

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

**МАШИНОСТРОЕНИЯ**

(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

**20.04.01 Техносферная безопасность**

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**Управление пожарной безопасностью**

(направленность (профиль))

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

на тему Система управления и технические средства пожарной безопасности  
научно – технических центров исследования аэроклиматических характеристик  
наземных транспортных средств

Студент(ка)

Т.С. Бельская

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

Научный  
руководитель  
Нормоконтроль

М.И. Фесина

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

С.В. Грачева

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

Руководитель программы

к.т.н., профессор М.И. Фесина

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

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

«26» мая 2016г.

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой

д.п.н., профессор Л.Н.Горина

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

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

«26» мая 2016г.

Тольятти 2016

## РЕФЕРАТ

Отчет 97 с., 3 ч., 7 рис., 4 табл., 45 источников.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ПАРК, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ, АЭРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН, ГАЗОВОЕ ПОЖАРОТУШЕНИЕ, ХЛАДОН, АЭРОЗОЛЕОБРАЗУЮЩИЕ ОГNETУШАЩИЕ СОСТАВЫ, УСТАНОВКА АЭРОЗОЛЬНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ, МОТОРНЫЙ БОКС, ГАЗООПАСНОСТЬ.

Объектом исследования в данной магистерской диссертации является научно – технический центр исследования аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств (НТЦ ИЭКХ НТС), рассматриваемый на примере аэроклиматического комплекса НТЦ дирекции по техническому развитию ОАО «АВТОВАЗ».

Целью работы является разработка усовершенствованных организационно – технических приемов функционирования систем управления и технических средств пожарной безопасности с повышением пожарной безопасности проведения научно – исследовательских (НИР) и опытно – конструкторских (ОКР) работ НТЦ ИАЭКХ НТС.

Информационной научно – технической теоретической и методологической базой для проведения диссертационных исследований являются нормативная документация для проектирования современных систем противопожарной защиты производственных помещений и технологического оборудования, опубликованные научных труды семинаров и конференций, научные монографии и публикации в периодических научно – технических изданиях, технические описания патентов на изобретения, содержащиеся в электронных библиотеках Федеральной службы по интеллектуальной собственности (ФСИС), изложенные на сервере Федерального института промышленной собственности (ФИПС) по адресу <http://www1/fips.ru> и/или на

сервере Европейского патентного ведомства [esp@cenet](mailto:esp@cenet) по адресу <http://ru.espacenet.com/>, относящиеся к способам и техническим устройствам аэрозолеобразующих составов, приспособлений для безопасного налива и слива топлива в резервуары для его хранения, веществ антипиренов.

В результате выполненной работы предложены организационно – технические мероприятия, включающие:

- Замену используемой базовой автоматической установки газового пожаротушения на более безопасную и эффективную автоматическую установку аэрозольного пожаротушения.
- Использование закрытой технологии при проведении технологических процедур слива и налива топлива с бензовоза с системой возврата паров из емкости резервуара для хранения топлива в емкость бензовоза (для снижения рисков возникновения абсорбации - процесса поглощения паров бензина дизельным топливом).
- Для борьбы с генерируемым статическим электричеством, возникающим в объемных резервуарах, используемых для транспортировки и хранения топлива, а также в топливных магистралях, трубопроводах, регулировочной аппаратуре и запорной арматуре, входящих в состав технологического оборудования моторных боксов барокамеры при исследованиях технических характеристик двигателей внутреннего сгорания (ДВС), необходимо помимо заземления используемого оборудования, избежать факторов возникновения взрывов. Для этого необходимо использовать техническое решение, связанной с возвратом паров из донорской ёмкости (куда поступает топливо – объемный резервуар для его хранения) в акцепторную ёмкость (откуда бензин сливается – бензовоз), то есть газозоврат или рециркуляция паров топлива через специальный трубопровод.
- Для недопущения возникновения пожароопасных ситуаций в процессе технологической операции мойки объемных резервуаров для хранения топлива, необходимо исключить процедуры ручной очистки

резервуаров для хранения топлива для его последующего использования в качестве рабочего тела при проведении бароклиматических испытаний ДВС. Автоматизированные комплексы очистки резервуаров контролируют границы взрываемости (взрывоопасное содержание паров топлива), производят отбор и анализ проб воздуха из резервуара для хранения топлива в процессе мойки на содержание в нем углеводов. Помимо этого, решается ряд других негативных проблем, связанных с отравлениями рабочего персонала парами углеводов, возникновением экологических катастроф, причинами которых является человеческий фактор.

- Для недопущения возникновения пожароопасных ситуаций при проведении модельных испытаний прототипов наземных колесных транспортных средств (НКТС) в модельной аэродинамической трубе необходимо деревянные модели обрабатывать огнезащитной пропиткой антипиренами для перевода древесной структуры в трудновоспламеняемый и трудногорючий материал.

- Выявлена необходимость в установке сигнализаторов газоопасности как в рабочих зонах бароклиматических камер, используемых для испытаний полномасштабных НКТС в сборе, так и в барокамерах моторных боксов, используемых для исследования технических характеристик ДВС, а также в рабочих зонах полномасштабных аэродинамических и аэроклиматических труб НТЦ ИАЭКХ НТС. Они являются предупредительной сигнализацией для опасных газов бензина (система отвода выхлопных газов) и трихлорэтилена (используемого в системе охлаждения комплекса).

Достоверность результатов диссертационных исследований базируется на соответствии предлагаемых усовершенствований противопожарной защиты НТЦ ИАЭКХ НТС действующим нормативным требованиям отечественных стандартов.

Апробация результатов выполненной работы осуществлялась при рассмотрении и анализе предложений диссертационного исследования на научно – технических семинарах кафедры «Управление промышленной и

экологической безопасностью» Тольяттинского государственного университета в 2015 и 2016 годах.

Предложенные ОТМ, направленные на повышение пожарной безопасности рабочих технологических процессов исследований аэроклиматических характеристик НКТС, рассмотрены и одобрены техническим советом инженерной службы дирекции по инжинирингу научно – технического центра ОАО «АВТОВАЗ» в качестве исходной базы технического задания на разработку.

Выполненная научно – техническая разработка может быть также рекомендована к рассмотрению по её внедрению в аналогичного типа научно – исследовательских организациях, занимающихся разработкой и исследованиями колесных транспортных средств (научно – исследовательским автотехническим институтом НАМИ г.Москва, центральным автополигоном НАМИ г.Видное, Московская область), а также на ведущих отечественных автомобильных предприятиях ОАО «КАМАЗ», ОАО «АВТОВАЗ», ОАО «УАЗ».

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	9
1. Теоретические основы: научно – технические центры исследования аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств, автоматические установки пожаротушения.....	9
1.1 Научно – технические центры исследования аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств.....	9
1.1.1 Стенд определения площади поперечного сечения НКТС .....	14
1.1.2 Аэродинамическая труба.....	14
1.1.3 Модельная аэродинамическая труба.....	15
1.1.4 Аэроклиматическая труба.....	16
1.1.5 Бароклиматическая камера для исследований технических характеристик НКТС.....	17
1.1.6 Барокамера моторных боксов, используемая для исследований технических характеристик ДВС.....	18
1.2 Система управления и технические средства пожарной безопасности НТЦ ИАКХ НТС.....	18
1.2.1 Система управления пожарной безопасностью НТЦ ИАКХ НТС .....	18
1.2.2 Технические средства обеспечения пожарной безопасности НТЦ ИАКХ НТС.....	19
1.2.2.1 Автоматические установки пожаротушения.....	20
1.2.2.2 Автоматические установки водяного пожаротушения.....	21
1.2.2.3 Установки пожаротушения тонкораспыленной водой.....	22
1.2.2.4 Автоматические установки пенного пожаротушения.....	22
1.2.2.5 Автоматические установки газового пожаротушения.....	23
1.2.2.6 Автоматические установки порошкового пожаротушения.....	25
1.2.2.7 Автоматические установки аэрозольного пожаротушения .....	25

2. Исследование процесса обеспечения пожарной безопасности в научно – технических центрах исследования аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств.....	27
2.1 Общая характеристика рассматриваемого НТЦ ИАКХ НТС .....	27
2.2 Анализ используемой автоматической системы управления пожарной безопасности.....	29
2.3 Анализ системы слива/налива и мойки резервуаров для хранения топлива, используемого в качестве рабочего тела при бароклиматических испытаниях ДВС.....	40
2.4 Анализ состояния пожарной безопасности при проведении модельных испытаний прототипов НКТС .....	65
2.5 Анализ использования технического трихлорэтилена в качестве хладагента в работе системы охлаждения НТЦ ИАКХ НТС.....	67
3 Апробация мероприятий по повышению пожарной безопасности в работе научно – технических центров исследования аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств .....	69
3.1 Мероприятия по повышению пожарной безопасности с помощью модернизации автоматической установки пожаротушения .....	69
3.2 Мероприятия по повышению пожарной безопасности работы моторных боксов барокамеры для исследований технических характеристик ДВС, связанные со сливом, наливом и мойкой объемных резервуаров для хранения топлива .....	77
3.3 Организационно – технические приемы предотвращения пожароопасных ситуаций, возникающих при испытаниях НКТС и модельных испытаниях прототипов НКТС .....	87
Заключение .....	90
Список использованных источников .....	93

## СОКРАЩЕНИЯ

В данной магистерской работе использованы следующие сокращения:

НКТС – наземные колесные транспортные средства;

ТС – транспортные средства;

НТЦ ИАКХ НТС – научно – технический центр исследования аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств;

ОКР – опытно – конструкторская работа;

НИР – научно – исследовательская работа;

ОТМ – организационно – технические мероприятия;

ОТП – организационно – технические приемы;

ДВС – двигатель внутреннего сгорания;

АУГП – автоматическая установка газового пожаротушения;

ГОС – газовый огнетушащий состав;

ГОТВ – газовое огнетушащее вещество;

АОС – аэрозолеобразующие огнетушащие составы;

АУАП – автоматические установки аэрозольного пожаротушения;

ГОА – генератор огнетушащего аэрозоля;

ОРП – озоноразрушающий потенциал;

ЛУФ – легкие углеводородные фракции;

ПВС – паровоздушная смесь;

НКП – нижний концентрационный предел;

ВКП – верхний концентрационный предел;

ПТЭ – правила технической эксплуатации энергоустановок;

ПТБ – правила техники безопасности.

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный парк страны, представленный наземными колесными транспортными средствами (НКТС), интенсивно увеличивается. При этом повышаются требования к безопасным и экологическим характеристикам НКТС. Вследствие чего необходимо подтверждать качество выпускаемых транспортных средств (ТС) в отношении их безопасных и экологических характеристик, заниматься их конструктивно – технологической доводкой, разрабатывать и испытывать новые, модернизированные и производимые модели НКТС.

Для решения этих сложных комплексных задач используются научно – технические центры исследования аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств (НТЦ ИАКХ НТС). С их помощью совершенствуются, в конечном итоге, безопасные и экологические характеристики НКТС, ответственные за активную безопасность (устойчивость, управляемость, обзорность), экологические характеристики (расход топлива, токсичность, выбросы CO<sub>2</sub>, акустические излучения, климатический комфорт), в том числе и на соответствие действующим и перспективным национальным и международным стандартам в области безопасности и экологии. Широкий спектр опытно – конструкторских (ОКР) и научно – исследовательских работ (НИР) производится в аэроклиматических комплексах. Они включают также определение теплотехнических, климатических показателей НКТС, их аэродинамических характеристик, топливо – скоростных показателей, компонентов комплекса испытаний электроники и электрооборудования, светотехнических изделий и различных конструкционных материалов.

Актуальность темы диссертации заключается в необходимости обеспечения пожарной безопасности эксплуатации НТЦ ИАЭЖХ НТС, в разработке эффективных организационно – технических мероприятий (ОТМ), направляемых на повышение пожарной безопасности реализаций

технологических процессов исследований исследуемых технических объектов, выполняемых с применением сложного наукоёмкого дорогостоящего технологического оборудования, которым оснащены указанные НТЦ ИАЭКХ НТС.

Объектом исследования в данной магистерской диссертации является НТЦ ИАЭКХ НТС, рассматриваемый на примере аэроклиматического комплекса НТЦ дирекции по техническому развитию ОАО «АВТОВАЗ».

Целью работы является разработка усовершенствованных организационно – технических приемов функционирования систем управления и технических средств пожарной безопасности с повышением пожарной безопасности проведения НИР и ОКР в НТЦ ИАЭКХ НТС.

Задачи диссертационного исследования:

1) разработка усовершенствованных организационно – технических приемов (ОТП), направленных на повышение пожарной безопасности НТЦ ИАЭКХ НТС, включающих модернизацию её базовой автоматической установки пожаротушения;

2) разработка организационно – технических мероприятий (ОТМ), направленных на повышение пожарной безопасности при производстве технологических процессов слива и налива топлива в ёмкостной заправочный резервуар, для его последующего использования в качестве рабочего тела, при проведении бароклиматических испытаний двигателей внутреннего сгорания (ДВС), включая технологические операции мойки ёмкостных заправочных резервуаров, используемых для хранения топлива;

3) разработка ОТП предотвращения пожароопасных ситуаций, возникающих при испытаниях транспортных средств в полномасштабных аэроклиматических трубах и при исследованиях модельных прототипов НТЦ в модельных аэродинамических трубах.

Информационной научно – технической теоретической и методологической базой для проведения диссертационных исследований являются нормативная документация для проектирования современных

систем противопожарной защиты производственных помещений и технологического оборудования, опубликованные научных труды семинаров и конференций, научные монографии и публикации в периодических научно – технических изданиях, технические описания патентов на изобретения, содержащиеся в электронных библиотеках Федеральной службы по интеллектуальной собственности (ФСИС), изложенные на сервере Федерального института промышленной собственности (ФИПС) по адресу <http://www1/fips.ru> и/или на сервере Европейского патентного ведомства [esp@cenet](mailto:esp@cenet) по адресу <http://ru.espacenet.com/>, относящиеся к способам и техническим устройствам аэрозолеобразующих составов, приспособлений для безопасного налива и слива топлива в резервуары для его хранения, веществ антипиренов.

- Научная новизна исследования заключается в разработке ОТМ, реализация которых обеспечивает системное решение задачи повышения пожарной безопасности функционирующих НТЦ ИАЭКХ НТС при осуществлении в них исследовательских, доводочных и контрольных испытаний натуральных полномасштабных и модельных образцов НКТС.

- Предложена альтернативная замена используемой типичной базовой автоматической установки газового пожаротушения помещений корпуса здания НТЦ ИАЭКХ НТС, в качестве огнетушащего вещества использующего газ (углекислый газ), на более безопасную и эффективную автоматическую установку аэрозольного пожаротушения, использующую в качестве огнетушащего вещества твердотопливную композицию горючего ( $K_2CO_3$ ,  $KHCO_3$ ,  $KOH$ ,  $KCl$ ,  $K_2O$ ) и окислитель ( $CO_2$ ).

- Разработаны ОТМ по повышению пожарной безопасности технологических процедур слива и налива топлива в объемные резервуары, для его последующего использования в качестве рабочего тела, при проведении бароклиматических испытаний ДВС в помещении моторных боксов барокамеры, при проведении исследований технических (эксплуатационных, экологических) характеристик ДВС.

- Выявлена и обоснована необходимость в дополнительной огнезащитной обработке поверхностей структур деревянных моделей НКТС, испытываемых в малой модельной аэродинамической трубе.
- Предложены мероприятия для повышения пожарной безопасности при проведении испытаний НКТС в НТЦ ИАЭХ НТС, позволяющие исключить ложные срабатывания датчиков дыма (паров бензина) и оперативно предупреждающих об утечках трихлорэтилена, используемого в качестве хладагента в системе охлаждения аэроклиматической и аэродинамической труб.

# 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ: НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

1.1 Научно – технические центры исследования аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств

НТЦ ИЭКХ НТС представляют собой здание (сооружение) или комплекс зданий (сооружений), содержащих оборудование для проведения аэродинамических, тепло – технических, барометрических, климатических испытаний, испытаний по определению топливно – скоростных показателей НКТС для подтверждения соответствия национальным и международным стандартам в области автомобилестроения.

В данной магистерской работе под термином «транспортное средство» следует понимать – устройства для перевозки людей, грузов или оборудования, приводимое в движение двигателем (дизельным, бензиновым, газовым, гибридным или электродвигателем) с максимальной допустимой скоростью 300 км/ч и со снаряженной массой не более 20 тонн.

Типовой НТЦ ИЭКХ НТС может быть оснащен как в полном объеме, так и частично оборудованием. Таким как аэродинамическая труба, модельная аэродинамическая труба, стенд определения площади поперечного сечения автомобиля, стенд испытаний систем охлаждения и отопления, бароклиматическая камера, аэроклиматическая камера, роликовый динамометрический стенд, комплекс программного обеспечения, позволяющий управлять процессом испытаний с помощью компьютера, а так же сохранять результаты испытаний в электронном виде.

В данной магистерской диссертации предлагается рассмотреть типовой НТЦ ИЭКХ НТС с комплексом оборудования и техническими средствами рассмотренными далее.

### 1.1.1 Стенд определения площади поперечного сечения НКТС

Перед проведением аэродинамических, аэроклиматических, топливно – скоростных испытаний, необходимо произвести процедуру по определению площади поперечного сечения испытуемого НКТС.

Рассматриваемый стенд для измерения площади поперечного сечения рассчитан на исследуемые объекты с высотой и шириной не более 2,5х2,5 м. На стенде можно проводить измерение НКТС и модельных прототипов НКТС с площадью поперечного сечения до 6 м<sup>2</sup>. Время измерения - не больше 30 мин., а точность стенда - 0,2%.

Луч гелий – неоновый (HeNe) лазера диаметром 250 мм создает практически абсолютно параллельный пучок. Лучом производится сканирование по периметру объекта. Данные, полученные камерами, находящимися за объектом, обрабатываются на компьютере, и вычисляется площадь поперечного сечения автомобиля. Далее можно приступить к необходимым испытаниям.

### 1.1.2 Аэродинамическая труба

Аэродинамическая труба – это техническое устройство, предназначенное для моделирования воздействия среды на движущиеся в ней тела. Применение труб в аэродинамике базируется на принципе обратимости движений и теории подобия физических явлений.

Аэродинамическая труба – это труба замкнутого (Геттингенского) типа с одним обратным каналом и рабочей частью, выполненной с перфорированными стенами и потолком. Труба позволяет производить испытания НКТС и моделей НКТС с площадью поперечного сечения до 6 м<sup>2</sup> (практически любые легковые, спортивные автомобили, некоторые микроавтобусы в натуральную величину и макеты больших автобусов и грузовиков в масштабе 1:2, 1:2,5).

Кроме того (при необходимости), можно испытывать и другие объекты: макеты зданий, спортивный инвентарь, разнообразную аэродинамическую амуницию. В результате можно не только произвести необходимые замеры сил и моментов, действующих на исследуемое тело (технический объект), но и выработать определенные рекомендации по оптимизации формообразующих аэродинамических поверхностей исследуемого тела (технического объекта).

### 1.1.3 Модельная аэродинамическая труба

Модельная аэродинамическая труба является подобием большой аэродинамической трубы, но в ней производятся испытания малогабаритных (масштабированных) макетов НКТС на стадии их разработки. Размеры макетов составляют в масштабе 1:4 или 1:5 для автомобилей и микроавтобусов, в масштабе 1:10 для грузовых автомобилей и автобусов.

В модельной аэродинамической трубе так же, как и в большой трубе, идет измерение аэродинамических нагрузок, действующих на НКТС, при помощи аэродинамических весов. Специальными методами измеряются параметры воздушного потока на поверхности объекта и в потоке вокруг него. Идет визуализация процесса обтекания объекта поверхностными и объемными методами.

Модельная аэродинамическая труба необходима, поскольку изготовление прототипов автомобилей в натуральную величину очень трудоёмкий, экономически затратный процесс, на стадии разработки формы будущего НКТС выгоднее изготовить деревянные модели НКТС и произвести аэродинамические испытания в модельной аэродинамической трубе.

Результаты испытаний дают оценку аэродинамических сил и моментов, действующих на макет, производится оптимизация базовых форм моделей НКТС на ранней стадии проектирования.

В модельной трубе сначала проверяются принципиальные, общие закономерности, а в большой производится детальная проработка.

#### 1.1.4 Аэроклиматическая труба

Аэроклиматическая труба работает по принципу аэродинамической трубы, но позволяет также производить испытания климатического характера, а также топливно – скоростные испытания, поскольку в составе аэроклиматической трубы имеется роликовый динамометрический стенд.

Аэродинамические трубы и аэроклиматические трубы в соответствии с рисунком 1 состоят из одного или нескольких вентиляторов, расположенных в полости трубы, которые нагнетают воздух в испытательную рабочую (измерительную) зону, где находится модель исследуемого тела, тем самым создаётся эффект движения тела в воздухе с большой скоростью (принцип обращения движения).

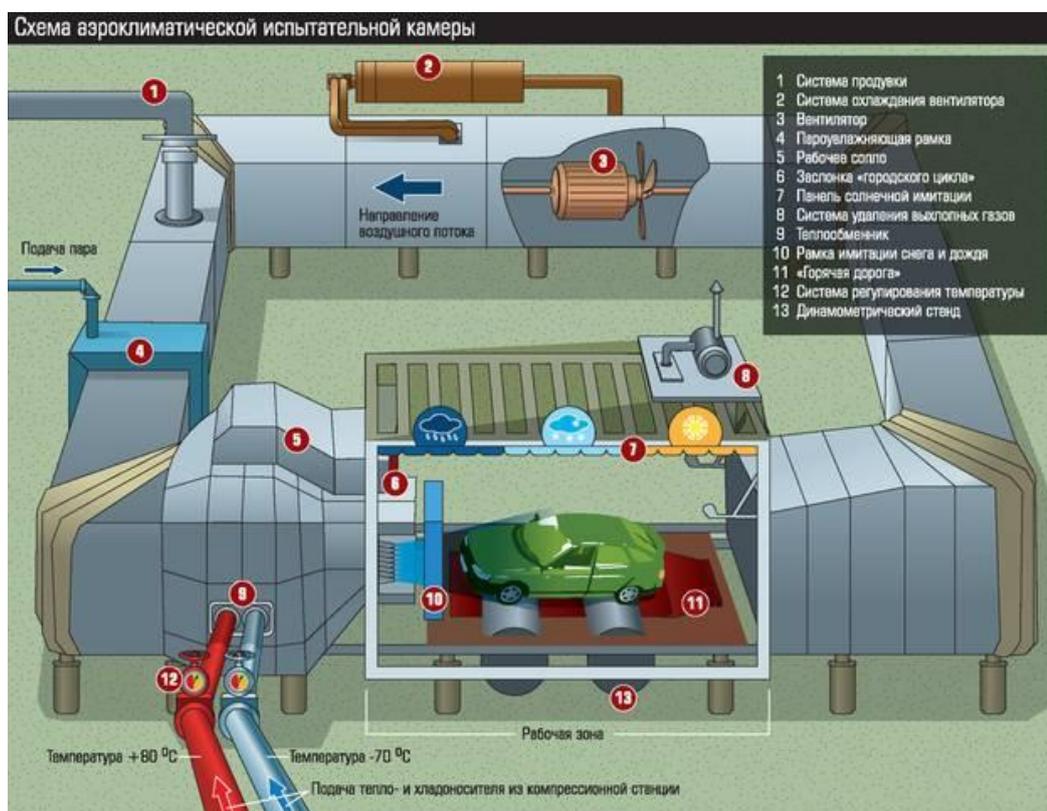


Рисунок 1 - Схема аэроклиматической испытательной камеры

### 1.1.5 Бароклиматическая камера для исследований технических характеристик НКТС

Бароклиматическая камера для исследований технических характеристик НКТС предназначена для оценки комплекса законодательных и коммерчески актуальных потребительских свойств НКТС в целом при воздействии климатических факторов для переднеприводных, заднеприводных и полноприводных НКТС со снаряженной массой до 10 тонн и с двигателем мощностью до 250 кВт. и максимальной скоростью движения до 300 км/ч.

Испытания в бароклиматической камере для испытаний НКТС и в барокамере для испытания ДВС могут производиться в различных комбинациях климатических условий:

- высотные условия до 2500 метров над уровнем моря;
- температура окружающего воздуха от -40 до +45<sup>0</sup>С;
- влажность окружающего воздуха от 30% до 60%.

В барокамере можно произвести законодательные испытания по токсичности выхлопных газов на соответствие американским и европейским стандартам, сравнительное определение топливно – скоростных показателей, динамики транспортных средств, горячий и холодный пуск двигателя, эффективность системы микроклимата салона, охлаждения двигателя, снижения токсичности, определение потерь в колесах и в трансмиссии, определение теплового баланса двигателя, температуры элементов подкапотного пространства, температуры элементов трансмиссии.

### 1.1.6 Барокамера моторных боксов, используемая для исследований технических характеристик ДВС

Барокамера моторных боксов, используемая для исследований технических характеристик ДВС предназначена для стендовых испытаний ДВС с максимальной мощностью до 250 кВт и максимальной скоростью

вращения коленчатого вала двигателя до 10000 мин<sup>-1</sup>. Технологическое оборудование барокамеры для испытаний ДВС позволяет имитировать работу ДВС на НКТС с заданной массой, ручной, автоматизированной и автоматической трансмиссией при движении НКТС по заданному маршруту с заданным временным графиком.

## 1.2 Система управления и технические средства пожарной безопасности НТЦ ИАКХ НТС

### 1.2.1 Система управления пожарной безопасностью НТЦ ИАКХ НТС

Для обеспечения пожарной безопасности НТЦ ИАКХ НТС должна быть создана система управления пожарной безопасности, обеспечивающая эффективность мероприятий, направленных на обнаружение, предотвращение и ограничение распространения пожара.

Система управления пожарной безопасностью организации – это входящая в систему управления организацией функциональная подсистема, включающая руководителей, органы управления, организующие работу по выполнению требований пожарной безопасности структурными подразделениями, службами, должностными лицами, специалистами, работниками и физическими лицами.

Для любого НТЦ ИАКХ НТС должны быть разработаны требования пожарной безопасности, включающие требования к безопасности людей, требования к производственным, служебным, вспомогательным и другим помещениям, требования к содержанию, эксплуатации отопления, вентиляции, оборудования, хранению материалов, обеспечение электробезопасности, требования к содержанию испытываемых транспортных средств, действия администрации и пожарной охраны при ликвидации пожаров.

Согласно «НПБ 110-03. Нормы пожарной безопасности. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите

автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией» НТЦ ИАКХ НТС подлежат их защите.

Количество первичных средств пожаротушения в помещениях зависит от категории этих помещений. Более подробно об этом говорится в «НПБ 105-95. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [21, с. 12]. Согласно этому документу помещения по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д.

Какими и в каком количестве необходимо оснащать помещения первичными средствами пожаротушения, можно ознакомиться в «ППБ-01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации».

В данной магистерской диссертации рассматриваются ОТМ для повышения пожарной безопасности, технические средства обеспечения пожарной безопасности НТЦ ИАКХ НТС.

### 1.2.2 Технические средства обеспечения пожарной безопасности НТЦ ИАКХ НТС

Техническими средствами обеспечения пожарной безопасности НТЦ ИАКХ НТС являются автоматические установки пожаротушения со всем входящим в их состав оборудованием [11, с.93], а так же отдельно противопожарные двери, сирена тревоги, акустический сигнализатор, дымодетекторы, световые табло с предупреждающими сигналами, огнетушители, охранно – пожарная сигнализация, ручной пожарный инструмент, пожарные краны со стволом и рукавом на внутреннем пожарном водопроводе и другое. Рассмотрим автоматические установки пожаротушения.

### 1.2.2.1 Автоматические установки пожаротушения

Установки пожаротушения, как одно из технических средств системы противопожарной защиты, применяются там, где пожар может получить интенсивное развитие на начальной стадии и приведет к большим экономическим потерям.

Автоматическими установками пожаротушения (АУП) называются установки пожаротушения, срабатывающие автоматически — при превышении контролируемым фактором или факторами пожара (температурой, дымом) установленных пороговых значений в защищаемой зоне [13, с.54]. Под установками пожаротушения понимается совокупность стационарных технических средств, осуществляющих тушение пожара путем выпуска огнетушащих веществ. По способу приведения в действие установки пожаротушения подразделяются на ручные (с ручным способом приведения в действие) и автоматические, а по виду огнетушащего вещества — на водяные, пенные, газовые, аэрозольные, порошковые, паровые и комбинированные. Классификацию автоматических установок пожаротушения можно рассмотреть на рисунке 2.



Рисунок 2– Классификация автоматических установок пожаротушения

Модульные установки пожаротушения состоят из одного или нескольких модулей способных самостоятельно выполнять функцию пожаротушения, размещенных в защищаемом помещении или рядом с ним и объединенных единой системой обнаружения пожара и запуска.

### 1.2.2.2 Автоматические установки водяного пожаротушения

Установки водяного пожаротушения находят применение в самых различных отраслях народного хозяйства и используются для защиты объектов, на которых обращаются такие вещества и материалы, как хлопок, древесина, ткани, пластмассы, лен, резина, горючие и сыпучие вещества, ряд огнеопасных жидкостей. Эти установки применяют также для защиты технологического оборудования, кабельных сооружений и объектов культуры [15. с.17].

По конструктивному исполнению установки водяного пожаротушения подразделяются на спринклерные и дренчерные. Конструктивно дренчерная установка водяного пожаротушения отличается от спринклерной установки водяного пожаротушения видом оросителя, типом клапана установленного в узле управления и наличием самостоятельной побудительной системы для дистанционного и местного включений.

Оросители (спринклерные и дренчерные) предназначены для распыления воды и распределения ее по защищаемой площади при тушении пожаров или их локализации, а также для создания водяных завес.

Спринклерные оросители являются автоматически действующими устройствами. Они применяются для разбрызгивания воды над защищаемой поверхностью в спринклерных установках и в качестве побудителя в дренчерных установках пожаротушения [16, 21].

Узел управления – исполнительный орган в установках водяного и пенного пожаротушения, состоящий из контрольно – сигнального клапана, запорной арматуры контрольно – измерительных приборов и системы трубопроводов, обеспечивающей пропуск огнетушащего вещества в питающий трубопровод, формирование и выдачу команд на пуск других устройств, а также сигнала оповещения о пожаре.

Технические характеристики клапанов, применяемых в узлах управления установок должны обеспечивать требуемый расход и иметь

возможность обеспечивать все виды сигнализации в соответствии с требованиями НПБ 88-01.

### 1.2.2.3 Установки пожаротушения тонкораспыленной водой

Одним из способов повышения эффективности пожаротушения водой является использование тонкораспыленной воды. Тонкораспыленной называют воду, полученную в результате дробления водяной струи на капли, со среднеарифметическим диаметром до 100 мкм [15, 25]. Автоматические установки пожаротушения тонкораспыленной водой могут быть как стационарными, так и модульными. В основном они применяются для поверхностного и локального (по поверхности) тушения очагов пожара классов А и В.

В последнее время началось применение установок пожаротушения тонкораспыленной водой диаметр большинства капель которой составляет не менее 100 мкм. Они наиболее эффективны для тушения загораний водонерастворимых нефтепродуктов с температурой кипения ниже 100 °С. Установки применяются для пожаротушения в помещениях по всей расчетной площади, если их негерметичность не превышает 3%. В ряде случаев тонкораспыленная вода (с диаметром капель от 50 до 70 мкм) способна осуществлять пожаротушение объемным способом.

### 1.2.2.4 Автоматические установки пенного пожаротушения

Наибольшее распространение установки пенного пожаротушения получили в таких отраслях промышленности как нефтедобывающая, химическая, нефтехимическая и нефтеперерабатывающая, металлургическая и энергетика. Установки пенного пожаротушения отличаются от водяных устройствами для получения пены (оросители, пеногенераторы), а также наличием в установке пенообразователя и системы его дозирования [15, 32].

Остальные элементы и узлы по устройству аналогичны установкам водяного пожаротушения.

Выбор дозирующего устройства в установках пенного пожаротушения осуществляется в зависимости от конкретных особенностей защищаемого объекта, системы водоснабжения, типа установки (спринклерная или дренчерная). В настоящее время системы дозирования пенообразователя проектируют по двум основным схемам — с заранее приготовленным раствором пенообразователя и с дозированием пенообразователя в поток воды с помощью насоса – дозатора с дозирующей шайбой или с помощью эжектора – смесителя.

Принцип работы пенной автоматической установки пожаротушения с заранее приготовленным раствором пенообразователя заключается в следующем. Электрический импульс от щита управления подается на включение двигателя насоса подачи раствора и узла управления, далее насос забирает раствор из резервуара (задвижка насоса нормально открыта), подает его в напорную линию и далее в распределительную сеть. Для периодического перемешивания раствора служит линия с нормально закрытой задвижкой.

В установках, требующих небольших объемов раствора пенообразователя, правильнее иметь емкость с подготовленным раствором. В установках, требующих больших расходов огнетушащего вещества, более целесообразно хранить концентрированный пенообразователь и воду отдельно и использовать для их смешения дозирующие устройства.

#### 1.2.2.5 Автоматические установки газового пожаротушения

По способу тушения автоматические установки газового пожаротушения (АУГП) делятся на установки объемного и локального пожаротушения. При объемном пожаротушении огнетушащее вещество распределяется равномерно и создается огнетушащая концентрация во всем объеме помещения. Способ локального тушения основан на концентрации

огнетушащего вещества в опасном пространственном участке помещения и применяется для тушения пожаров отдельных агрегатов и оборудования. Установки локального тушения аналогичны устройству установки объемного тушения, но разводка их распределительных трубопроводов выполняется не по всему помещению, а непосредственно над пожароопасным оборудованием.

По способу пуска установки газового пожаротушения делятся на установки с электрическим и пневматическим пуском. По способу хранения газового огнетушащего состава (ГОС) автоматические установки газового пожаротушения разделяются на централизованные и модульные установки.

Централизованными автоматическими установками газового пожаротушения, называются установки содержащие батареи (модули) с ГОС, размещенные в станции пожаротушения и предназначенные для защиты двух и более помещений. Огнетушащее вещество в такой установке может находиться в баллонах и в изотермических емкостях. Применение изотермических емкостей позволяет значительно снизить металлоемкость установок, особенно при защите помещений больших объемов, и уменьшить площади станции пожаротушения.

В установках газового пожаротушения, согласно НПБ 88-2001\*, применяются следующие газовые огнетушащие вещества (ГОТВ):

- двуокись углерода (CO<sub>2</sub>);
- хладон 23 (CF<sub>3</sub>H);
- хладон 125 (C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>H);
- хладон 218 (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>);
- хладон 227 (C<sub>3</sub>F<sub>7</sub>H);
- хладон 318Ц (C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>Ц);
- шестифтористая сера (SF<sub>6</sub>);
- азот (N<sub>2</sub>);
- аргон (Ar);

- инерген: (азот 52% (об.), аргон — 40% (об.), двуокись углерода — 8%(об.)).

Так же разрешены к применению регенерированные газовые огнетушащие составы – хладоны 114B2 (тетрафтордибромэтан —  $C_2F_4Br_2$ ) и 13B1 (трифторбромметан —  $CF_3Br$ ) [15, 45].

#### 1.2.2.6 Автоматические установки порошкового пожаротушения

Порошковое пожаротушение получило самое широкое применение в мировой практике и в настоящий момент 80% огнетушителей являются порошковыми. К достоинствам порошков относится высокая огнетушащая способность, универсальность, способность тушить электрооборудование под напряжением, значительный температурный предел применения, отсутствие токсичности, относительная долговечность по сравнению с другими огнетушащими веществами, простота утилизации. Огнетушащая способность порошков в несколько раз выше, чем таких сильных ингибиторов горения, как хладоны [15, 57]. Установки порошкового пожаротушения применяются для локализации и ликвидации пожаров классов А, В, С и электрооборудования.

#### 1.2.2.7 Автоматические установки аэрозольного пожаротушения

В России в качестве огнетушащих веществ альтернативных хладонам достаточно широкое распространение получила новая разновидность средств объемного пожаротушения — твердотопливные аэрозолеобразующие огнетушащие составы (АОС) и автоматические установки аэрозольного пожаротушения (АУАП) на их основе.

Автоматические установки аэрозольного пожаротушения — это установки пожаротушения, в которых в качестве огнетушащего вещества (ОВ) используется аэрозоль, получаемый при горении аэрозолеобразующих составов [22, 7]. В состав аэрозоля входят инертные газы и

высокодисперсные твердые частицы с величиной дисперсности не более 10 мкм. Основным элементом АУАП являются генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОА) различных модификаций. В их корпусе размещается заряд специального состава, выделяющий при горении аэрозолеобразующий огнетушащий состав, и пусковое устройство, служащее для приведения ГОА в действие.

По способу приведения в действие генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОА) подразделяются на ГОА с автономным действием и электрическим пуском. ГОА с автономным пуском не требуют электроснабжения, так как имеют встроенное термомеханическое или термохимическое устройство воспламенения заряда аэрозолеобразующего состава. ГОА с дистанционным электрическим пуском приводятся в действие с помощью соответствующих сигнально – пусковых устройств или установок пожарной сигнализации. В АУАП применяется только электрический пуск, местный пуск АУАП не допускается.

## 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕНТРАХ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

### 2.1 Общая характеристика рассматриваемого НТЦ ИАКХ НТС

В данной работе предлагается рассмотреть типовой НТЦ ИАКХ НТС с типовой схемой, которого можно ознакомиться на рисунке 3.



Рисунок 3 – Типовая схема НТЦ ИАЭКХ НТС

Предложенная типовая схема НТЦ ИАЭКХ НТС спроектирована на примере аэроклиматического комплекса НТЦ дирекции по техническому развитию ОАО «АВТОВАЗ». Подобные НТЦ ИАЭКХ НТС имеются в Дмитровском полигоне, г.Москва (аэродинамическая труба), на заводе имени И.А. Лихачёва (аэродинамическая труба), на фирме Даймлер Крайслер (аэро – акустическая труба), расположенной в Соединенных Штатах Америки, а также в НТЦ ИАКХ НТС автопроизводителей легковых автомобилей, расположенных в Германии, Канаде, Корее, Соединенных Штатах Америки и Соединенном Королевстве.

Составляющими рассматриваемого типового НТЦ ИАКХ НТС являются: аэродинамическая труба, малая аэродинамическая труба, аэроклиматическая труба, бароклиматическая камера для исследований НКТС, моторные боксы быроклиматической камеры для исследований технических характеристик ДВС, вспомогательные помещения для подготовки к испытаниям НКТС.

АУГП была установлена во всех рассматриваемых НТЦ ИАКХ НТС. Это обусловлено тем, что в период проектирование подобных центров (1970 - 1990 год) АУГП были популярны и сравнительно эффективны. Некоторые НТЦ ИАКХ НТС, аэрокамеры были модернизированы, но речь идет о центрах, расположенных за рубежом. В России самому молодому центру уже более 25 лет, это научно – технический центр ОАО «АВТОВАЗ», на данный момент он остается самым востребованным и работоспособным комплексом в России, но ресурс использования оборудования, производственных мощностей уменьшается с каждым годом. К сожалению, аэродинамическая труба на заводе имени И.А. Лихачёва на данный момент не функционирует, аэродинамическая труба на Дмитровском полигоне требует значительных капитальных вложений на модернизацию, а так же ее мощностей не достаточно для всего комплекса испытаний при проектировании, разработке современного НКТС.

Подобные НТЦ ИАКХ НТС необходимы не только на стадии проектирования нового НКТС, но и для модернизации имеющегося, для валидационных, сертификационных испытаний, испытаний для подтверждения соответствия необходимому требованию, стандарту. Все современные автопроизводители обязаны иметь подобный НТЦ ИАКХ НТС, либо обязаны сотрудничать с автопроизводителями, имеющими подобные центры для проведения необходимых испытаний.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости модернизации имеющихся центров, для их оснащения современными техническими средствами, либо о необходимости

проектирования новых, отвечающих современным стандартам в области качества и безопасности НТЦ ИАКХ НТС. О недостатках существующих технических НТЦ ИАКХ НТС будет изложено ниже на примере, рассматриваемого типового НТЦ ИАКХ НТС.

## 2.2 Анализ используемой автоматической системы управления пожарной безопасности

Система управления пожарной безопасности рассматриваемого типового НТЦ ИАКХ НТС основана на газовом методе пожаротушения.

В процессе написания диссертационной работы была изучена рабочая документация по системе пожарной безопасности аэроклиматического комплекса научно – технического центра ОАО «АВТОВАЗ», была рассмотрена рабочая документация автоматической установки газового пожаротушения, состоящая из 4 томов:

- 1 Том – Технологическая часть;
- 2 Том – Электротехническая часть;
- 3 Том – Спецификация оборудования, изделий и материалов;
- 4 Том – Сметная документация.

Был подробно рассмотрен комплект рабочих чертежей наименованием «Автоматическая установка газового пожаротушения», в который входили: общие данные об применяемой АУГП, чертеж станции пожаротушения, принципиальная схема установки оборудования для пожаротушения, спецификация оборудования, изделий и материалов, типовые узлы крепления трубопроводов установок автоматического пожаротушения, системы автоматические пожаротушения, пожарная и охранно – пожарная сигнализация.

Работа установки автоматического пожаротушения аэроклиматического комплекса научно – технического центра ОАО «АВТОВАЗ» в случае обнаружения пожара начинается с автоматического, дистанционного или местного пуска.

Автоматический пуск установки пожаротушения осуществляется от технических средств обнаружения пожара. При возникновении пожара в защищаемом помещении технические средства обнаружения пожара выдают информацию на технические средства оповещения, которые после приема, обработки и преобразования информации выдают сигнал в виде световой и звуковой сигнализации о пожаре и импульс на технические средства управления.

Технические средства управления подают командный импульс на исполнительные элементы запорных устройств газовых баллонов и обеспечивают их вскрытие.

Огнетушащее средство из оборудования, предназначенного для его хранения, по трубопроводам через насадки поступает в защищаемое помещение.

Дистанционный пуск производится при визуальном обнаружении пожара в защищаемом помещении. Пуск установки осуществляется от кнопок, установленных у входа в помещение. Дальнейшая работа установки аналогична описанной выше.

Местный пуск установки пожаротушения осуществляется путем поворота ручки, установленной на батарее, и применяется для дублирования дистанционного пуска.

Местный пуск осуществляется при условии эвакуации людей из защищаемого помещения.

Для обеспечения качественной эксплуатации и технического обслуживания установки газового пожаротушения, администрацией предприятия назначен следующий персонал:

- 1) лицо, ответственное за эксплуатацию установки;
- 2) оперативный (дежурный) персонал для круглосуточного контроля за техническим состоянием установки;
- 3) обслуживающий персонал для технического обслуживания и ремонта установки.

Техническая документация по эксплуатации и техническому обслуживанию АУГП разрабатывается администрацией предприятия в соответствии с действующими правилами технической эксплуатации электроустановок, паспортами и инструкциями заводов – изготовителей оборудования.

В целях обеспечения безопасности лиц, работающих в помещениях, проектом предусмотрена задержка пуска огнетушащего вещества в защищаемое помещение на 30 секунд после подачи сигнала об эвакуации.

В НТЦ ИАКХ НТС необходимость использования системы газового пожаротушения обуславливается невозможностью применения воды, поскольку она может вызвать короткое замыкание или иное повреждение оборудования в серверных комнатах, хранилищах данных.

Автономная установка газового пожаротушения – это автоматическая установка, которая обнаруживает и тушит пожар независимо от источников питания и в составе которой состоят газовые огнетушащие составы.

Данная установка состоит из емкостей или баллонов в которых сохраняется газовый огнетушащий состав, огнетушащего газа, трубопроводов, узлов управления и насадок, которые обеспечивают доставку и выход газа в помещение.

Установка срабатывает:

- при превышении значения среднеобъемной температуры;
- при прямом воздействии пламени;
- при запуске с помощью кнопки запуска системы пуска;
- по извещении сигнализации.

Газ совсем не наносит вред предметам, которые находятся в месте возгорания. Он абсорбирует излишки кислорода, этим предотвращает расширение пожара и не деформирует горящие предметы. Смеси газовые не реагируют на изменение температуры в месте возгорания, поэтому создание газового пожаротушения возможно и при низких температурах.

АУГП включает в себя:

- модули(батареи) для хранения и подачи газового огнетушащего состава;
- распределительные устройства;
- магистральные и распределительные трубопроводы с необходимой арматурой;
- насадки для выпуска и распределения газового огнетушащего состава в защищаемом объеме;
- пожарные извещатели, технологические датчики, электроконтактные манометры и др.;
- приборы и устройства контроля и управления АУГП;
- устройства,формирующие командные импульсы отключения систем вентиляции, кондиционирования,воздушного отопления и технологического оборудования в защищаемом помещении;
- устройства,формирующие и выдающие командные импульсы для закрытия противопожарных клапанов, заслонок вентиляционных коробов;
- устройства для сигнализации о положении дверей в защищаемом помещении;
- устройства звуковой и световой сигнализации и оповещения о срабатывании установки и пуске газа;
- шлейфы пожарной сигнализации, электрические цепи питания, управления и контроля АУГП.

Автоматические установки газового пожаротушения должны обеспечивать:

- своевременное обнаружение пожара автоматической установкой пожарной сигнализации, входящей в состав автоматической установки газового пожаротушения;
- возможность задержки подачи газового огнетушащего вещества в течение времени, необходимого для эвакуации людей из защищаемого помещения;

- создание огнетушащей концентрации газового огнетушащего вещества в защищаемом объёме или над поверхностью горящего материала за время, необходимое для тушения пожара.

В защищаемом помещении, а также в смежных, имеющие выход только через защищаемое помещение, при срабатывании установки должны включаться устройства светового (световой сигнал в виде надписей на световых табло «Газ — уходи!» и «Газ — не входить!») и звукового оповещения в соответствии с ГОСТ 12.3.046 и ГОСТ12.4.009.

Выбор ГОС должен производиться на основе технико – экономического обоснования. Все остальные параметры, в том числе эффективность и токсичность газового огнетушащего вещества нельзя рассматривать как определяющие.

Любое из разрешенных к применению ГОВ достаточно эффективно и пожар будет ликвидирован, если в защищаемом объеме будет создана нормативная огнетушащая концентрация.

Одна из наиболее важных задач применения огнетушащих газов – обеспечение безопасности персонала защищаемых помещений.

Согласно требованиям нормативных документов НПБ 88, ГОСТ Р 50969, ГОСТ 12.3.046, безопасность персонала обеспечивается предварительной эвакуацией людей до подачи огнетушащего газа по сигналам оповещателей в течение предназначенной для этого временной задержки. Минимальная продолжительность временной задержки на эвакуацию определена НПБ 88 и составляет 10 с. Проектировщик может увеличить это время с учетом условий эвакуации на объекте (в научно – техническом центре ОАО «АВТОВАЗ» этот параметр составляет 30 секунд).

В качестве ГОС в научно – техническом центре ОАО «АВТОВАЗ» и в аналогичных центрах применялись (до 2000 года): ХЛАДОН 114 В2 ГОСТ 15899-79, тяжелая бесцветная жидкость со специфическим запахом, ХЛАДОН 125, 127 ea.

Время безопасного воздействия хладона зависит от его концентрации, согласно таблице 1.

Таблица №1 – Время безопасного воздействия хладона

Концентрация газового огнетушащего вещества, % (об.)	Время безопасного воздействия, мин	
	Хладон 125	Хладон 227 ea
9,0	5,00	<b>5,00</b>
9,5	5,00	<b>5,00</b>
10,0	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>
10,5	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>
11,0	<b>5,00</b>	<b>1,13</b>
11,5	<b>5,00</b>	<b>0,6</b>
12,0	<b>1,67</b>	<b>0,49</b>
12,5	<b>0,59</b>	-
13,0	<b>0,54</b>	-
13,5	<b>0,49</b>	-

Безопасность персонала в случае несанкционированной подачи ГОВ на людей зависит от концентрации этого газа и времени воздействия. За рубежом проведены исследования по изучению свойств современных огнетушащих газов – хладона 125, 227ea и ряда других. Доказано, что эти газы наиболее безопасны при воздействии на людей при концентрации, равной огнетушащей или несколько превышающей ее.

Сведения о продолжительности (времени) безопасного воздействия хладона 125 и хладона 227ea на человека в зависимости от концентрации газа приведены в ISO 14520, NFPA 2001, а также в руководстве ВНИИПО «Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа», и указаны в таблице 1. Жирным шрифтом выделено время экспозиции в условиях, когда концентрация превышает нормативную для тушения пожаров класса А2 (вычислительные центры, серверные и т.п.). Отсюда следует, что хладоны 125 и 227ea способны обеспечить безопасную

эвакуацию персонала в течение не менее 30 с не только при нормативной огнетушащей концентрации (составляет 9,8% об. для хладона 125 и 7,2% об. для хладона 227ea), но и при ее превышении на 38% для хладона 125 и на 67% для хладона 227ea. Таким образом, хладоны 125 и 227ea более предпочтительны и эффективны в качестве основных газовых огнетушащих веществ для защиты помещений, в которых персонал может присутствовать постоянно в течение рабочего времени, обеспечивая пожаротушение при концентрациях всего 10 и 7% соответственно. Хладоны относятся к сжиженным газам, что позволяет компактно разместить их в объеме баллона в значительных количествах. Кроме того, термостойкость хладона 125 является предпочтительным свойством для тушения пожаров тлеющих материалов.

В составе технологического оборудования АУГП хладоны содержались в модулях газового пожаротушения под давлением газа – вытеснителя. В качестве газа – вытеснителя отечественные нормы НПБ-88 и ГОСТ Р 50969 предлагают применять азот или осушенный воздух. В передовом отечественном оборудовании применяется только азот. Причина заключается в том, что осушенный воздух снижает эффективность тушения, поступая в защищаемое помещение вслед за хладоном. Кроме того, пары воды в осушенном воздухе ухудшают условия хранения хладона.

Как было упомянуто ранее ГОВ во многих НТЦ ИАКХ НТС являлся хладон, но в течение времени (до 2000 года) система пожаротушения была модернизирована и хладон заменили на азот, либо углекислый газ. Это связано с тем, что в 1987 году хладоны были запрещены Киотским протоколом и им на смену в системах объемного пожаротушения пришли другие вещества, например азот или углекислый газ. Но очень быстро выяснилось, что по эффективности тушения огня эти газы сильно уступают хладонам. Поэтому во всем мире начались поиски альтернативных методов объёмного пожаротушения.

Достоинствами АУГП являются:

- своевременное обнаружение пожара;
- создание среды в защищаемом помещении не поддерживающей горение;
- не производится порча материальных ценностей.

Однако, у газового пожаротушения имеются и недостатки: необходимость в минимальный промежуток времени создать нормативную огнетушащую концентрацию, время безопасного воздействия, установки для тушения в помещениях, имеющих большой объем, очень габаритны, требуют специальной пристройки, где будут размещены большие емкости для хранения и контролирующее оборудование для газового пожаротушения..

В 1980х годах возникла идея создания аэрозольного пожаротушения, которое так же, как и газовое пожаротушение, относится к классу объемного пожаротушения. Это направление получило в России очень широкое развитие, оно признано за рубежом и в настоящее время находит практическое применение во многих областях промышленности, технике, обеспечении пожарной безопасности зданий, сооружений, гаражей, стоянок и так далее.

Испытание аэрозолей на основе окисных щелочных металлов показали, что новый метод в разы превосходит по эффективности газ. Именно поэтому разработчики новых систем объемного пожаротушения в 1999 году удостоились государственной премии Российской Федерации. Это перспективное, важное направление, которое закрывает целый класс проблем в газовом пожаротушении. Аэрозольное пожаротушение эффективно по техническим характеристикам.

По мнению многих учёных, присутствие применяемых при тушении пожаров хладонов в верхних слоях атмосферы является одной из причин разрушения озонового слоя Земли. Для оценки степени воздействия на этот процесс различных галоидоорганических соединений, включая и огнетушащие бромхлорхладоны, был введён показатель озоноразрушающего потенциала (ОРП). В целях защиты от разрушения озонового слоя Земли в

1987 г. в Монреале 23 страны, включая Россию, подписали протокол, обязывающий снизить производство и потребление озоноразрушающих веществ. На основании этого заключения международным сообществом, в которое входит Россия, был принят ряд документов (Венская конвенция, Монреальский протокол, поправки к протоколу (Лондонские и Копенгагенские)) о поэтапном прекращении производства озоноразрушающих хладонов. В связи с этим во всём мире интенсивно ведётся поиск заменителей и альтернативных хладонов огнетушащих веществ с нулевым ОРП.

В России в качестве огнетушащих веществ, альтернативных хладонам, получила достаточно широкое распространение новая разновидность средств объёмного пожаротушения, имеющих нулевой ОРП, – твёрдотопливные аэрозолеобразующие огнетушащие составы (АОС) и установки аэрозольного пожаротушения на их основе.

Аэрозольное пожаротушение – это способ тушения пожара с использованием продуктов, образующихся в процессе горения аэрозольной смеси. Такие продукты горения имеют мощные возможности по локализации очагов пожара. Аэрозольные системы сокращают распространение огня на территории за счет прямого действия на источник возгорания в момент его появления.

Когда помещение заполняется аэрозолем в необходимой концентрации, объем тепла, выделяемого при горении, резко снижается, вследствие этого понижается температура и пожар локализуется. Важно, что после завершения работы ГОА необходимая для тушения концентрация аэрозоля сохраняется до пятнадцати минут, поэтому повторное возгорание невозможно. Во время распыления аэрозольного состава из генератора его твердые частицы образуют пленку, её появление предотвращает доступ кислорода к огню. Когда пожар потушен, образовавшуюся пленку можно удалить. Убирается она без повреждения поверхности обычными моющими средствами.

Генератор огнетушащего аэрозоля может быть активирован вручную или автоматически от включения пожарной сигнализации. Система запуска может быть комбинированной. Включение ГОА от пожарной сигнализации происходит следующим образом: пожарная сигнализация фиксирует возгорание, включается сирена и световое табло, извещающее людей о пожаре и необходимости покинуть помещение, после этого передается сигнал на включение генераторов.

АУАП рекомендуется устанавливать в офисах, складах, автосервисах, серверных комнатах. Используются они и для прекращения возгорания в производственных и в административных помещениях, в трансформаторных будках, гаражах и других местах. На основании вышеизложенного целесообразно рассматривать применение аэрозольного пожаротушения взамен газового в научно – технических центрах исследования аэроклиматических характеристик.

Вероятность отравления аэрозолями при тушении пожара маловероятна, в отличии от газа, используемого в газовом пожаротушении.

К достоинствам тушения пожаров при помощи аэрозольных систем в первую очередь относят их эффективность. По сравнению с другими средствами пожаротушения расширенного действия их огнетушащие способности намного выше. Данные противопожарные системы можно применять для тушения пожаров в помещениях без отопления и при возгорании электрооборудования, которое находится под напряжением. То есть аэрозольные системы можно применять там, где невозможно применить другие варианты тушения пожара.

Генераторы, используемые в автоматической системе аэрозольного пожаротушения не нужно перезаряжать после использования, они постоянно готовы к функционированию и их не нужно дополнительно обслуживать. После применения аэрозоля помещение можно легко привести в порядок. При тушении он не наносит вреда, поэтому возможность материального ущерба при тушении пожаров аэрозольными системами минимальна.

АУАП относятся к экологическим способам тушения пожара, аэрозоли не разрушают озоновый слой Земли.

В состав аэрозоля входят высокодисперсные твёрдые частицы, величина дисперсности которых не более 10 мкм и инертные газы. Процесс горения твердотопливных аэрозолеобразующих огнетушащих составов представляет собой комплекс экзотермических химических реакций. Реакции горения начинаются на поверхности состава, а заканчиваются в газовой фазе (в пламени). Соединения металлов, получаемые в процессе химических реакций в пламени в газо-, парообразном состоянии, попадая в окружающую среду, охлаждаются.

При этом происходит их конденсация с образованием в потоке выделившегося газа субмикронных размеров твердых частиц, например, различных соединений щелочных и щелочно – земельных металлов. Получаемую в процессе реакции горения двухфазную систему (смесь газов и твердых частиц) называют твердофазным аэрозодем.

Подавление с помощью АОС очагов горения в условиях возникшего пожара или предотвращение возникновения пожара, взрыва различных горючих веществ в замкнутых объемах зданий, помещений, сооружений и оборудовании по принципу действия относится к объемному способу комбинированного газового и порошкового пожаротушения, условно именуемому газопорошковым способом пожаротушения. Данному способу аэрозольного тушения свойственны основные закономерности, характерные для подавления горения газовыми и порошковыми составами. Вместе с тем тушение твердофазными аэрозолями, получаемыми при сжигании зарядов АОС, имеет ряд отличительных свойств, обеспечивающих более высокую огнетушащую эффективность по сравнению с известными газовыми и порошковыми составами:

– АОС образуют большое количество инертных газов, что снижает содержание кислорода и реакционную способность горючей смеси в объеме;

– образовавшиеся неpassивированные высокодисперсные частицы соединений калия обладают более высокой химической активностью и эффективно ингибируют газовое пламя (химически прерывая цепные реакции окисления);

– твердые частицы аэрозолей размером в 10–100 раз меньше порошков обладают высоким теплопоглощением и заметно уменьшают температуру пламени;

– аэрозоли имеют более высокие, чем порошки, показатели стабильности создаваемых концентраций (низкая скорость оседания частиц) и проникающей способности в труднодоступные, «теневые» зоны защищаемого объема и др.

Анализ процессов получения аэрозоля и его взаимодействия с пламенем показал, что эффективность и механизм аэрозольного тушения (при прочих равных условиях) определяется главным образом следующими условиями:

– разбавлением горючей среды газообразными негорючими продуктами реакции горения (аэрозолеобразования) АОС, продуктами разложения твердых частиц аэрозоля и потреблением (выжиганием) кислорода в защищаемом объеме;

– ингибированием химических реакций в пламени свежееобразовавшимися высокодисперсными твердыми частицами аэрозоля ( $K_2CO_3$ ,  $KHCO_3$ ,  $KOH$ ,  $KCl$ ,  $K_2O$  и др.) и продуктами их разложения ( $K_2O$ ,  $KO$  и др.);

– охлаждением зоны горения за счет поглощения тепла аэрозолем.

2.3 Анализ системы слива/налива и мойки резервуаров для хранения топлива, используемого в качестве рабочего тела, при бароклиматических испытаниях ДВС

В процессе проведения анализа работы моторного бокса бароклиматической камеры НТЦ ИАКХ НТС были выявлены недостатки. Далее рассмотрена работа бароклиматической камеры для испытаний НКТС, моторных боксов барокамеры для исследований технических характеристик ДВС и рассмотрены проблемы, возникающие в системе топливоподачи бароклиматической камеры для испытаний ДВС.

Барокамера для испытаний НКТС включает теплоизолированную несущую оболочку, встраиваемую в помещение, тамбур – шлюз с дверями для экстренного выхода/входа персонала, смотровой люк оператора, технологическую дверь для ввоза – вывоза испытываемых НКТС, вентилятор охлаждения ДВС НКТС, систему отвода выхлопных газов двигателя.

В систему вакуумирования барокамеры для испытаний НКТС входит откачивающее устройство, запорно – измерительная и регулирующая арматура, система безопасности.

Система кондиционирования включает холодильно – компрессорную станцию, подводящую сеть хладоносителя (трихлорэтилен от +25 до -48<sup>0</sup>С), подогреватель трихлорэтилена мощностью 60кВт, запорную измерительную и регулирующую арматуру хладоносителя, теплообменники и воздушные насосы.

Так же работа бароклиматической камеры для испытаний НКТС невозможна без стенда для испытаний, в состав которого должен входить роликовый стенд для полноприводного НКТС, фундамент для роликового стенда, интерфейс автопилота.

Система управления, сбора и анализа данных бароклиматической камеры для исследований характеристик НТЦ ИАКХ НТС включает систему управления барокамерой, систему управления роликовым стендом, систему измерений и анализа результатов измерений.

Моторный бокс барокамеры для исследований технических характеристик ДВС, также как и барокамера для испытаний НКТС представляет собой теплоизолированную несущую оболочку, встраиваемую

в помещение, включает климатическую установку, смотровой люк оператора, технологическую дверь для ввоза – вывоза испытываемых ДВС и оснастки, дверь для служебного входа персонала, герметичные вводы – выводы измерительных и управляющих каналов, кабелей системы освещения, сигнализации, трубопроводов системы охлаждения, смазки и подачи топлива, систему отвода выхлопных газов двигателя, систему подачи и кондиционирования топлива, систему охлаждения двигателя.

Системы вакуумирования и кондиционирования барокамеры для исследований технических характеристик ДВС аналогичны подобным системам барокамеры для испытаний НКТС.

Стенд для испытания ДВС в барокамере для исследований технических характеристик ДВС включает тормозную балансирную машину, вибронезависимый фундамент тормозной машины и испытываемого ДВС, систему определения токсичности ДВС, систему индицирования рабочего процесса ДВС, систему измерения температур внутренних и наружных поверхностей работающего ДВС, систему определения угара масла, систему охлаждения ДВС, систему охлаждения масла ДВС, расходомер топлива, расходомер картерных газов, расходомер воздуха, поступающего в ДВС, расходомер выхлопных газов, расходомер жидкости в контуре охлаждения ДВС, датчики для измерения давлений и температур в рабочих средах ДВС.

Система управления и анализа данных барокамеры для испытаний ДВС содержит систему управления барокамерой для исследования технических характеристик ДВС, стендом и систему анализа результатов измерений и генерации отчётов.

В барокамере для исследования технических характеристик ДВС производят измерения по токсичности отработанных газов. Для этого необходимо иметь стойку измерения токсичности, систему разбавления с постоянным объемом, туннель с пробоотбором частиц и системой оценки и вычислительную систему автоматизации эксперимента.

Множество испытаний можно провести в моторном боксе барокамеры для исследования технических характеристик ДВС: моделирование сертификационных тестов токсичности по всем европейским и американским действующим и перспективным ездовым циклам, автоматический старт ДВС по заданной программе попыток, автоматические остановки ДВС, моделирование ручной и автоматической трансмиссии, энергичность водителя, движение по заданному маршруту (задаются скорость, время, передача), определение механических потерь в ДВС при прокручивании и с отключением необходимого цилиндра ДВС, определение характеристик ДВС на установившихся и динамических режимах с синхронизацией измерительных систем по совокупности параметров.

На данный момент в систему безопасности подобных камер включают предохранительный клапан, устройство для аварийного заполнения с ручными клапанами внутри и снаружи, раздвижные ворота с защитным блокирующим устройством, входную дверь с защитным блокирующим устройством, наблюдательное окно с электрическим обогревом.

Проведя поиск моторных боксов барокамер для исследования технических характеристик ДВС в России и за рубежом был выявлен назначенный ресурс данной системы. Он составляет 20 лет. Как было ранее написано, возраст самого молодого из рассматриваемых НТЦ ИАКХ НТС уже более 25 лет. То есть перед нами открывается необходимость в модернизации, реконструкции или в проектировании новой более совершенной и безопасной системы работы моторного бокса бароклиматической камеры для исследования технических характеристик ДВС.

Самой большой проблемой при бароклиматических испытаниях ДВС является слив, налив топлива в объемные резервуары для его хранения и само его хранение. Топливо из объемных резервуаров для хранения, расположенных вне корпуса НТЦ ИАКХ НТС, поступает в моторный бокс барокамеры для исследования технических характеристик ДВС по

трубопроводу с помощью топливного насоса, отработанное топливо попадает в систему отвода отработавших газов.

Вне корпуса НТЦ ИАКХ НТС располагаются объемные резервуары для хранения топлива со стороны ближайшей к моторному боксу бароклиматической камеры для исследований технических характеристик ДВС.

В целях экономии количество объемных резервуаров для хранения топлива лимитировано. Часто используется один объемный резервуар для хранения дизельного топлива и еще один резервуар для бензина. При этом возникает необходимость доливки, смены дизельного топлива, либо бензина. При этом возникает угроза возникновения пожара, взрыва.

Перевозка бензина автомобильным транспортом осуществляется в специальных цистернах, техническое состояние которых соответствует установленным требованиям. Для транспортировки бензина применяются цистерны грузоподъемность которых находится в пределах 20 кубов. Некоторые заводы выпускают прицепные бензовозы вместимостью до 40 кубов, однако они применяются лишь для транспортировки груза на дальних маршрутах.

Автомобильная цистерна для перевозки бензина не должна иметь вмятин, царапин и скрытых потенциальных неполадок. Любые дефекты, даже не большие, должны быть устранены с соблюдением технологии процесса. Например, сварочные работы разрешено осуществлять лишь после тщательной промывки, очистки и пропарки цистерны. Электрика автомобиля обязательно должна быть заземлена, любые отверстия в кузове герметично закрыты специальными уплотнителями. Заливка бензина также требует соблюдения правил – все работы необходимо выполнять в антистатичной одежде и соблюдать скорость наливания до 1,2 м/с, налив должен производиться до указанного уровня.

Водитель, осуществляющий рейс, должен иметь документы для перевозки автомобильного бензина – специальные карточки и знаки,

указывающие на перевозку опасных грузов, сертификат о прохождении водителем специализированных курсов, и подтверждающий допуск его к данной работе, регистрационный талон на автомобиль, автоцистерну с талоном о прохождении технического осмотра, путевой и маршрутный лист, составленный и утвержденный предварительно уполномоченными лицами, информационная и аварийная карточка, накладная на товар.

Автомобиль для перевозки бензина должен быть оснащен аптечкой и медицинскими средствами для оказания первой помощи, емкостью с песком, минимум двумя огнетушителями, различными средствами нейтрализации последствий, вызванных аварией, необходимо иметь набор инструментов для проведения мелкого ремонта и обслуживания машины в пути.

Бензин и дизельное топливо должно транспортироваться в резервуары для хранения топлива научно – технических центров исследования аэроклиматических характеристик автомобильным транспортом в соответствии с действующими правилами, утвержденными в установленном порядке.

При недопустимости смешения сливаемого или наливаемого нефтепродукта с другими нефтепродуктами операции по сливу или наливу следует производить на отдельных сливноналивных устройствах.

Слив и налив легковоспламеняющихся и горючих нефтепродуктов, относящихся к вредным веществам 1 и 2 класса опасности, должен быть герметизирован. Классификация вредных веществ принимается по ГОСТ 12.1.007. Операции с этилированными бензинами производятся при условии обязательного выделения для этих целей отдельных трубопроводов, коллекторов и сливноналивных устройств.

Температура нефтепродуктов, наливаемых в транспортные средства, не должна превышать установленную ГОСТ 1510. Максимальная безопасная скорость слива – налива должна устанавливаться согласно "Рекомендациям по предотвращению опасной электризации нефтепродуктов при наливе в вертикальные и горизонтальные резервуары".

Работники, занимающиеся приёмкой топлива в НТЦ ИАКХ НТС должны знать размещение, устройство и порядок обслуживания оборудования, сооружений и трубопроводов, знать технологические схемы трубопроводных коммуникаций и руководствоваться данными, приведенными в утвержденных руководством предприятия технологических картах резервуаров, проводить измерение и определение массы принимаемых, хранимых и отпускаемых нефтепродуктов, обеспечивать сохранность качества и количества топлива.

Запрещается проводить сливноналивные операции автомобильных цистерн на эстакадах при грозе и скорости ветра 15 м/с и более, выполнять работы (отбор проб, измерение уровня и др.) на резервуарах, автомобильных цистернах и других конструкциях на высоте, при грозе и скорости ветра 12,5 м/с и более.

Подниматься и проводить работы (отбор проб, измерение уровня и др.) на резервуарах, цистернах и других конструкциях на высоте при обледенении, тумане, исключающем видимость в пределах фронта работ, допускается при условии дополнительных мер безопасности (наличие дублера, посыпка скользких дорожек и рабочих мест песком, дополнительное освещение, ограждения, страховочный пояс и т.п.).

При температуре воздуха минус 40°С независимо от скорости ветра или при других температурах и скорости ветра, эквивалентных температуре воздуха минус 40°С, работы на открытом воздухе прекращаются.

Предельное значение температур наружного воздуха и силы ветра в данном климатическом районе, при котором приостанавливаются всякие работы на открытом воздухе, устанавливается администрацией города (района) по месту проведения работ.

При перевозке бензина, дизельного топлива существуют опасности, связанные с их физическими свойствами, которые могут повлиять на возникновение чрезвычайных ситуаций.

Речь идет об абсорбции и десорбции (эмиссии и поглощении) - способности жидкостей поглощать и выделять растворенные в них летучие газовые соединения, которые в диапазоне климатических температур могут быть как газообразными, так и жидкими.

Характеристикой процессов абсорбции и десорбции жидкости является температура вспышки паров при наличии провоцирующего источника, которая характеризует не только концентрационные пределы взрывоопасности, но и давление паров.

Во всех нефтепродуктах давление паров (равновесная устойчивая концентрация паров над поверхностью жидкости) зависит от температуры, оно увеличивается с повышением температуры и сравнивается с атмосферным в начале кипения.

Температура вспышки (не является температурой самовоспламенения) – это температура, при которой давление (концентрация) паров жидкости настолько высоки, что они вспыхивают при наличии провоцирующего источника. Данная концентрация находится между нижним и верхним пределами взрываемости. Можно сказать, что температура вспышки при наличии провоцирующего источника – это значение, которое связывает давление и концентрацию насыщенных паров, находящихся в пределах нижней концентрации предела взрываемости и верхней концентрации предела взрываемости, более подробно можно ознакомиться в таблице 3.

Пары бензина при всех значениях температур имеют объёмную концентрацию выше диапазона нижней концентрации предела взрываемости, а пары дизельного топлива опасны только при температурах выше +55 С.

Пары бензина пожароопасны при любых температурах, при поднесении огня к открытой ёмкости с бензином, он вспыхивает мгновенно при любых температурах, а взрывоопасны только в пределах объёмной концентрации 2~6%.

Таблица 1 – Степень опасности паров

№	Вид продукта	Хим. состав	Температура вспышки	Давление паров в мм.рт.ст					Концентрационные пределы взрываемости, % объём
				Объемная концентрация при температуре					
				-40 <sup>0</sup> С	-20 <sup>0</sup> С	0 <sup>0</sup> С	+20 <sup>0</sup> С	+40 <sup>0</sup> С	
1	Бензин	C <sub>4</sub> -C <sub>9</sub>	-40	20,4	38,3	186	424	614	2-6
				2,6	5,0	24	56	80	
2	Дизельное топливо	C <sub>9</sub> -C <sub>16</sub>	48-65	-	0,11	0,7	3,08	10,5	-
				-	0,04	0,09	0,4	1,3	

Дизельное топливо трудно поджечь открытым огнём, оно загорается только тогда, когда происходит испарение и нагрев паров, от поднесённого огня возникновение взрыва в открытом пространстве практически исключено.

Отсюда можно сделать следующий вывод: бензины обладают высокой эмиссией паров, которые опасны при любых температурах, но концентрация их всегда выше верхнего концентрационного предела взрывоопасности.

Дизельное топливо обладает низкой эмиссионной способностью и пары их практически безопасны при температурах окружающей среды, концентрация их всегда ниже нижнего концентрационного предела.

Рассмотрим свойство жидкости обратное эмиссии - взаимное поглощение паров (абсорбцию). В процессе слива/налива топлива в объемные резервуарах для его хранения в НТЦ ИАКХ НТС встречаются процессы, когда пары бензина контактируют с поверхностью дизельного топлива или наоборот. Контактывание этих жидкостей не вызывает химической реакции между ними, но происходит физическое поглощение паров в жидкости.

Процесс поглощения происходит до тех пор, пока парциальное давление в газовой фазе выше равновесного давления паров этой жидкости над ней.

Парциальное равновесное давление паров бензина выше, чем парциальное давление паров дизельного топлива над бензином. Отсюда видно, что будет происходить процесс поглощения паров бензина дизельным топливом. Концентрация паров будет снижаться и может дойти до взрывоопасного диапазона.

Скорость поглощения паров бензина дизтопливом зависит от площади контакта паров с зеркалом жидкости, а также от температуры окружающей среды и дизтоплива. Установлено, что при низких температурах процесс поглощения паров бензина происходит наиболее интенсивно. Скорость поглощения также зависит от интенсивности перемешивания жидкого продукта, то есть от обновления поверхностного слоя. Данное свойство дизельного топлива используется для утилизации (улавливания) паров бензина, а также может быть причиной пожаров и взрывов при транспортировке данных видов топлива.

При любых операциях с топливом можно проследить возникновение ситуаций, при которых происходит превращение паров высокой невзрывоопасной концентрации в низкую взрывоопасную концентрацию.

В заключение необходимо сказать, что при переливе топлива в резервуары для его хранения пары бензина попадают в окружающую среду, при нулевой температуре в количестве 500 г на 1 м<sup>3</sup> перелитого топлива. Проведя поиск решений данной проблемы можно сказать о необходимости создания системы слива топлива с бензовоза с системой возврата паров в емкость бензовоза.

Во время слива бензина из бензовоза в резервуар для хранения происходит залповый выброс паровоздушной смеси. Решением данной проблемы должен служить переход на закрытую технологию слива топлива из бензовоза с возвратом паровоздушной смеси из емкости резервуара в отсек бензовоза. В результате повышается безопасность бензовоза, поскольку при обычном открытом сливе отсеки бензовоза заполняются обычным воздухом и за счёт недостаточной скорости испарения в них может

образоваться взрывоопасная смесь с концентрацией паров от 2 до 6 объёмных процентов.

Бензовоз после слива закрытым способом будет доставлен на базу с насыщенными парами бензина, которые были в емкости резервуара для хранения топлива, применяемое для последующих исследований технических характеристик ДВС НКТС. В случае слива обычным открытым способом пары, находящиеся в резервуаре для хранения топлива, выбрасываются в атмосферу.

Для исключения выбросов паров бензина в атмосферу в США и развитых европейских странах, применяется закрытая технология слива бензина из бензовоза в резервуар для хранения, называемая «чистой заправкой». С примером данной системы можно ознакомиться на рисунке 4.

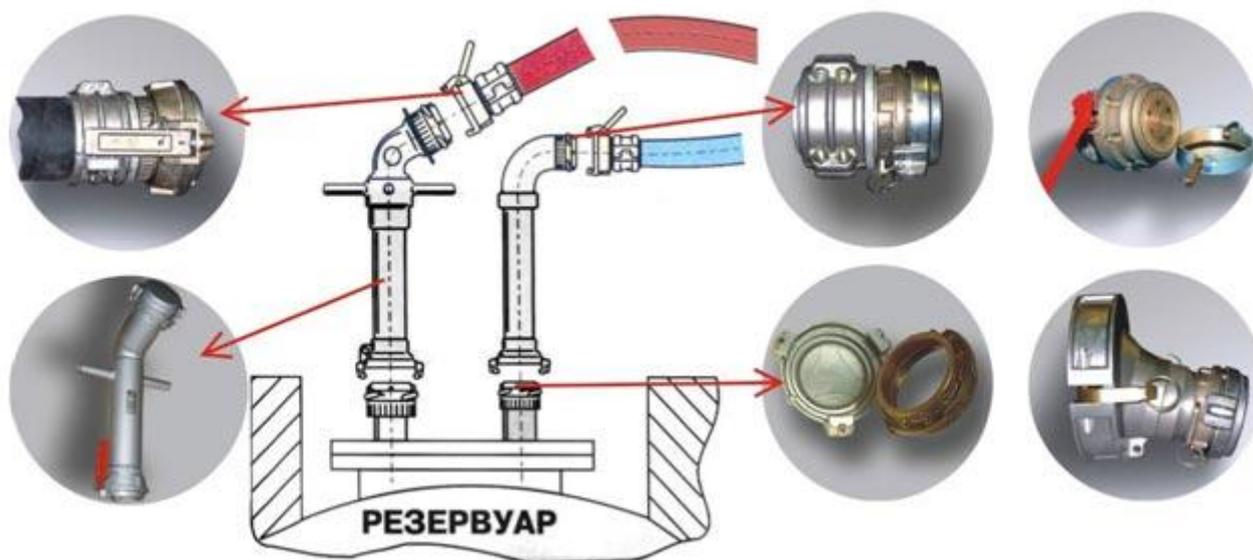


Рисунок 4 - Оборудование бензовоза и резервуара для обеспечения возврата паровоздушной смеси из резервуара в бензовоз

Взрывы, пожары и катастрофы, происходящие при проведении операций по перегрузке, хранении и использовании нефтепродуктов свидетельствуют о том, что эти процессы не только недостаточно исследованы и не полностью формализованы в части документального обеспечения безопасности.

Мировая статистика аварий показывает, что случаи взрывов и возгораний происходят при выполнении операций, включающих:

- налив нефтепродуктов в автоцистерны;
- налив нефтепродуктов в железно – дорожные цистерны;
- слив из автоцистерн в ёмкости АЗС (в данном случае в резервуар для хранения топлива);
- слив из цистерн, резервуаров;
- наполнение или опорожнение резервуаров хранения.

Причинами возникновения аварийных ситуаций может служить человеческий фактор, неисправность оборудования, статическое электричество и другие, не выявленные обстоятельства.

Система подачи топлива из объемных резервуаров в моторный бокс барокамеры для исследований технических характеристик ДВС производится по трубопроводу. Качественные признаки и свойства основных процессов электризации нефтепродуктов при их движении по трубам и на стадии наполнения ёмкостей известны, но точные количественные характеристики процессов электризации до настоящего времени отсутствуют. Считается, что полезным способом борьбы с электростатическим потенциалом является заземление оборудования. Однако известны случаи, когда этого приема в качестве предохранительной меры не бывает достаточно. Распространено мнение, что даже надёжное заземление всех сооружений защищаемого объекта и хорошая электрическая связь между ними не гарантирует полной безопасности. Предпринимаемые меры не устраняют появление разрядов статического электричества внутри резервуаров. Большинство взрывов происходит от разрядов внутри ёмкостей при надёжно заземлённом оборудовании.

В связи с этим приходится считать, что заземление только частично обеспечивает безопасность операций с нефтепродуктами. Поэтому одновременно с обязательным заземлением необходимо применять и другие средства и способы для устранения разрядов статического электричества или

по возможности изыскивать меры и подходы для реализации условий, сводящих влияние разрядов статического электричества к минимуму.

При исследованиях электризации нефтепродуктов на стадии наполнения цистерн, резервуаров и влиянии сопротивления заземленного проводника на величину электростатического заряда обнаружены характерные признаки подобных явлений:

1. Величина электростатического заряда в объёме нефтепродукта определяется его электропроводностью.
2. Величина накопленного суммарного электрического заряда на цистерне не зависит от электропроводности цистерны, определяется только электрическим сопротивлением ее заземления.

Предполагается, что суммарный электростатический заряд объема нефтепродукта, находящегося в цистерне, передается в течение определенного времени на металлическую оболочку цистерны и далее стекает на землю. Принято, что данный процесс подчиняется некоторой экспоненциально – временной зависимости. Вид ожидаемой экспериментальной зависимости пока не установлен. На стенках реальной ёмкости, находящейся в длительной эксплуатации с целью транспорта или хранения продуктов с разной вязкостью и другими свойствами, всегда остаются твёрдые остатки в виде плёнки, затрудняющей быструю утечку электростатических зарядов. Отсюда понятно, что гарантированного способа устранения электростатических зарядов из нефтепродуктов при их наливе, сливе и хранении пока не найдено.

Поэтому приходится обращать внимание на другие факторы возникновения взрывов, а именно: кроме источника электростатических разрядов для возникновения взрывного процесса необходимо наличие взрывоопасного вещества или формирование пожаро – взрывоопасной среды при технологических операциях. Примеси легких углеводородных фракций (ЛУФ) всегда присутствуют в определённых концентрациях в составе

паровоздушных смесей (ПВС) над зеркалом топлива в технологических ёмкостях, магистралях и регулировочной аппаратуре.

Состав ЛУФ может быть разным и зависит от вида используемого нефтепродукта. При перегрузке и хранении бензина ЛУФ состоят в основном из: пропана, бутана, пентана, гексана и их изомеров.

Количество (концентрация) ЛУФ в ПВС зависит от состава компонентов и температуры окружающей среды и продукта. Степень летучести компонентов и пожароопасность для каждого вида нефтепродукта определяется температурой вспышки в закрытом тигле и величиной давления насыщенных паров по Рейду. Доля каждого компонента в ПВС подчиняется закону Дальтона, по которому сумма парциальных давлений компонентов равна общему давлению в системе. При наполнении цистерн давление равно атмосферному.

Следует учитывать условия, при которых в процессе перегрузки (налива, слива) или хранения нефтепродукта появляются взрывоопасные концентрации ЛУФ в ПВС.

К таким условиям можно отнести изменение температуры, абсорбцию ЛУФ продуктом с более высокой температурой вспышки, принудительное изменение концентрации при поступлении воздуха в ёмкости во время осуществления технологической операции, например, при сливе основного вещества.

Необходимо рассматривать возникновение взрывоопасных концентраций ЛУФ в ПВС при совокупном влиянии перечисленных условий. К наиболее опасным продуктам по причине низкого значения температуры вспышки в закрытом тигле относятся бензины всех марок. Измерения концентрации паров в ёмкостях, где хранится или перевозится бензин, показало, что после его слива из ёмкости концентрация паров в ней зависит от температуры окружающей среды и находится в пределах от 15% до 50% объёмных. При операции слива бензина из ёмкости концентрация паров снижается в начальной стадии слива, но впоследствии с течением времени

восстанавливается за счёт сохранившихся остатков и плёнки на стенках. Если в ёмкости пары полностью отсутствовали и туда залили бензин, то за короткий промежуток времени концентрация паров в объеме пересекает взрывоопасный концентрационный диапазон между нижним концентрационным пределом горения НКП $\approx$ 2% и верхним концентрационным пределом горения ВКП $\approx$ 6% (объёмных процентов) и достигает равновесного значения при текущей температуре.

Если из объемного резервуара для хранения топлива слить бензин и негерметично закрыть его, то концентрация паров уменьшается по мере вентиляции воздуха и может достигнуть взрывоопасного значения. При герметизации ёмкости на её стенках остаётся плёнка из продукта, и концентрация паров восстанавливается до равновесного значения и остаётся таковой в течение длительного времени. В автоцистернах, цистернах и резервуарах дыхательные клапаны должны быть всегда в исправном состоянии чтобы обеспечивать герметизацию затворов в пределах рабочего давления. В противном случае кроме потерь от испарения бензина может образоваться взрывоопасная концентрация паров в ёмкости.

Скорость слива продукта из ёмкости бензовоза должна быть такой, чтобы при поступлении воздуха, замещающего продукт в ёмкости объемного резервуара для хранения топлива, концентрация ЛУФ и ПВС не опускалась до пределов взрывоопасной области (2-6) %. Наиболее безопасным техническим решением проблемы в данном случае может быть возврат паров из донорной ёмкости (куда поступает бензин) в акцепторную ёмкость (откуда бензин сливается), то естьгазовозврат или рециркуляция паров через специальный трубопровод. Данная технология желательна при сливе, наливе автоцистерн, резервуаров для хранения, а также при заправке автомобилей на автозаправочных станциях. Такую схему слива с вытеснением и заменой паров называют балансовой технологией. Как было описано ранее, она так же позволяет бороться с проблемой абсорбации паров, что очередной раз доказывает необходимость применения закрытой технологии слива топлива с

возвратом паровоздушной смеси из емкости резервуара для хранения топлива в отсек бензовоза.

В реальной жизни один и тот же бензовоз очень часто перевозит попеременно бензин и дизельное топливо.

Дизельное топливо всех марок имеет температуру вспышки выше  $+40^{\circ}\text{C}$ . Величина давления насыщенных паров по Рейду составляет (10-13) мм.рт.ст. Практически концентрация паров может достичь уровня свыше 2 % (попасть во взрывоопасную область) только при температуре более  $40^{\circ}\text{C}$ . В рабочем диапазоне температуры от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  пары дизельного топлива безопасны.

Экспериментальными исследованиями по поглощению паров бензина выявлено, что дизельное топливо является хорошим абсорбентом паров бензина и применяется в качестве последнего в установках для утилизации паров. В опытах установлено, что для улавливания (извлечения) летучих углеводородов из  $1\text{ м}^3$  паровоздушной смеси с концентрацией до 50% достаточно 20-25 литров дизельного топлива с условием развитого контакта, то есть наличия большой поверхности соприкосновения дизельного топлива и паровоздушной смеси.

Степень улавливания ЛУФ такова, что их остаточная доля в ПВС после контакта с дизельным топливом устанавливается в пределах (2-10) % объёмных. Такие пределы соответствуют взрывоопасной концентрации паров бензина 2%-6 % (а по некоторым данным 2%-9 %).

Таким образом, при наливке дизельного топлива в ёмкость, где ранее находился бензин и концентрация его паров была выше пределов взрывоопасности после поступления дизельного топлива, концентрация паров снижается и может достичь пределов взрывоопасности. Взрывоопасная концентрация паров бензина при наливке дизельного топлива в ёмкость поддерживается в течение длительного времени в процессе налива и хранения. Вероятность возникновения электростатического разряда в промежутке времени стадии наполнения очень высока. Замечено что часто

взрывы происходят при температуре окружающей среды ниже 0 С. Это обусловлено тем, что при такой температуре концентрация паров бензина не достигает максимальных значений и ЛУФ быстрее поглощаются. Процесс абсорбции более эффективно происходит при низкой температуре.

В случае наливания бензина в ёмкость после того, как в ней было дизельное топливо, и концентрация паров оставалась ниже 2 % в начальный момент наполнения концентрация паров увеличивается и довольно быстро проходит через пределы взрывоопасности. Как правило, в начальный момент наливание производится с малой скоростью (менее 1 м/сек), которая является безопасной для образования электростатических зарядов.

В случае наполнения бензином ёмкости, в которой ранее был бензин, концентрация паров, ранее бывшая не взрывоопасной, при поступлении дополнительной порции бензина остаётся такой же.

В случае наполнения дизельным топливом ёмкости, в которой и ранее находилось дизельное топливо, концентрация паров там остается низкой и не взрывоопасной при дополнительном поступлении дизельного горючего.

В заключении можно сказать, что

1. Дизельное топливо является абсорбентом паров бензина, снижает их концентрацию в объеме и способно доводить её до взрывоопасных пределов. При наличии источников статического электричества таким способом можно спровоцировать пожары и взрывы в резервуарах для хранения топлива.

2. Пары бензина с концентрацией ниже НКП и выше ВКП в воздухе не взрывоопасны при наличии провоцирующих искусственных (свеча) или электростатических источников поджигания.

3. Пары дизельного топлива не представляют опасности при наличии источников статического электричества при температуре ниже +40<sup>0</sup>С.

Резервуары для хранения топлива начали использоваться в начале 19 века. Большинство стандартов, широко применяемых в нефтяной индустрии по всему миру, разработаны Американским нефтяным институтом и Американским обществом инженеров – механиков. Эти стандарты

устанавливают такие аспекты хранения топлива, как геометрические размеры резервуаров, материалы для их изготовления, налив нефти в резервуары, их разгрузка и ремонт.

Во всех указанных стандартах мало говорится об удалении донных нефтешламов из резервуаров и об их мойке. На данный момент ручная очистка от нефтешламов остается наиболее распространенным методом по всему миру. На многих предприятиях, хранящих, транспортирующих и использующих в технологическом процессе производства горюче – смазочные материалы, резервуары для их хранения чаще зачищают вручную, что подвергает опасности жизни работников.

Для исправной работы резервуаров для хранения топлива, необходимо своевременное проведение ремонтных и сервисных работ, к числу которых относят промывку и очистку. Чрезвычайно важная задача – их безопасная организация. К сожалению, пока эта работа не обходится без ручного труда, который пагубно влияет на здоровье и довольно опасен.

Резервуары зачищают не менее 1 раза в 2 года при хранении автомобильных бензинов и дизельного топлива. Зачистку делают также перед сменой заливаемого в резервуар нефтепродукта, перед подготовкой к очередному или внеочередному ремонту, при освобождении от пирофорных высоковязких осадков, содержащих влагу, ржавчину и так далее, что в отдельных случаях может произойти и раньше установленных сроков. Объемные резервуары для хранения топлива зачищают специальные бригады. Перед началом работ все члены бригады проходят инструктаж по правилам безопасного ведения работ и оказания первой помощи при несчастных случаях. Ответственное лицо заносит в наряд – допуск фамилии всех членов бригады, делает отметку о прохождении ими инструктажа и оформляет акт о готовности резервуара для проведения зачистных работ, в котором отражает следующие данные: от какого нефтепродукта будет освобожден резервуар, какие будут отсоединены трубопроводы и открыты люки, будет ли пропарка и в течение какого времени, будет ли заливаться

вода в резервуар, результаты анализа воздуха на содержание углеводородов, сероводородов, перечень средств, которыми предусматривается зачистка.

При зачистке объемных резервуаров для хранения топлива в первую очередь удаляют осадок, оставшийся в нижней части резервуара, — смесь хранимого нефтепродукта с грязью, ржавчиной, присадками, а в некоторых случаях и с водой. Осадок из резервуара убирают при помощи подъездных средств, насосов или вручную. При увеличении в резервуаре концентрации вредных паров выше регламентированных санитарными нормами значений работы прекращают. Рабочие уходят из резервуара для хранения топлива, после чего проводят его дегазацию до тех пор, пока концентрация вредных паров не достигнет значений, предусмотренных санитарными нормами.

Ручной метод очистки нефтяных объемных резервуаров для хранения топлива имеет недостатки:

- 1) огромный риск для здоровья и безопасности людей, проводящих очистку;
- 2) загрязнение окружающей среды (водного и воздушного бассейнов и почвы);
- 3) объем нефтеотходов, генерируемых при такой очистке, огромен. Это создает проблемы с их последующими транспортированием, захоронением, повторной переработкой и (или) обезвреживанием.

Существуют две основные причины, угрожающие безопасности при очистке объемных резервуаров для хранения топлива. Во – первых, ручная очистка силами сервисных компаний вошла в нормальную практику по всему миру. При этом заказчик уделяет мало внимания оценке подрядчика с точки зрения безопасности проведения работ. Причем данный факт характерен и для ряда российских предприятий. Во-вторых, стадия очистки резервуаров в технологическом процессе традиционно рассматривается как последняя по значимости и откладывается на как можно более поздние сроки.

Когда очистку резервуаров для хранения топлива уже нельзя больше отложить, предприятие спешно ищет подрядчика, руководствуясь при этом

не безопасностью и качеством работ, а стоимостью оказываемых услуг. Зачастую даже не проводят анализ методов очистки резервуаров, которыми будет пользоваться нанятая для этих целей сервисная компания. В результате указанных выше факторов низкоквалифицированные рабочие, нанятые для очистки, работают внутри резервуаров для хранения топлива, уровень нефтешлама в которых достигает иногда до 5 м, используя при этом далеко не безопасные методы очистки.

В большинстве стран при выборе сервисной компании для оказания подобных услуг минимальная цена очистки резервуара превалирует над риском пожара или даже взрыва. Статистически более 80 % всех несчастных случаев – следствие человеческого фактора, а в отношении очистки резервуаров данная цифра приближается к 100 %.

Данный замкнутый круг, при котором низкая безопасность очистных работ – следствие их низкой стоимости, многократно повышает риски как для работников предприятия, так и для его инфраструктуры в целом. К сожалению, картина очистки резервуаров от донных нефтешламов практически не изменилась со времени, когда был введен в действие первый резервуар (100 лет назад), который чистили лопатами и швабрами [18, 54].

Еще одна проблема — воздействие углеводородов на здоровье человека при ручном методе зачистки объемных резервуаров для хранения топлива. Длительное воздействие углеводородов, попадающих в органы дыхания человека, крайне отрицательно сказывается на здоровье, вызывая ряд тяжелых заболеваний, включая раковые. Зачастую средства индивидуальной защиты, применяемые при очистке, примитивны и фактически не защищают человека от крайне вредной атмосферы внутри резервуаров.

В странах, традиционно добывающих нефть на протяжении многих десятилетий, средства индивидуальной защиты рабочих, очищающих объемные резервуары для хранения топлива, хуже, чем в странах, относительно недавно приступивших к добыче и переработке нефти. Это

связано с тем, что предприятия давно умеющие, установленные резервуары, не покупают новые, современные средства индивидуальной защиты необходимые для очистки резервуаров для хранения топлива.

Очистка резервуаров для хранения топлива является источником загрязнения окружающей среды по всей планете. Созданные во многих странах институты защиты окружающей среды, включая экологическую полицию, считают приоритетными технологии, исключая загрязнения, по сравнению с технологиями, позволяющими утилизировать и обезвреживать загрязнения, генерируемые в результате производственной деятельности.

При ручной очистке резервуаров от нефтешламов образуется огромное количество отходов 1-го класса опасности, которые обычно сбрасывают в шламонакопители, загрязняя окружающую среду за счет испарений углеводородов, их биодеструкции и миграции с грунтовыми водами. Перерабатывать такие нефтеотходы из шламонакопителей крайне сложно и затратно.

Нефтешламы из резервуаров на 60—90 % состоят из углеводородов. Если непосредственно в процессе очистки выделить эти углеводороды и вернуть их в производство в качестве промежуточного продукта, то объем нефтешлама, подлежащего захоронению, снизится соответственно на 60—90 %. Переработать «свежий» нефтешлам, извлеченный из резервуара при его очистке, значительно проще, чем пролежавший длительное время в шламонакопителе. Донные нефтешламы могут быть удалены только специальными методами. Их невозможно откачать так, как откачивают нефть. Затраты складываются из оплаты труда работников, удаляющих шлам из резервуаров, а также из расходов на утилизацию и (или) захоронение нефтяных шламов — отходов 1-го класса опасности.

В результате углубленного исследования данной проблемы в рассматриваемой диссертации, была найдена статистика. В которой говорится, что в России ежегодно образуется более 3 миллионов тонн

нефтешламов: нефтедобывающие компании — более 1 миллион тонн нефтешламов и нефтезагрязненных грунтов; нефтеперерабатывающие предприятия — 0,7 миллиона тонн; нефтяные терминалы — 0,3 миллиона тонн; другие источники, включая железнодорожный транспорт, аэропорты, морские порты, — 0,5 миллиона тонн. Большинство крупных российских компаний используют услуги сторонних организаций для переработки и захоронения нефтешламов. В зависимости от региона стоимость захоронения нефтешлама в России варьируется от 700 до 1300 руб. за 1 м<sup>3</sup>. В связи с принятием Правительством Российской Федерации более жестких законов, связанных с охраной окружающей среды, данные цифры имеют тенденцию к постоянному увеличению.

При использовании специализированного оборудования удаляемый из объемных резервуаров для хранения топлива нефтешлам перерабатывают с извлечением из него нефтяной (углеводородной) составляющей, которую возвращают в производство вместе с нефтью. При этом количество шлама, подлежащего дальнейшему обезвреживанию или захоронению, снижается в 6—10 раз. Ручную зачистку внутренней поверхности резервуара выполняют в два этапа: на первом — при помощи лопаток и скребков, изготовленных из цветных металлов или неметаллических материалов, снимают слой осадка с внутренних стенок резервуара с его последующим удалением, что может привести к отравлениям, возгораниям и травмам; на втором — стенки внутренней поверхности резервуара промывают и протирают. Если зачистку проводят в летний период, когда источники горячей воды, пара не работают, то используют воду из водопроводной сети. Для этого резервуар заполняют водой так, чтобы вода вместе с частичками нефтепродуктов непрерывно сливалась через заливной или замерный люк, что может стать причиной значительного загрязнения окружающей среды.

Для экономии воды объемный резервуар для хранения топлива, полностью заполненный водой, оставляют на 10—12 ч, давая возможность

всплыть на поверхность частичкам нефтепродуктов. По истечении данного времени в резервуар добавляют чистую воду, а смесь нефтепродуктов с водой сливают до тех пор, пока не будет удален слой нефтепродуктов с поверхности воды. Затем воду из резервуара сливают и промывают его водой из брандспойта. После этого резервуар проветривают, открыв для этого все люки и задвижки. Окончательно его внутреннюю поверхность протирают мешковиной или деревянными сухими опилками с их последующим удалением.

Для зачистки объемных резервуаров для хранения топлива применяют и пар, что в случае нарушения технологии производства работ может привести к ожогам персонала, а также к разрыву эксплуатируемого оборудования. При использовании пара после снятия и удаления осадка полностью закрывают люки, задвижки и в течение 2—3 ч непрерывно подают пар в резервуар. Прекратив подачу пара, одновременно открывают люки и задвижки и проветривают резервуар с последующей протиркой.

Все более актуально применение в нашей стране профессиональных и автоматизированных комплексов очистки объемных резервуаров для хранения топлива. Выбор таких комплексов в мире, к сожалению, не очень велик. Так, механизированную зачистку горизонтальных резервуаров вместимостью до 50 м<sup>3</sup> из под бензинов, дизельных топлив выполняют моечной установкой.

При помощи данной установки проводят частичную или полную зачистку. Преимущество данного способа — питание электродвигателей и электроподогревателя установки для мойки резервуара осуществляется от щита научно – технического центра исследования аэроклиматических характеристик по кабелю, пульт управления которым вовремя зачистных работ снимают с моечной установки и выносят из зоны, загазованной парами углеводородов, что не допускает наличия источника зажигания во взрывопожароопасной среде и обеспечивает безопасность персонала.

Моечной установкой проводят сокращенную и полную зачистку резервуаров изпод бензинов, дизельного топлива и масел. Операции сокращенной зачистки (согласно ГОСТ 1510—84): откачка остатка нефтепродукта в специально подготовленную емкость для дальнейшей утилизации либо вторичного использования, что обеспечивает экологическую безопасность процесса; мойка гидромонитором струями воды под давлением.

В холодное время года с температурой воздуха ниже 10 °С применяют горячую воду (40—50 °С), летом — воду без подогрева. Мойку проводят с одновременной откачкой промывочной воды и эмульсии эжектором, то есть по замкнутому циклу, что обеспечивает высокую экологичность производства, снижается количество сточных вод; далее необходимо произвести выборку осадка, насухопротиреть (продолжительность 10—15 мин). Непосредственно после проведенных работ необходимо наливать топливо.

Полную зачистку необходимо производить перед ремонтом резервуара для хранения топлива. Ее операции: откачка остатка нефтепродукта, мойка гидромонитором по замкнутому циклу, дегазация принудительным вентилированием в течение 4 ч, мойка внутренней поверхности резервуара чистой водой с помощью распылителя. Одновременно проводят выкачку этой воды эжектором, отбор проб воздуха из резервуара (0,3 м от днища) на содержание в нем углеводородов, выборку осадка вручную.

Перед ведением огневых работ повторно отбирают и анализируют пробы воздуха из резервуара на содержание в нем углеводородов. В случае повышения их предельно допустимых концентраций после выборки осадка осуществляют дополнительное вентилирование в течение 1—2 ч, что снижает опасность возникновения чрезвычайных ситуаций.

Далее описан наиболее эффективный способ, исключаящий выбор донного осадка вручную. Безопасная работа комплекса для промывки

резервуара для хранения топлива обеспечена рядом факторов: расстояние от резервуара 150 м и более; гидроприводное оборудование, включая вспомогательное, обеспечивающее удаление шлама из резервуара; автоматический мониторинг качества заземления всех элементов комплекса, находящихся внутри резервуара при очистке, с автоматическим отключением подачи моющих агентов в случае ухудшения качества заземления, а также газовой среды в резервуаре с автоматическим отключением подачи моющих агентов в случае приближения к границам взрываемости. Безопасность персонала обеспечена минимальным временем его нахождения внутри резервуара при проведении очистных работ. Присутствие рабочих в резервуаре необходимо только при установке вспомогательного оборудования (роботизированная пушка, бустерный насос, моющие головки). Непосредственно процесс извлечения шлама проходит без присутствия человека в резервуаре, однако шламовый экстрактор собирают вручную внутри цистерны. Роботизированной пушкой дистанционно управляет оператор, находящийся за пределами резервуара. Комплекс позволяет не только механизированным способом извлекать нефтешлам из резервуара, но также перерабатывать его методом разделения фаз, тем самым обеспечивая его экологичность. Современная центрифуга, спроектированная специально для вязких нефтешламов, разделяет их на нефтяную, водную и твердую фазы. Нефтяная фаза возвращается в производство, вода находится в обороте с частичным ее выводом из рециркуляции на очистные сооружения (в случае наличия подтоварной воды в очищаемом резервуаре). Твердая фаза — отход, подлежащий дальнейшему обезвреживанию или захоронению. Количество такого отхода снижается на 60—90 % по сравнению с ручной зачисткой резервуаров.

Экономическая целесообразность использования подобных комплексов для очистки объемных резервуаров для хранения топлива в НТЦ ИАКХ НТС обусловлена тремя их основными достоинствами: возвратом в производство нефтяной фракции, извлеченной из донного нефтешлама; многократным

снижением объема нефтеотходов, подлежащих вывозу и захоронению (или обезвреживанию); увеличением скорости оборачиваемости резервуарного парка за счет снижения времени нахождения резервуаров под очисткой.

Сделаем вывод, что основные производственные процессы при подготовке объемных резервуаров к наливу нового топлива должны быть максимально автоматизированы и механизированы. Следует предусматривать наиболее оптимальный режим выполнения операций по обработке объемных резервуаров для хранения топлива, направленный на повышение безопасности работ: сведение к минимуму ручного труда, сокращение времени пребывания работника внутри цистерны или емкости. Дополнительным способом повышения безопасности может стать замена шламового экстрактора на установку фрезы для выборки шлама на телескопическую основу, исключающую повреждение внутренних стенок цистерны, посредством чего будет исключена его ручная сборка внутри емкости, что обезопасит данный технологический процесс. Реализация предложенного метода выборки донных отложений (шлама) топлива поможет привести к снижению человеческих жертв, связанных со взрывами, с отравлениями парами углеводородов, экологическими катастрофами и другими чрезвычайными происшествиями, причина которых — человеческий фактор.

#### 2.4 Анализ состояния пожарной безопасности при проведении модельных испытаний прототипов НКТС

Модельные испытания НКТС производятся в малой модельной аэродинамической трубе. Проблемой при этих испытаниях может стать тот факт, что модели НКТС изготавливаются из дерева и не подвергаются противопожарной обработке. Необходимо предложить огнезащитную пропитку для модельных прототипов НКТС, толщина которой не будет влиять на аэродинамические показатели модели исследуемого тела, либо после аэродинамических испытаний в модельной аэродинамической трубе

использовать коэффициент, который будет учитывать толщину огнезащитной пропитки при получении аэродинамического фактора.

Огнезащитная пропитка древесины применяется для различных категорий обработки древесины от пожара, которые используются для различных целей в строительстве, но ни где не указано об необходимости обработки деревянной модели НКТС при аэроклиматических испытаниях. Необходимость использования защиты пиломатериалов из дерева – бревен, бруса, досок – от возникновения пожара является важным для обеспечения безопасности жизни людей, и свидетельствует о желании снизить потерю имущества и жизни на пожарах в помещениях. Учитывая тот факт, что древесина по своей природе чрезвычайно склонна или уязвима для пожаров в результате высокой скорости горения, имеет смысл, чтобы древесина, используемая для создания моделей прототипов НКТС, была предварительно обработана огнезащитной пропиткой.

В результате проведенного анализа современных огнезащитных средств были выявлены высокоэффективные составы для огнезащиты древесины. Это Неомид 450-1 и Неомид 450 – высокоэффективный состав для огнезащиты и антисептирования древесины. Переводит древесину в трудновоспламеняемый и трудногорючий материал, обеспечивая I (первую) и II (вторую) группу огнезащитной эффективности по ГОСТ 53292-2009.

Для того чтобы создать огнезащиту дерева, необходимо рассмотреть заданные риски возникновения пожара, и правильно выбрать химические вещества, которыми будут обрабатываться конкретные поверхности – доски, брус, бревна. Одним из лимитирующих факторов огнезащитной пропитки древесины является то, что она не может быть использована произвольно. Поскольку некоторые составы могут иметь побочные эффекты для здоровья человека при вдыхании паров или попадании на тело [18, 100].

## 2.5 Анализ использования технического трихлорэтилена в качестве хладагента в работе системы охлаждения НТЦ ИАКХ НТС

В системе охлаждения аэроклиматической трубы, аэродинамической трубы, модельной аэродинамической трубы, бароклиматической камеры для испытаний НКТС и в моторных боксах бароклиматической камеры для исследования технических характеристик ДВС применяется трихлорэтилен. В случае возникновения пожара необходимо вывести трихлорэтилен по трубопроводу из свинцовой ёмкости в специальную тару, находящуюся рядом с НТЦ ИАКХ НТС.

В рассматриваемом типовом НТЦ ИАКХ НТС транспортировка трихлорэтилена происходит в ручном режиме с помощью поворота рукоятки, находящейся в отдельном помещении и не контактируемом с помещением с цинковыми емкостями для хранения трихлорэтилена.

Технический трихлорэтилен должен быть изготовлен в соответствии с требованиями межгосударственного стандарта по техническим условиям «Трихлорэтилен технический», ГОСТ 9976-44. По физико-химическим показателям трихлорэтилен должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 1.

Технический трихлорэтилен – трудногорючая жидкость. Температура воспламенения – 380 °С. Но пары трихлорэтилена с воздухом образуют взрывоопасную смесь. При нагревании трихлорэтилена возможно образование самовоспламеняющегося токсичного дихлорацетилена. При контакте с открытым пламенем нагревания до 110 °С и на солнечном свете трихлорэтилен разлагается с образованием фосгена.

Трихлорэтилен оказывает наркотическое и общетоксическое действие, представляет опасность для сердечно – сосудистой и нервной систем, органов дыхания, зрения, обладает кумулятивным эффектом. При продолжительном воздействии на кожу вызывает поражения типа

экземоподобных дерматитов и ожогов с пузырьками, сухость, трещины, потерю чувствительности.

На данный момент в аэроклиматических комплексах концентрацию этого опасного вещества производят специальная служба не чаще одного раза в сутки.

Таблица 2 – Нормы показателей трихлорэтилена

Наименование показателя	Норма	
	Высший сорт ОКП 24 1226 0120	Первый сорт ОКП 24 1226 0130
Массовая доля трихлорэтилена, %, не менее	99,9	98,5
Массовая доля винилиденхлорида, %, не мене	0,01	Не нормируется
Плотность при 20 <sup>0</sup> С, г/см <sup>3</sup> , в пределах	1,463-1,465	1,462-1,466
Цвет в единицах Хазена, не более	15	25
Массовая доля нелетучего остатка, %, не более	0,0006	0,0030
Массовая доля воды, %, не более	0,01	0,02
рН водной вытяжки	9-10	9-11
Массовая доля хлор – иона, %, не более	0,0001	0,0003

### 3 АПРОБАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РАБОТЕ НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

3.1 Мероприятия по повышению пожарной безопасности с помощью модернизации автоматической установки пожаротушения

Применяемая на данный момент в НТЦ ИАКХ НТС установка автоматического пожаротушения основана на газовом огнетушащем составе. В пункте 2.2 данной магистерской диссертации написано о недостатках хладона, вещества, применяемого в газовом пожаротушении, а так же о том, что НТЦ ИАКХ НТС отказались от использования хладонов в пользу углекислоты. Но и это огнетушащее вещество имеет ряд недостатков.

АУГП НТЦ ИАКХ НТС предназначена для тушения пожара методом объемного заполнения защищаемого помещения парами огнетушащего вещества.

Технологическая часть установки состоит из следующих элементов:

- батареи газового пожаротушения, размещенные в помещении станции пожаротушения;
- коллекторы в станции пожаротушения и установленные на нем распределительные устройства;
- магистральный и распределительный трубопроводы;
- насадки.

Батареи газового пожаротушения предназначены для хранения под давлением и выпуска в защищаемое помещение расчётного (основного) количества ГОВ и обеспечения его выпуска. Продолжительность выпуска двуокиси углерода в защищаемое помещение не более 60 секунд.

В рассматриваемом типовом НТЦ ИАКХ НТС батарея содержит от 1 до 3 модулей газового пожаротушения типа 2М1, состоящих из баллонов вместимостью 100 литров с запорно – пусковыми устройствами.

Батареи через гибкие выпускные трубопроводы подключены к соответствующему коллектору. Каждый модуль в батарее оснащен устройством контроля массы огнетушащего вещества в баллоне – весовой индикатор.

Трубопроводы (магистральные и распределительные) предназначены для транспортировки огнетушащего вещества от батарей газового пожаротушения в защищаемое помещение.

Насадки предназначены для выпуска и равномерного распределения огнетушащего вещества в защищаемом помещении.

В качестве ГОВ принята двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ), бесцветный газ, не имеющий запаха и вкуса. Расчетное количество (масса) огнетушащего вещества в установке принята достаточной для обеспечения его нормативной огнетушащей концентрации в любом защищаемом помещении.

Кроме расчетного рабочего (основного) запаса огнетушащего вещества проектом предусмотрен резервный запас, равный 100% рабочему запасу, готовому к немедленному применению. Резервный запас используется в случае повторного возгорания или в период зарядки установки основным запасом. Также предусмотрен запас углекислоты на испытание.

Кроме расчетного и резервного запаса огнетушащего вещества проектом предусмотрен также 100% запас газового огнетушащего вещества, который должен храниться на складе.

К обслуживанию установки автоматического пожаротушения должны допускаться лица, прошедшие инструктаж по правилам технической эксплуатации энергоустановок (ПТЭ) и по правилам техники безопасности (ПТБ). Проверка знаний по ПТЭ и ПТБ лицами, обслуживающими установку, должна проводиться ежегодно квалификационной комиссией, назначенной приказом по предприятию, с присвоением соответствующей квалификации.

Лица, обслуживающие установку, должны иметь не ниже третьей группы по промышленной безопасности. Обслуживающему персоналу необходимо руководствоваться «Правилами техники безопасности по эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 кВТ».

Для обеспечения качественной эксплуатации и технического обслуживания установки автоматического пожаротушения, администрацией предприятия должен быть назначен следующий персонал: лицо, ответственное за эксплуатацию установки, оперативный (дежурный) персонал для круглосуточного контроля за техническим состоянием установки, обслуживающий персонал для технического обслуживания и ремонта установки.

Техническая документация по эксплуатации и техническому обслуживанию установки разрабатывается администрацией предприятия в соответствии с действующими правилами технической эксплуатации установок, паспортами и инструкциями заводов – изготовителей оборудования.

Требованиями к технике безопасности автоматической установки пожаротушения являются:

1. При эксплуатации установки необходимо выполнять следующие правила по технике безопасности: все работы производить только исправным инструментом, очистку и окраску трубопроводов производить в непосредственной близости от токоведущих элементов разрешается только при снятии напряжения с них и с оформлением наряд – допуска.

2. В станции пожаротушения должны быть вывешены схемы и инструкции по технике безопасности и эксплуатации оборудования.

3. Помещение станции пожаротушения должно содержаться в таком состоянии, чтобы в любой момент можно было войти в него и произвести ручной пуск установки пожаротушения.

4. Вход посторонних людей в помещение станции пожаротушения должен быть запрещен.

5. Помещение станции пожаротушения должно быть постоянно закрыто, ключ от помещения станции должен находиться у персонала, ведущего круглосуточное дежурство.

6. Гидравлические и пневматические испытания трубопроводов и емкостей аппаратов должны производиться в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

Преимуществами АУГП является своевременное обнаружение пожара, создание среды в защищаемом помещении не поддерживающей горение и тот факт, что не производится порча материальных ценностей.

Но все эти преимущества так же характерны для АУАП. В проведенном сравнении газового и аэрозольного пожаротушения большими достоинствами обладает последний способ тушения пожара. Одна из наиболее важных задач применения огнетушащих средств – обеспечение безопасности персонала защищаемых помещений, с чем установки аэрозольного пожаротушения справляются эффективнее.

После запрета Киотским протоколом в 1987 году применения хладонов в систему объемного пожаротушения пришел азот и углекислый газ. Последний применяется в АУГП НТЦ ИАКХ НТС на данный момент. Но углекислый газ по эффективности тушения огня уступает хладонам.

Альтернативным методом газового пожаротушения является аэрозольное пожаротушение. Испытание аэрозолей на основе окисных щелочных металлов показали, что новый метод в разы превосходит по эффективности газ, вероятность отравления аэрозолями при тушении пожара маловероятна, в отличии от газа, используемого в газовом пожаротушении. С помощью автоматической системы аэрозольного пожаротушения своевременно происходит обнаружение очага возгорания, АОС образуют большое количество инертных газов, что снижает содержание кислорода и реакционную способность горючей смеси в объеме, твердые частицы аэрозолей размером в 10–100 раз меньше порошков обладают высоким теплопоглощением и заметно уменьшают температуру пламени, аэрозоли

имеют более высокие, чем порошки, показатели стабильности создаваемых концентраций (низкая скорость оседания частиц) и проникающей способности в труднодоступные, «теневые» зоны защищаемого объема. Сравнительной таблицей характеристик аэрозольных, газовых составов, применяемых при объемном пожаротушении можно ознакомиться на таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики аэрозольных, газовых составов

	Аэрозоль	Газ		
		Углекислый газ, CO <sub>2</sub>	Хладоны	Инертный газ
Огнетушащая концентрация, кг/м <sup>3</sup>	0,04-0,06	0,6-0,7	0,22-0,37	0,6-0,8
Объем герметичного помещения, защищаемый 1 кг ОТВ, м <sup>3</sup>	17-25	1,25-1,7	2,7-4,5	0,25-1,7
Температура эксплуатации +/- °С	-60/+60	-35/+50	-50/+50	-50/+50

В таблице 4 описано влияние огнетушащих составов на человека, имущество и окружающую среду.

Таблица 4 – Влияние огнетушащего состава

Огнетушащий состав	Влияние на человека	Влияние на имущество	Влияние на окружающую среду
Аэрозоль	Может использоваться в присутствии человека в допустимых концентрациях и при соблюдении мер предосторожности	Не наносит вреда	Безопасен для окружающей среды, не способствует разрушению озонового слоя

Продолжение таблицы №4

Вода и пена	Необходимы специальные средства защиты	Приводит к порче имущества вследствие большого содержания воды, к коррозии металлических элементов, выходу из строя электроники.	Осадок сложно удалить, пена ядовита
Углекислый газ, CO <sub>2</sub>	В огнетушащей концентрации крайне опасен для человека	Образующийся конденсат может повредить электронику	Выброс CO <sub>2</sub> при тушении пожара гораздо выше выброса из других источников
Инертные газы	Могут вызвать нарушение снабжения мозга кислородом	Безвредны	Безвредны
Хладоны	Запрещены к применению в присутствии человека	Безвредны	Опасны, способствуют разрушению озонового слоя.

Все АОС, применяемые в автоматических установках пожаротушения, вне зависимости от производителей, действуют по одному и тому же принципу. Аэрозольная смесь содержит в себе определенные химические вещества. При их горении возникает горячий поток смешанных газов и твердых частиц. Эта горячая струя обладает гасящими способностями. Тушение происходит вследствие остановки цепных реакций в эпицентре возгорания, что можно наблюдать на рисунке 5.

Когда помещение заполняется аэрозолем в необходимой концентрации, объем тепла, выделяемого при горении, резко снижается, вследствие этого понижается температура и пожар локализуется. Важно, что после завершения работы ГОА необходимая для тушения концентрация аэрозоля сохраняется до пятнадцати минут, поэтому повторное возгорание невозможно. Во время

распыления аэрозольного состава из генератора его твердые частицы образуют пленку. Именно ее появление предотвращает доступ кислорода к огню. Когда пожар потушен, образовавшуюся пленку можно удалить. Убирается она без повреждения поверхности обычными моющими средствами.



Рисунок 5 – Принцип действия аэрозолеобразующего огнетушащего состава

АУАП состоит из следующих элементов: генератор аэрозолей, сеть датчиков, фиксирующих опасную ситуацию, сеть извещателей, сообщающих о пожаре и последующем запуске генераторов огнетушащего аэрозоля и пульта управления. На рисунке 6 показана схема работы автоматической установки аэрозольного пожаротушения, а на рисунке 7 показан внешний вид генератора огнетушащего аэрозоля в рабочем состоянии.

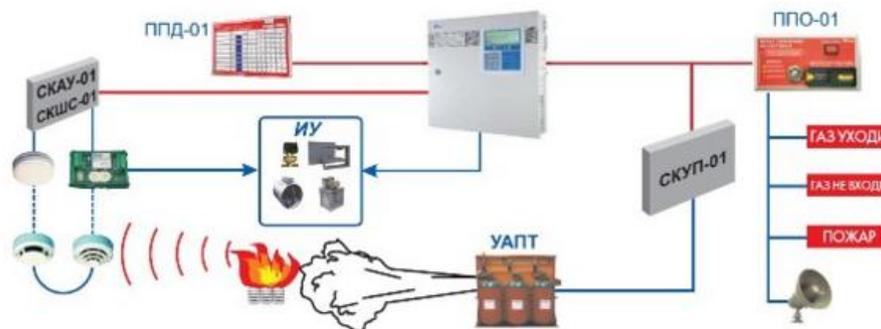


Рисунок 6 – Автоматическая система пожаротушения с использованием установки аэрозольного типа



Рисунок 7 – Генератор огнетушащего аэрозоля

В заключении необходимо еще раз подчеркнуть достоинства АУАП:

- Система работает без присутствия человека – пиропатрон генератора запускает пожарный датчик, а выключить ГОА после старта уже невозможно.
- Аэрозольное пожаротушение можно применять при любой температуре воздуха в помещении и наличие работающих электроприборов. То есть генератор огнетушащего аэрозоля может работать там, где воду или пену невозможно использовать в принципе.
- Такая система пожаротушения может использоваться и локально и «по площади». Причем в качестве средства объемного пожаротушения аэрозоль «работает» лучше воды (она замерзает), пены (она имеет граничный объем) и газа (он быстро улечивается).
- Генераторы аэрозоля не содержат движущихся деталей, емкостей под давлением и прочих компонентов, вынуждающих проводить частое техническое обслуживание. Такие устройства не нуждаются в техобслуживании вообще.
- Модули аэрозольного пожаротушения монтируют путем подключения генератора к пульту с помощью обычного низковольтного кабеля. То есть система аэрозольного пожаротушения не нуждается ни в трубопроводах, ни в распылителях, ни в запорно – регулирующей арматуре. В итоге монтаж таких моделей выполняется очень быстро, и стоит недорого.

- Современные аэрозоли экологически безвредны – они не могут повредить ни отделку, ни меблировку, ни оборудование. Но людям и домашним животным в зоне выброса аэрозоля находиться не стоит – они задохнутся без кислорода.

В связи с вышеизложенным, предложена альтернативная замена используемой автоматической установки газового пожаротушения на более безопасную и современную автоматическую установку аэрозольного пожаротушения в научно – технических центрах исследования аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств.

3.2 Мероприятия по повышению пожарной безопасности работы моторных боксов барокамеры для исследований технических характеристик ДВС, связанные со сливом, наливом и мойкой объемных резервуаров для хранения топлива

Для разработки мероприятий по повышению пожарной безопасности в испытательных моторных боксах барокамеры для исследований технических характеристик ДВС необходимо еще раз описать предназначение этого комплекса и принцип действия.

Моторные боксы барокамеры для исследований технических характеристик ДВС необходимы:

- для оценки комплекса законодательных и коммерчески актуальных потребительских свойств ДВС в целом при воздействии климатических факторов;
- для оценки функциональных параметров процессов в системах ДВС с позиции баланса химической, тепловой и механической энергий при воздействии климатических факторов;
- для оценки влияния доводочных изменений в конструкции ДВС на комплекс законодательных и коммерчески актуальных потребительских свойств.

Подачи топлива из объемных резервуаров для его хранения в моторный бокс барокамеры для исследований технических характеристик ДВС производится по трубопроводу из резервуаров для его хранения, куда это топливо необходимо налить, слить соблюдая меры пожарной безопасности. Топливо из резервуаров для хранения, расположенных вне корпуса НТЦ ИАКХ НТС, поступает в моторный бокс барокамеры для исследования технических характеристик ДВС по трубопроводу с помощью топливного насоса, отработанное топливо попадает в систему отвода отработавших газов. Возле НТЦ ИАКХ НТС располагаются объемные резервуары для хранения топлива со стороны ближайшей к моторному боксу бароклиматической камеры для исследований технических характеристик ДВС.

В пункте 2.3 данной диссертационной работы были выявлены недостатки в работе при сливе, наливе и мойке резервуаров для хранения топлива, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям (взрывы, пожары).

Речь идет об абсорбции и десорбции (эмиссии и поглощении) - способности жидкостей поглощать и выделять растворенные в них летучие газовые соединения. Характеристикой процессов абсорбции и десорбции жидкости является температура вспышки (не является температурой воспламенения) паров при наличии провоцирующего источника. Перед нами встает задача избежать возможности образования температуры вспышки при сливе, наливе топлива в резервуары для его хранения.

В результате выполненных исследований были сделаны выводы, что бензины обладают высокой эмиссией паров, которые опасны при любых температурах, но концентрация их всегда выше верхнего концентрационного предела взрывоопасности, а дизельное топливо обладает низкой эмиссионной способностью и пары их практически безопасны при температурах окружающей среды, концентрация их всегда ниже нижнего

концентрационного предела. То есть эмиссия (десорбция) паров не страшна при сливе/наливе топлива в резервуары для его хранения.

Но проблемой является абсорбция – взаимное поглощение паров жидкости. В процессе слива, налива топлива в резервуарах для его хранения в научно – технических центрах исследования аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств встречаются процессы, когда пары бензина контактируют с поверхностью дизельного топлива или наоборот. Контактное взаимодействие этих жидкостей не вызывает химической реакции между ними, но происходит физическое поглощение паров в жидкости.

Происходит процесс поглощения паров бензина дизельным топливом, потому что парциальное равновесное давление паров бензина выше, чем парциальное давление паров дизельного топлива над бензином. Концентрация паров будет снижаться и может дойти до взрывоопасного диапазона.

Для решения этой проблемы необходимо обязательно использовать закрытую технологию слива топлива с бензовоза с системой возврата паров из емкости резервуара для хранения топлива в емкость бензовоза. Эта система так же позволяет избежать попадания паров бензина в окружающую среду и повышается безопасность бензовоза, поскольку при обычном открытом сливе отсеки бензовоза заполняются обычным воздухом и за счёт недостаточной скорости испарения в них может образоваться взрывоопасная смесь с концентрацией паров от 2 до 6 объёмных процентов.

Еще одной проблемой в работе системы подачи топлива по трубопроводу в барокамеру для исследования технических характеристик ДВС является статическое электричество.

Считается, что полезным способом борьбы с генерирующим электростатическим потенциалом является заземление оборудования. Однако известны случаи, когда этого приема в качестве предохранительной меры не бывает достаточно. Предпринимаемые меры не устраняют появление

разрядов статического электричества внутри резервуаров для хранения топлива. Большинство взрывов происходит от разрядов внутри ёмкостей при надёжно заземлённом оборудовании.

В связи с этим приходится считать, что заземление только частично обеспечивает безопасность операций с нефтепродуктами. Поэтому одновременно с обязательным заземлением необходимо применять и другие средства и способы для устранения разрядов статического электричества или по возможности изыскивать меры и подходы для реализации условий, сводящих влияние разрядов статического электричества к минимуму.

Предполагается, что суммарный электростатический заряд объема нефтепродукта, находящегося в цистерне, передается в течение определенного времени на металлическую оболочку цистерны и далее стекает на землю. Принято, что данный процесс подчиняется некоторой экспоненциально – временной зависимости. Вид ожидаемой экспериментальной зависимости пока не установлен. На стенках реальной ёмкости, находящейся в длительной эксплуатации с целью транспорта или хранения продуктов с разной вязкостью и другими свойствами, всегда остаются твёрдые остатки в виде плёнки, затрудняющей быструю утечку электростатических зарядов. Отсюда понятно, что гарантированного способа устранения электростатических зарядов из нефтепродуктов при их наливе, сливе и хранении пока не найдено.

Поэтому приходится обращать внимание на другие факторы возникновения взрывов, а именно: кроме источника электростатических разрядов для возникновения взрывного процесса необходимо наличие взрывоопасного вещества или формирование пожаро – взрывоопасной среды при технологических операциях.

Примеси ЛУФ всегда присутствуют в определённых концентрациях в составе ПВС над зеркалом топлива в технологических ёмкостях, магистралях и регулировочной аппаратуре. Количество (концентрация) ЛУФ в ПВС зависит от состава компонентов и температуры окружающей среды и

продукта. Степень летучести компонентов и пожароопасность для каждого вида нефтепродукта определяется температурой вспышки в закрытом тигле и величиной давления насыщенных паров.

К условиям в процессе которых появляется взрывоопасная концентрация ЛУФ и ПВС можно отнести изменение температуры, абсорбцию ЛУФ продуктом с более высокой температурой вспышки, принудительное изменение концентрации при поступлении воздуха в ёмкости во время осуществления технологической операции, например, слив топлива из резервуара для его хранения.

Если из объемного резервуара для хранения топлива слить бензин и негерметично закрыть его, то концентрация паров уменьшается по мере вентиляции воздуха и может достигнуть взрывоопасного значения. При герметизации ёмкости на её стенках остаётся плёнка из продукта, и концентрация паров восстанавливается до равновесного значения и остаётся таковой в течение длительного времени. В автоцистернах, цистернах и резервуарах дыхательные клапаны должны быть всегда в исправном состоянии чтобы обеспечивать герметизацию затворов в пределах рабочего давления. В противном случае кроме потерь от испарения бензина может образоваться взрывоопасная концентрация паров в ёмкости.

Скорость слива продукта из ёмкости бензовоза должна быть такой, чтобы при поступлении воздуха, замещающего продукт в ёмкости объемного резервуара для хранения топлива, концентрация ЛУФ и ПВС не опускалась до пределов взрывоопасной области (2-6) %. Наиболее безопасным техническим решением проблемы в данном случае может быть возврат паров из донорной ёмкости (куда поступает бензин – объемный резервуар для его хранения) в акцепторную ёмкость (откуда бензин сливается – бензовоз), то есть газовозврат или рециркуляция паров через специальный трубопровод. Данная технология необходима сливе, наливке автоцистерн, резервуаров для хранения топлива.

Как было описано ранее, эта технология позволяет бороться с проблемой абсорбции паров, позволяет избежать попадания паров бензина в окружающую среду и повышает безопасность бензовоза, что очередной раз доказывает необходимость применения закрытой технологии слива топлива с возвратом паровоздушной смеси из емкости резервуара для хранения топлива в отсек бензовоза.

Еще одной проблемой, которой мало уделяется внимание, в современных НТЦ ИАКХ НТС – это процесс безопасной мойки объемных резервуаров для хранения топлива, с точки зрения недопущения пожароопасных ситуаций.

Мойку и очистку от нефтешламов резервуаров для хранения бензина и дизельного топлива необходимо производить не реже, чем 1 раза в 2 года. Зачистку делают также перед сменой заливаемого в резервуар нефтепродукта, перед подготовкой к очередному или внеочередному ремонту, при освобождении от пирофорных высоковязких осадков, содержащих влагу, ржавчину и так далее, что в отдельных случаях может произойти и раньше установленных сроков. На данный момент ручная очистка от нефтешламов остается наиболее распространенным методом по всему миру, это является дешево, но не безопасно для жизни человека, окружающей природы и пожарной безопасности очищаемого объекта.

Ручной метод очистки нефтяных объемных резервуаров имеет недостатки: огромный риск для здоровья и безопасности людей, проводящих очистку, загрязнение окружающей среды (водного и воздушного бассейнов и почвы), объем нефтеотходов, генерируемых при такой очистке, огромен. Это создает проблемы с их последующими транспортированием, захоронением, повторной переработкой и (или) обезвреживанием.

Очисткой, мойкой объемных резервуаров для хранения топлива занимаются подрядческие организации. Частокогда очистку резервуаров для хранения топлива уже нельзя больше отложить, предприятие спешно ищет подрядчика, руководствуясь при этом не безопасностью и качеством работ, а

стоимостью оказываемых услуг. Зачастую даже не проводят анализ методов очистки резервуаров, которыми будет пользоваться нанятая для этих целей сервисная компания.

В большинстве стран при выборе сервисной компании для оказания подобных услуг минимальная цена очистки резервуара превалирует над риском пожара или даже взрыва. Статистически более 80 % всех несчастных случаев – следствие человеческого фактора, а в отношении очистки резервуаров данная цифра приближается к 100 %.

При ручном методе очистки длительное воздействие углеводородов, попадающих в органы дыхания человека, крайне отрицательно сказывается на здоровье, вызывая ряд тяжелых заболеваний, включая раковые. Зачастую средства индивидуальной защиты, применяемые при очистке, примитивны и фактически не защищают человека от крайне вредной атмосферы внутри резервуаров. Так же очистка резервуаров для хранения топлива является источником загрязнения окружающей среды по всей планете.

При ручной очистке объемных резервуаров для хранения топлива от нефтешламов образуется огромное количество отходов 1-го класса опасности, которые обычно сбрасывают в шламонакопители, загрязняя окружающую среду за счет испарений углеводородов, их биодеструкции и миграции с грунтовыми водами. Перерабатывать такие нефтеотходы из шламонакопителей крайне сложно и затратно.

Для решения проблем, созданных при мойке объемных резервуаров для хранения топлива рекомендуется использовать профессиональные и автоматизированные комплексы очистки резервуаров – моечные установки, с помощью которых проводят сокращенную и полную зачистку резервуаров из под бензинов и дизельного топлива.

Операции сокращенной зачистки: откачка остатка нефтепродукта в специально подготовленную емкость для дальнейшей утилизации либо вторичного использования, что обеспечивает экологическую безопасность процесса; мойка гидромонитором струями воды под давлением.

Полную зачистку необходимо производить перед ремонтом резервуара для хранения топлива. Ее операции: откачка остатка нефтепродукта, мойка гидромонитором по замкнутому циклу, дегазация принудительным вентилированием в течение 4 ч, мойка внутренней поверхности резервуара чистой водой с помощью распылителя. Одновременно проводят выкачку этой воды эжектором, отбор проб воздуха из резервуара (0,3 м от днища) на содержание в нем углеводородов, выборку осадка вручную.

Перед ведением огневых работ повторно отбирают и анализируют пробы воздуха из резервуара на содержание в нем углеводородов. В случае повышения их предельно допустимых концентраций после выборки осадка осуществляют дополнительное вентилирование в течение 1—2 ч, что снижает опасность возникновения чрезвычайных ситуаций.

Далее описан наиболее эффективный способ, исключая выбор донного осадка вручную. Безопасная работа комплекса для промывки резервуара для хранения топлива обеспечена рядом факторов: расстояние от резервуара 150 м и более; гидроприводное оборудование, включая вспомогательное, обеспечивающее удаление шлама из резервуара; автоматический мониторинг качества заземления всех элементов комплекса, находящихся внутри резервуара при очистке, с автоматическим отключением подачи моющих агентов в случае ухудшения качества заземления, а также газовой среды в резервуаре с автоматическим отключением подачи моющих агентов в случае приближения к границам взрываемости. Безопасность персонала обеспечена минимальным временем его нахождения внутри резервуара при проведении очистных работ.

Экономическая целесообразность использования подобных комплексов для очистки объемных резервуаров для хранения топлива в НТЦ ИАКХ НТС обусловлена тремя их основными достоинствами: возвратом в производство нефтяной фракции, извлеченной из донного нефтешлама; многократным снижением объема нефтеотходов, подлежащих вывозу и захоронению (или

обезвреживанию); увеличением скорости оборачиваемости резервуарного парка за счет снижения времени нахождения резервуаров под очисткой.

С точки зрения пожарной безопасности использование профессиональных и автоматизированных комплексов очистки резервуаров – моечных установок – приведет к снижению человеческих жертв, связанных со взрывами. Автоматизированные комплексы очистки резервуаров контролируют границы взрываемости, производят отбор и анализируют пробы воздуха из резервуара для хранения топлива в процессе мойки на содержание в нем углеводородов. Помимо этого решается ряд других проблем, связанных с отравлениями парами углеводородов, экологическими катастрофами, причина которых – человеческий фактор.

Мероприятиями по повышению пожарной безопасности работы моторных боксов барокамеры для исследований технических характеристик ДВС, связанные со сливом, наливом и мойкой объемных резервуаров для хранения топлива являются:

1. Для снижения рисков возникновения абсорбции (в данном случае процесса поглощения паров бензина дизельным топливом), в результате которого концентрация паров будет снижаться и может дойти до взрывоопасного диапазона необходимо использовать закрытую технологию слива топлива с бензовоза с системой возврата паров из емкости резервуара для хранения топлива в емкость бензовоза. Эта система так же позволяет избежать попадания паров бензина в окружающую среду и повышается безопасность бензовоза, поскольку при обычном открытом сливе отсеки бензовоза заполняются воздухом и за счёт недостаточной скорости испарения в них может образоваться взрывоопасная смесь с концентрацией паров от 2 до 6 объёмных процентов.

2. Для борьбы с генерирующим статическим электричеством в объемных резервуарах для хранения топлива, магистралях, трубопроводах, регулировочной аппаратуре и запорной арматуре, применяемых в моторных боксах барокамеры для исследований технических характеристик ДВС

необходимо по мимо заземления оборудования избежать факторы возникновения взрывов. Кроме источника электростатических разрядов для возникновения взрывного процесса необходимо наличие взрывоопасного вещества или формирование пожаро – взрывоопасной среды (легкие углеводородные фракции) при технологических операциях, допустить наличие которых нельзя. Для этого необходимо соблюдать следующие меры: при сливе топлива из резервуаров для его хранения, необходимо герметично его закрывать, иначе концентрация паров уменьшится по мере вентиляции воздуха и может достигнуть взрывоопасного значения; скорость слива топлива из резервуара для его хранения должна быть такой, чтобы при поступлении воздуха, замещающего продукт в ёмкости, концентрация ЛУФ и ПВС не опускалась до пределов взрывоопасной области (2-6) %. Наиболее безопасным техническим решением проблемы в данном случае может быть возврат паров из донорной ёмкости (куда поступает бензин – резервуар для его хранения) в акцепторную ёмкость (откуда бензин сливается – бензовоз), то есть газовозврат или рециркуляция паров через специальный трубопровод. Речь идет о применении закрытой технологии слива топлива с бензовоза с системой возврата паров из емкости резервуара для хранения топлива в емкость бензовоза, которая так же борется с проблемой, указанной выше.

3. Для недопущения возникновения пожароопасных ситуаций при мойке резервуаров для хранения топлива необходимо отказаться от ручной очистки. использование профессиональных и автоматизированных комплексов очистки резервуаров – моечных установок – приведет к снижению человеческих жертв, связанных со взрывами. Автоматизированные комплексы очистки резервуаров контролируют границы взрываемости, производят отбор и анализируют пробы воздуха из резервуара для хранения топлива в процессе мойки на содержание в нем углеводородов. По мимо этого решается ряд других проблем, связанных с отравлениями парами углеводородов, экологическими катастрофами, причина которых – человеческий фактор.

### 3.3 Организационно – технические приемы предотвращения пожароопасных ситуаций, возникающих при испытаниях НКТС и модельных испытаниях прототипов НКТС

При испытаниях моделей прототипов НКТС в малой модельной аэродинамической трубе, возникают проблемы, связанные с противопожарной обработкой моделей прототипов НКТС, изготовленных из дерева, для избежания их возможности стать источником возгорания. Модели прототипов НКТС являются материальными ценностями, поэтому их проблема их сохранности в случае возникновения пожара актуальна.

Предлагается использовать огнезащитную пропитку для моделей прототипов НКТС средств, толщина которой не будет влиять на аэродинамические показатели исследуемой модели, либо после аэродинамических испытаний в модельной аэродинамической трубе необходимо использовать коэффициент, который будет учитывать толщину огнезащитной пропитки при получении аэродинамического фактора транспортного средства.

В результате проведенного анализа современных огнезащитных средств были выявлены высокоэффективные составы для огнезащиты древесины – Неомид 450-1 и Неомид 450. Он переводит древесину в трудновоспламеняемый и трудногорючий материал, обеспечивая I (первую) и II (вторую) группу огнезащитной эффективности по ГОСТ 53292-2009. А так же при правильном применении они безопасны, и не несут вреда здоровью.

При испытаниях НКТС в НТЦ ИАКХ НТС необходима система отвода выхлопных газов. Для исключения ложных срабатываний датчиков дыма выхлопная система испытуемого ДВС НКТС должна быть герметична.

Система отвода отработавших газов имеет вакуумный компрессор с водой в качестве уплотнения в прочном, долговечном исполнении, включая сепаратор жидкости, регулятор питающей воды для охлаждения и

заполнения компрессора. Так же в систему сходит теплообменник для отвода воздуха и отработавшего газа с системой охлаждения и обогрева из высококачественной стали с трихлорэтиленом и электрическим нагревом во избежание замерзания и перегрева вакуумного насоса. Нагревание необходимо при работе барокамеры для испытания двигателей при температуре от -10 до -40<sup>0</sup>С.

С помощью газоанализатора выполняется контроль опасных газов в барокамере для испытания ДВС, но переносной газоанализатор не позволяет постоянно контролировать необходимые параметры. Предлагается установить в аэроклиматической трубе, аэродинамической трубе, модельной аэродинамической трубе, бароклиматической камере для испытаний транспортных средств и бароклиматической камере для испытания двигателей сигнализаторы газоопасности, они являются предупредительной сигнализацией для опасных газов бензина и трихлорэтилена, последний используется в системе охлаждения рассматриваемого комплекса. Датчики необходимо монтировать в бароклиматических камерах для испытаний автомобилей, в барокамерах для исследования технических характеристик ДВС, а также в аэродинамической и аэроклиматической трубе испытательного центра.

В заключении, мероприятиями для предотвращения пожароопасных ситуаций, возникающих при испытаниях транспортных средств и модельных испытаниях автомобилей являются:

1. Использование огнезащитной пропитки для исследуемых моделей транспортных средств перед испытаниями в модельной аэродинамической трубе.

2. Необходимо установить сигнализаторы газоопасности в бароклиматических камерах для испытаний автомобилей, в барокамерах для исследования технических характеристик ДВС, а также в аэродинамической и аэроклиматической трубе испытательного центра. Они являются предупредительной сигнализацией для опасных газов бензина

(система отвода выхлопных газов) и трихлорэтилена (используемого в системе охлаждения комплекса).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации на тему «Система управления и технические средства пожарной безопасности научно – технических центров исследований аэроклиматических характеристик наземных транспортных средств» разработаны ОТП совершенствования системы управления и технических средств пожарной безопасности, обеспечивающие повышение безопасности реализаций рабочих технологических процедур исполнения ОКР и НИР в составе НТЦ ИАЭКХ НТС.

Представлены результаты проведенного анализа состояния пожарной безопасности технического объекта, на примере НТЦ ИАЭКХ НТС дирекции по техническому развитию ОАО «АВТОВАЗ» с определением наиболее критических звеньев в её функционирующей базовой системе пожарной безопасности

Предложены усовершенствованные ОТМ по повышению пожарной безопасности исполнения технологических процессов исследования аэроклиматических характеристик НКТС, выполняемых в большой аэроклиматической и малой модельной аэродинамических трубах НТЦ ИАЭКХ НТС.

Проведены оценки функционирования базовой (штатной) автоматической установки газового пожаротушения, использующей в качестве огнетушащего вещества углекислый газ.

Предложена альтернативная замена используемой базовой (штатной) АУГП на АУАП, использующую в качестве огнетушащего вещества твердотопливную композицию горючего ( $K_3CO_3$ ,  $KHCO_3$ ,  $KOH$ ,  $KCl$ ,  $K_2O$ ) и окислитель ( $CO_2$ ).

Разработаны усовершенствованные ОТМ, направленные на повышение пожарной безопасности проведения технологического процесса процедур слива и налива топлива, мойки объемных резервуаров для хранения топлива, используемых в составе технологического оборудования моторных боксов

барокамеры при проведении исследований технических (эксплуатационных, экологических) характеристик ДВС.

Разработаны ОТМ, предназначенные для борьбы с генерируемым статическим электричеством, возникающим в резервуарах, используемых для хранения топлива, а так же в топливных магистралях, трубопроводах и регулировочной аппаратуре и запорной арматуре, входящих в состав технологического оборудования моторных боксов барокамеры исследований технических характеристик ДВС.

Представлены и обоснованы положения и требования о необходимости обработки деревянных моделей прототипов НКТС огнезащитной пропиткой веществами антипиренами для перевода древесной структуры в трудновоспламеняемый и трудногорючий материал.

В результате выполненных исследований выявлена необходимость в установке сигнализаторов газоопасности как в рабочих зонах бароклиматических камер, используемых для испытаний полномасштабных НКТС в сборе, так и в барокамерах моторных боксов, используемых для исследования технических (эксплуатационных, экологических) характеристик ДВС, а также в рабочих зонах полномасштабных аэродинамических и аэроклиматических труб НТЦ ИАЭКХ НТС.

Предложенные ОТМ, направленные на повышение пожарной безопасности рабочих технологических процессов исследований аэроклиматических характеристик НКТС, рассмотрены и одобрены техническим советом инженерной службы дирекции по инжинирингу научно – технического центра ОАО «АВТОВАЗ» в качестве исходной базы технического задания на разработку.

Выполненная научно – техническая разработка может быть также рекомендована к рассмотрению по её внедрению в аналогичного типа научно – исследовательских организациях, занимающихся разработкой и исследованиями колесных транспортных средств (научно – исследовательским автотранспортным институтом НАМИ г.Москва,

центральным автополигоном НАМИ г.Видное, Московская область), а также на ведущих отечественных автомобильных предприятиях ОАО «КАМАЗ», ОАО «АВТОВАЗ», ОАО «УАЗ».

## СПИСОК, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А. Я. Корольченко, Д. А. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. [текст]— М.: Асс. «Пожнаука», 2004. — Ч. I. С. 119
2. Горина Л.Н. Итоговая государственная аттестация магистра по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» программы «Системы управления промышленной, производственной и экологической безопасностью», «Управление пожарной безопасностью», «Экологическая безопасность процессов и производств»[Текст] - Тольятти: изд-во ТГУ, 2014. – 171 с.
3. Егоров А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие [Текст]/ А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова Тольятти, 2012, - 135с.
4. Горина Л.Н. Преддипломная практика по направлению подготовки магистров «Техносферная безопасность», Учеб.-методическое пособие[Текст] – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. – 43 с.
5. Горина Л.Н. Итоговая государственная аттестация магистра по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» программы «Системы управления промышленной, производственной и экологической безопасностью», «Управление пожарной безопасностью», «Экологическая безопасность процессов и производств», «Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей среды в нефтегазовом и химическом комплексах»[Текст] - Тольятти: изд-во ТГУ, 2014. – 275 с.
6. Казаков Ю. В. Системный подход к научно-исследовательской работе [Текст]: учеб. пособие / Ю. В. Казаков ; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Оборудование и технология сварочного пр-ва и пайки". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2010. - 67 с.

7. Добренъков В. И. Методология и методы научной работы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Добренъков, Н. Г. Осипова. - Гриф УМО. - Москва : КДУ, 2009. - 276 с.
8. Волков Ю. Г. Диссертация [Электронный ресурс]: подгот., защита, оформление : практ. пособие / Ю. Г. Волков. - Москва : Гардарики, 2001. - 159 с.
9. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие. - Тольятти : ТГУ, 2013.
10. Система стандартов безопасности труда: [Текст] - М.: Изд-во стандартов, 2002. - 102, [1] с.: ил.; 29 см. - (Межгосударственные стандарты). - Содерж.: 16 док. - 1231 экз.
11. Навацкий А.А. и др. [Текст] Производственная и пожарная автоматика. Часть 1. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. Пожарная сигнализация. Учебник. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. -370с.
12. Бабуров В.П. и др. [Текст] Производственная и пожарная автоматика. Часть 2. Автоматические установки пожаротушения. Учебник. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. -304с.
13. Бабуров В.П. и др. [Текст] Автоматические установки пожаротушения. Учебно-справочное пособие. – М.: ООО «Издательство «Пожнаука», 2007.-293с.
14. Фомин В.И. Пожарная автоматика [Электронный ресурс] // Пожарная безопасность 2002. Специализированный каталог, 2002.
15. Фомин В.И. Автоматические установки пожаротушения [Электронный ресурс] // Противопожарные и аварийно-спасательные средства, № 4, 2004.
16. Фомин В.И. Автономные установки пожаротушения: основные показатели [Электронный ресурс] // Противопожарные и аварийно-спасательные средства, №4, 2005.

17. Волков О.М., Назаров В.П., Безопасность АЗС [Текст] // Пожарное дело. – 1985.- №6.
18. Кобылин Н.И., Гельфинд Б.Е. Безопасный слив/налив – это возможно [Электронный ресурс] // Современная АЗС. – 2010 - №1(94).
17. «Пожаровзрывобезопасность»[Электронный ресурс]: научно – технический журнал. 2011. № 12. С. 4-10; 2012. № 3. С. 81-94.
18. Лекторский Д.Н. [Электронный ресурс]: Защитная обработка древесины. – М. – Л.:Гослесбуиздат, 1961. – 216 с.
19. ГОСТ Р 53292 – 2009.Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний. – Введ. 01.01.2010 г.[Текст] // НСИС ПБ, Национальная справочно – информационная служба в области пожарной безопасности. – 2010. – №2(42);М.:Стандартинформ, 2009
20. Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б. [Электронный ресурс]: Горение древесины и ее пожароопасные свойства : монография. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2010. – 262 с.
21. Федеральный закон 07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015). Технический регламент о требованиях пожарной безопасности[Текст]// «Собрание законодательства РФ», 2015, N 15, ст. 87.
22. ГОСТ Р 50969-96. Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний п. 4.20 [Электронный ресурс]. – Введ. 07.01.1997.
23. РФ ГОСТ Р 50969-96. Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний. Раздел 8. Порядок проведения испытаний[Электронный ресурс]. –Введ. 13.11.1996. М.: ВНИИПО МВД России, 1999, ст. 47
24. ГОСТ 12.1.004-91\* ССПБ Пожарная безопасность. Общие требования[Электронный ресурс]. –Введ. 01.07.1992, ст. 68.
25. ГОСТ 12.2.047- 86 Пожарная техника. Термины и определения [Электронный ресурс]. –Введ.01.07.1987.ст. 15.

26. НПБ 58-97 Системы пожарной сигнализации адресные. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. – Введ.01.01.1997. М.: Москва, 1997, ст. 25.
27. НПБ 66-97 Извещатели пожарные автономные. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. –Введ. 31.08.1997. М.: Москва, 1997, ст. 25.
28. НПБ 71-98 Извещатели пожарные газовые. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. –Введ. 27.07.1998. ВНИИПО МВД России, 2000, ст. 29
29. НПБ 72-98 Извещатели пламени пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний[Электронный ресурс]. –Введ. 27.07.1998. ВНИИПО МВД России, 1999, ст. 10
30. НПБ 85-00 Извещатели пожарные тепловые. Технические требования пожарной безопасности. Методы испытаний [Электронный ресурс]. –Введ. 01.05.2001. М. Москва, 2001, ст. 118
31. НПБ 88-01\* Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы проектирования [Электронный ресурс]. –Введ. 01.01.2002. М.Москва, 2001, ст. 104
32. ГОСТ Р 50969-96. Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. –Введ. 07.01.1997. ВНИИПО МВД России, 1999, ст. 14
33. ГОСТ Р 51043-2002. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. –Введ. 07.01.2002. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003, ст. 47
34. ГОСТ Р 51052-2002. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Узлы управления. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. –Введ. 07.01.2003. М.: ИПК Издательство стандартов, 2008, ст. 45

35. ГОСТ 27331-87 Пожарная техника. Классификация пожаров [Электронный ресурс]. –Введ. 01.01.1988. ВНИИПО МВД России, 1994, ст. 3
36. ГОСТ 12.3.046-91. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования [Электронный ресурс]. –Введ. 01.01.1993. М.: ИПК Издательство стандартов, 1994, ст. 3
37. ГОСТ Р 51091-97. Установки порошкового тушения автоматические. Типы и основные параметры [Электронный ресурс] –Введ. 01.07.1998. М.: ИПК Издательство стандартов, 1998, ст. 19
38. Федеральный закон РФ № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. – Введ. 21.07.1997. М.: Москва, 1997, ст. 50
39. Федеральный закон РФ № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности [Электронный ресурс] –Введ. 21.12.1994. М.: Москва, 1995, ст. 45.
40. Устройство для пожаротушения горючей жидкости [Электронный ресурс]: пат. 2232041 Рос. Федерация: МПК 7 А 62 С 3/06 / Брезгин А.Е.; № 2002134016/12; Заявл. 18.12.2002; Оpubл. 10.07.2004, Бюл. №19 (1ч). – 3 с.
41. Craig Voelkert J. A Brief Guide to Fire Chemistry and Extinguishment Theory for Fire Equipment Service Technician [Электронныйресурс] / Voelkert J. Craig.–Fire and Fire Extinguishment, 2009. –27 p.
42. Clark J. How many things can you plug into an electrical outlet before it catches fire? [Электронныйресурс] / J. Clark. – 58 p.
43. Clark W.E. Firefighting Principles and Practices [Текст] William E. Clark. – Penwell Publishing Company, USA, 1991. – 379 p.
44. Fire and Arson Scene Evidence: A Guide for Public and Safety Personnel [Текст] / U.S. Govement General Books LLC, 2011. – 74 p.
45. Gottsschack J. Firefighting [Текст] / J.Gottsschack // PorlingKinderley. – 2002. – 160 p.