров осуществляется лафетными и водяными стволами, которые устанавливаются на границе обвалований. Пенная атака проводится стационарными пенными генераторами либо генераторами, установленными на коленчатых подъемниках пожарных подразделений, при этом дополнительно подаются стволы на их охлаждение, тем самым увеличивается количество личного состава, находящегося в опасной зоне. Одним из способов уменьшения количества личного состава в опасной зоне и сохранением требуемой интенсивности огнетушащих веществ для тушения и охлаждения резервуаров является использование пожарных лафетных стволов типа «Минотор».

В целях предотвращения распространения пожара в резервуарном парке «Миноторы» применяются для охлаждения компактными струями воды рядом стоящих резервуаров с горящим.

Список используемых источников

1. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках от 01.01.2000 [Электронный ресурс] : <http://docs.cntd.ru/document/1200006701> (дата обращения: 15.05.2020).
2. РФ. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. Общая часть : утв. Приказом МЧС России № 837 от 26.12.2013 г. // Консультант плюс: справочно-правовая система. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-26.12.2013-N-837/> (дата обращения: 20.05.2020).
3. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69 (ред. от 30.10.2018). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-69-FZ/> (дата обращения: 20.05.2020).
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 29.07.2017). - URL: <http://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 15.05.2020).
5. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 29.11.2018) «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rulaws.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-30.12.2003-N-794/> (дата обращения: 20.05.2020).
6. Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 (ред. от 07.05.2011, с изм. от 17.05.2011) «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rulaws.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-21.05.2007-N-304/> (дата обращения: 20.05.2020).

7. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 (ред. от 06.04.2016, с изм. от 17.10.2016) «О противопожарном режиме» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2020).

8. Приказ Минтруда России от 23.12.2014 № 1100н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы». – URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-Mintruda-Rossii-ot-23.12.2014-N-1100n/> (дата обращения: 20.05.2020).

9. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 29.07.2017). - URL: <http://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 15.05.2020).

10. Боевой устав подразделений пожарной охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения АСР [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 (ред. от 20.02.2018). - URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 20.05.2020).

11. Мальцев А.А., Кочегаров А. В. Пожары на нефтеперерабатывающих заводах и анализ их последствий// Вестник ВИ ГПС МЧС России. 2017. № 4(25). С. 128-130.

12. Об утверждении порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны для тушения пожара, гарнизонов пожарной охраны и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 05.05.2008 № 240 (ред. от 29.07.2014). - URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-05.05.2008-N-240/> (дата обращения: 25.05.2020).

13. Решетов А.П., Ключ В.В., Бондарь А.А., Косенко Д.В. Планирование и организация тушения пожаров. Пожарная тактика: Учебник. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС РФ, 2015. – 396 с.

14. Об утверждении правил 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 [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 09.01.2013 № 3. - URL <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-09.01.2013-N-3/> (дата обращения: 20.05.2020).

15. Об утверждении свода правил «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 26.12.2013 № 837 (ред. от 09.03.2017). - URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-26.12.2013-N-837/> (дата обращения: 20.05.2020).

16. Козлитин А.М., Яковлев Б.Н. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка. Детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы: Учебное пособие/Под ред. А.И. Попова// - Саратов: Сарат. гос.ун-т, 2000. - 124 с.

17. Энциклопедия безопасности «Против пожара» [Электронный ресурс]. - URL: <http://protivpozhara.ru/tipologija/teorija/pozhary-i-vzryvy-na-vzryvopozharoopasnykhobektax> (дата обращения: 20.05.2020).

18. Пат. 147941 Российская Федерация, МПК А62С 35/00 (2006.01). Комплексная установка тушения пожаров нефти в вертикальных стальных резервуарах и их обвалованиях с использованием стационарных пеноподъёмников/ Матвеев Юрий Алексеевич (RU), Кузнецов Владимир Алексеевич (RU), Тарасов Олег Владимирович (RU), Вахрушева Ираида Николаевна (RU), Кормакова Мария Михайловна (RU); заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновский государственный университет» (RU). – № 2014127995/12 ; заявл. 08.07.14 ; опубл. 20.11.14, Бюл. № 32 (II ч.). – 5 с. [Электронный ресурс]. - URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=38cf1266cf511a3847d24dbeb022e1ac> (дата обращения: 20.05.2020).

19. Пат. 2689450 Российская Федерация, МПК А62С 3/06 (2006.01). Способ пенной атаки при тушении пожаров в резервуарном парке/ Ревель-Муроз Павел Александрович (RU), Зайцев Андрей Кириллович (RU), Морозов Сергей Николаевич (RU), Фридлянд Яков Михайлович (RU), Федоров Андрей Владимирович (RU), Ищенко Андрей Дмитриевич (RU), Калачинский Дмитрий Викторович (RU); заявитель и патентообладатель Публичное акционерное общество "Транснефть" (ПАО "Транснефть") (RU), Акционерное общество "Транснефть - Урал" (АО "Транснефть - Урал") (RU), Общество с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательский институт трубопроводного транспорта" (ООО "НИИ Транснефть") (RU) – № 2018112289 ; заявл. 05.04.18 ; опубл. 28.05.19, Бюл. № 16 (II ч.). – 5 с. [Электронный ресурс]. - URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?index=2> (дата обращения: 20.05.2020).

20. Пат. 2 579 730 Российская Федерация, МПК А62С 3/06 (2006.01). Способ тушения пожара нефти и нефтепродуктов в резервуарах с понтоном или плавающей крышей, подачей пены в основание резервуара/ Корольченко Дмитрий Александрович (RU), Шароварников Александр Федорович (RU), Дегаев Евгений Николаевич (RU); заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВПО «МГСУ») (RU) – № 2015101161/12 ; заявл. 16.01.15 ; опубл. 10.04.16, Бюл. № 10 (II ч.). – 5 с. [Электронный ресурс]. - URL:

<https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=7c34f13aa81d5d38a1abbeb67340e0ab> (дата обращения: 20.05.2020).

21. Пат. 2 716 297 Российская Федерация, МПК А62С 2/00 (2006.01). Способ тушения пожара в наземных резервуарах/ Иванщиков Юрий Васильевич (RU), Макушев Андрей Евгеньевич (RU), Доброхотов Юрий Николаевич (RU), Пушкаренко Николай Николаевич (RU); заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия" (RU) – № 2019119951; заявл. 25.06.19 ; опубл. 11.03.20, Бюл. № 8 (II ч.). – 5 с. [Электронный ресурс]. - URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=d855ff511a62d370f616490686ef6c87> (дата обращения: 20.05.2020).

22. Примеры и задачи по курсу «Физико-химические основы развития и тушения пожара». Бобков С.А., Бабурин А.В., Комраков П.В. Учебное пособие. –М.: Академия ГПС МЧС России, 2010.

23. 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. Семенов А.О., Тараканов Д.В., Баканов М.О., Гринченко Б.Б., Захаров Д.Ю. -Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017.

24. Пожарная тактика. Задачник. Артемьев Н.С., Подгрушный А.В., Сверчков Ю.М., Григорьев А.Н. под редакцией Верзилина М.М. -М.: АГПС МЧС России, 2008.

25. Сборник задач по основам тактики тушения пожаров. Учебное пособие. Наумов А.В., Самохвалов Ю.П., Семенов А.О. под общей редакцией Верзилина М.М. – Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2008.

26. Об утверждении положения о пожарно-спасательных гарнизонах (зарегистрировано в Минюсте России 09.02.2018 n 49998) [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 25.10.2017 № 467 (ред. от 20.02.2018). - URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-25.10.2017-N-467/> (дата обращения: 20.05.2020).

27. Об утверждении устава подразделений пожарной охраны [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 20.10.2017 № 452 (ред. от 22.03.2018). - URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-20.10.2017-N-452/> (дата обращения: 20.05.2020).

28. Об утверждении порядка подготовки личного состава пожарной охраны [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 26.10.2017 № 472 (ред. от 20.02.2018). - URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-26.10.2017-N-472/> (дата обращения: 20.05.2020).

29. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. ВНИИПО, 2000 г.

30. Рекомендации по организации и ведению боевых действий подразделениями ГПС при тушении пожаров на объектах с наличием АХОВ. ВНИИПО, 2003 г.

31. В.В. Терещнев, А.В. Подгрушный. Пожарная тактика. -М, «СПЕЦТЕХНИКА НПО», 2007. - 196 с.

32. В.В. Терещнев, Н.С. Артемьев, А.В. Подгрушный Промышленные здания и сооружения. Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга № 2. - М.: Пожнаука 2006. - 412 с.

33. В.В. Терещнев, Д.В. Тараканов, В.А. Грачев, В.И. Слуев, А.В. Терещнев. Оперативно-тактические задачи. Часть II. (Методика, примеры, задания) - Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2010. -368 с.

34. ISO 25964-1:2011. Information and documentation – Thesauri and interoperability with other vocabularies – Part 1: Thesauri for information retrieval.

– URL: http://wvrtv.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=53657
(дата обращения: 20.06.2020).

35. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. [Электронный ресурс] — URL: http://government.rul'medialTiles/41_d4_6737638891_da2184/pdf (дата обращения: 15.06.2020).

36. Ефимова Т. Н., Кусакин А. В. Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл // Проблемы региональной экологии. 2007. № 1. С. 80–86.

37. Пожарная тактика. Задачник. Артемьев Н.С., Подгрушный А.В., Сверчков Ю.М., Григорьев А.Н. под редакцией Верзилина М.М. -М.: АГПС МЧС России, 2008.

38. Сборник задач по основам тактики тушения пожаров. Учебное пособие. Наумов А.В., Самохвалов Ю.П., Семенов А.О. под общей редакцией Верзилина М.М. – Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2008.

39. Об утверждении положения о пожарно-спасательных гарнизонах (зарегистрировано в Минюсте России 09.02.2018 n 49998) [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 25.10.2017 № 467 (ред. от 20.02.2018). - URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-25.10.2017-N-467/> (дата обращения: 20.05.2020).

40. Пожарная тактика. Задачник. Артемьев Н.С., Подгрушный А.В., Сверчков Ю.М., Григорьев А.Н. под редакцией Верзилина М.М. -М.: АГПС МЧС России, 2008.

41. EN 1991-1-2:2002. Eurocode 1. Actions on structures. Part 1-2: General actions. Actions on structures exposed to fire. – 59 p. ISBN – 0 580 40831 (EN 1991-1-2:2002. «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-2: Общие воздействия. Воздействия на подвергающиеся пожару конструкции». – 59 с. ISBN – 0 580 40831).

42. LPR-11:1999. Fire spread in multi-storey buildings with glazed curtain wall facades. – 56 p. ISBN – 0 902167 59-6 (LPR-11:1999. «Распространение огня в многоэтажных зданиях с остекленными навесными фасадами». – 56 с. ISBN – 0 902167 59-6).

43. Evans D. and Klote J. Smoke control provisions of the 2003 IBC, 2005 – 122 p. ISBN – 1580011934 (Эванс Д., Клоут Дж. «Требования к противодымной защите в Международных строительных нормах 2003 года», 2005 – 122 p. ISBN – 1580011934).

44. Arthur E. Cote, P.E. Fire protection handbook. Nineteenth edition. Volume I, 2003. ISBN – 0-87765-474-3. (Артур И. Коут, П.И. Руководство по противопожарной защите. Девятнадцатое издание. Том I. 2003 год. ISBN – 0-87765-474-3).

44. Hull T.R., Carman J.M., Purser D.A. Prediction of CO evolution from small-scale polymer fires // Polym. Int. –2000. –Vol. 49, N 10. –P. 1259 -1265.