

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

(наименование кафедры)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему: Исследование эффективности использования технических средств пожаротушения в окрасочных камерах цехов окраски кузовов легковых автомобилей на примере ПАО «АВТОВАЗ»

Студент	А.С.Спиридонов	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Научный руководитель	А.Н.Москалюк	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	В.Г.Виткалов	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Руководитель программы _____ к.т.н., доцент И.И. Ращоян

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

(личная подпись)

« ____ » _____ 2018 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина

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

(личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Определения	3
Введение	4
1. Автомобильное производство. Современная технология производства автомобилей	8
1.1 Пожарная опасность технологии производства автомобилей.....	10
1.2 Пожарная опасность производства окраски кузовов легковых автомобилей	11
1.3 Оборудование, применяемое в производстве окраски кузовов легковых автомобилей	36
1.4 Современные материалы, применяемые в производстве окраски кузовов легковых автомобилей. Водорастворимые краски.....	40
2. Анализ современных систем пожаротушения.....	42
2.1 Способы и средства тушения пожаров.....	42
2.2 Автоматические установки пожаротушения.....	44
2.2.1. Водяные системы.....	44
2.2.2. Газовые системы пожаротушения.....	47
2.2.3. Порошковое автоматическое тушение.....	54
2.2.4. Системы аэрозольного тушения.....	57
2.2.5. Анализ современных систем безопасности. Защита окрасочных и сушильных камер.	59
3. Предложения по повышению эффективности систем пожаротушения.	
3.1 Недостатки существующих систем пожаротушения.....	68
3.2 Установки тонкораспыленной воды.....	68
3.3 Оценка эффективности предлагаемого решения.....	88
Заключение	90
Список используемых источников	89

ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

Покраска — сложная физико-химическая технология, результатом которой является сформированное прочное лакокрасочное покрытие на поверхности твёрдых материалов. Материалы, образующие такое покрытие, вступают во взаимодействие с окрашиваемой поверхностью в жидком состоянии.

Фосфатирование — химический процесс, в результате чего на поверхности кузова образуется химически связанный слой шероховатых кристаллов.

Пассивация — процесс образования очень тонкого оксидного слоя на металле.

Электроосаждение (электрофорез) — перенос вещества при помощи электрического тока.

Катафорез — краска заряжена положительно (+) и рассматривается как катионная деталь. Деталь, предназначенная для окраски заряжена отрицательно (-).

Укрывистость — способность лакокрасочных материалов при нанесении на подложку скрывать цвет поверхности.

Диализная система (УФ-модуль) — представляет собой цилиндр, имеющий большое количество сот размером ультра (нано). С помощью него происходит разделение вещества на материал и ультрафильтрат.

Ультрафильтрат — представляет собой очищенную воду.

АУПТТВ — автоматическая установка пожаротушения тонкораспыленной водой.

ИПП—извещатель пламени пожарный.

ИПР — извещатель пожарный ручной.

ИК — инфракрасный датчик.

ВВЕДЕНИЕ

Автомобилестроение-сегодня это одна из самых быстрорастущих и наукоемких отраслей во всем мире, в том числе и в России.

Производство автомобилей - основная часть машиностроительной отрасли, оказывающая влияние на явления экономического развития России. Обладание современной автомобилестроительной промышленностью будет одной из составных частей безопасности современного, независимого государства. В данном виде машиностроения развиваются более 200 больших и малых заводов и небольших предприятий, трудоустроено более 810 тыс. человек. Производство автомобилей возможно только в непосредственном взаимодействии с предприятиями электрохимической, электротехнической, химической, электронной, и многих других отраслей промышленности. Данное производство дает работу около 4млн. человек из числа наиболее трудоспособного населения страны. В стране помимо собственных производителей размещены автосборочные производства очень многих мировых игроков в автомобилестроении. Дальнейшее развитие автомобилестроения приводит к большему развитию науки, включая даже разделы которые непосредственно не соприкасаются с автомобилестроением. Как всякому сложному современному и энергонасыщенному производству ему угрожают пожары. Что такое пожар на современном производстве?

Это в первую очередь угроза для жизни его работников, а уже затем угроза материальным ценностям в виде произведенной продукции, заготовок, здания и сооружений.

Актуальность темы диссертации обусловлена высокой пожарной опасностью окрасочных производств и необходимостью постоянного совершенствования систем пожаротушения. Ухудшение обстановки с пожарами в России, в развитом государстве, непрерывно соединено с современными разработками в различных областях, изменением технологий,

вследствие чего увеличивается использование ЛВЖ и ГЖ, и других сгораемых материалов, и связанных с ними техногенных аварий и инцидентов. Вышеперечисленные и некоторые другие причины неуклонно ведут к росту загораний и пожаров, а также увеличением ущерба связанного с ними.

Рост количества пожаров и увеличение материальных потерь нередко является результатом разбалансированности системы обеспечения пожарной безопасности, неэффективностью исполнения задач, снижением технической и материальной поддержки указанных направлений.

Низко исследованными являются специфические свойства административно-правового взаимоотношения в обществе, направленные на снижение количества пожаров и ущерба от них.

Не проводится анализ несоответствий в областях права, присутствующих в организационной и регулирующей функции государственных структур и общества, и не позволяющих изменить государственные механизмы, направленные на совершенствование систем поддержания необходимого пожаробезопасного состояния. Данные причины обуславливают поиск новых и эффективных способов и направлений предупреждения и тушения пожаров.

Все вышеперечисленное и задало направление в выборе темы исследования, цели и задачи научного диссертационного исследования.

Цель исследования:

- исследование эффективности использования технических средств пожаротушения в окрасочных камерах цехов окраски кузовов легковых автомобилей на примере ПАО «АВТОВАЗ» и повышение эффективности тушения применением систем тушения тонкораспыленной водой.

Задачи:

- рассмотреть технологию производства кузовов автомобилей на примере производства окраски кузовов ПАП В0.
- выявить наиболее пожароопасные участки и рассмотреть физико-химические свойства применяемых веществ.

- проанализировать средства и методы тушения пожаров, существующие системы противопожарной защиты.
- рассмотреть недостатки преимуществ основных применяемых систем.
- предложить способы повышения эффективности систем пожаротушения.

Объект исследования – корпус окраски кузовов производства ПАП В0 ,а точнее камера нанесения эмали и лака.

Предмет исследования – система контроля пожарной безопасности и средства тушения пожаров.

Научная новизна исследования состоит в определении оптимальных способов и методов тушения загораний благодаря использованию современных методов обнаружения и тушения пожаров.

Весомыми результатами научных исследований, полученных в данной работе и характеризующие научную новизну и значимость исследования могут быть такими:

- определены основные показатели ныне эксплуатирующихся установок по обнаружению и тушению пожаров;
- проведен анализ результативности эксплуатации систем пожаротушения окрасочных цехов;
- произведен расчет категории окрасочного цеха по взрывопожарной опасности;
- проанализированы средства и методы тушения пожаров на современном предприятии;
- проведен анализ применяемых взрывопожароопасных веществ используемых в технологии, а также рассмотрены средства контроля взрывоопасных концентраций.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в том, данные результаты, сформулированы в виде конкретных предложений и наработок, предлагаемых для повышения эффективности тушения окрасочных камер.

Предложенная методика используется для повышения эффективности тушения окрасочных камер цехов.

В порядке выполнения цели исследования необходимо проанализировать существующие способы и методы тушения, характеристики применяемых веществ и материалов, систем недопущения пожаров и систем тушения, произвести расчет категории по взрывопожароопасности для окрасочного цеха.

1. Автомобильное производство. Современная технология производства автомобиля.

Штамповка

Производственный процесс цеха штамповки начинается с подготовки стальных листов, которые сначала промываются на автоматизированной линии. Далее листы-заготовки подаются на штамповочную линию, состоящую из четырех прессов, которые выполняют следующие основные процессы: рельефная штамповка, вырубка, предварительная гибка, финальная гибка и пробивание отверстий.

Сварка

Изготовление кузова автомобиля разбито на несколько ступеней: сварки низа кузова, где объединяются все составные элементы платформы кузова автомобиля:

- часть заднего пола, среднего пола и секция моторного отсека;
- сварки самого кузова, которая производится на роботизированной линии, где основная платформа объединяется с разными боковинами, к ним прикрепляется автомобильная крыша.

Из сварочного цеха кузов автомобиля направляется в цех окраски кузовов.

Окраска

Сущность окраски кузова автомобиля состоит в придании ему определенного цвета и создает привлекательность автомобилю. Кроме эстетики окраски обеспечивает защиту металла кузова от воздействий окружающей среды.

В цехе окраски кузовов дополнительно обрабатывается для установки шумоизоляции.

Перед окраской кузовная поверхность готовится (осуществляется промывка, обезжиривание и покрытие пленкой фосфата) и на неё наносится слой катафорезного грунта, обеспечивающего антикоррозийную защиту.

После этого для просушки катафорезного слоя кузовов направляется в

сушильную камеру. Затем кузов обрабатывается герметиком, необходимым для защиты кузова от протечек, и укладываются шумоизоляционные покрытия, и обрабатывается днище антигравийным составом, защищающим нижнюю часть кузова автомобиля от сколов. Затем на кузов обрабатывается грунтом. Грунт используется для хорошего взаимодействия слоя краски с поверхностью кузова. Помимо этого грунт формирует цвет.

Следующий этап - нанесение на поверхность краски. Для окраски наружных поверхностей кузова используются окрасочные роботы. Для защиты окрашенной поверхности, а также для обеспечения привлекательного внешнего вида будущего автомобиля на поверхность окрашенного кузова наносится лак. После нанесения лака на кузов лакокрасочное покрытие сушится в печи, и проводится финальная инспекция окрашенной поверхности кузова.

Следующий этап - нанесение базового цветного слоя краски. Окраска внешних поверхностей кузова осуществляется роботами. Для защиты окрашенной поверхности, а также для обеспечения привлекательного внешнего вида будущего автомобиля на поверхность окрашенного кузова наносится лак. После нанесения лака на кузов лакокрасочное покрытие сушится в печи, и проводится финальная инспекция окрашенной поверхности кузова.

Сборка

Покрашенные кузова будущих автомобилей направляются на участки цехов сборки, где на кузов устанавливается двигатель, навешивается подвеска, производится установка и сборка дверей установка, а также выполняется большое количество определенных операций.

На завершающем этапе поверхность кузова покрывается воском, благодаря чему обеспечивается защита скрытых полостей.

1.1 Пожарная опасность технологии производства автомобилей.

Опасность пожара при производстве автомобиля обеспечивают несколько факторов, таких как большая загрузка, сгораемыми материалами, пожароопасность процессов, таких как сварка, окраска.

В производстве автомобиля применяются большое количество разнообразнейших материалов таких, например как пластик, резина, различные мастики и уплотнители. Как правило, это сгораемые материалы с высокими показателями скорости горения, дымообразования и другими показателями. Помимо материалов применяемых непосредственно при производстве автомобилей необходимо еще учитывать различные технические жидкости, применяемые в оборудовании (масла, смазки и т.д.). Они также вносят свою долю в горючую загрузку цехов. При рассмотрении вопросов пожарной опасности производств автомобиля необходимо отметить наличие источников зажигания, таких как искры при сварке, высокая температура при сушке, высокое электрическое напряжение.

Большая производительность автомобилестроительных заводов заставляет использовать большие площади под складские помещения. Большая загрузка сгораемыми материалами (автокомпоненты, сгораемая упаковка) представляет непосредственную угрозу в случае пожара. [58]. С развитием современной химии все большее распространение получают различные пластики. Элементы отделки двигателя, разнообразные приборы и датчики все это изготавливается из пластика. Но вместе с тем пластики в большинстве чрезвычайно горючи и при горении выделяют разнообразнейшие ядовитые газы. В современном автомобиле до 35% от автомобиля составляют различные пластики. Все это предъявляет особые требования к методам хранения, транспортировки и монтажа изделий из пластика. И все-таки применение в производстве окраски различных красок, содержащих, всевозможные растворители является наиболее пожароопасным производством. Остановимся на этом подробнее.

1.2 Пожарная опасность окраски кузовов легковых автомобилей.

Остановимся подробнее на процессе окраски.

Окраска производится в окрасочной камере. Окрасочная камера представляет собой камеру туннельного типа, предназначенную для проведения процесса нанесения различных защитных и цветовых покрытий.

Основными горючими материалами в окрасочной камере будут лакокрасочные материалы, такие как краска, грунт, растворители.

Остановимся на основных физико-химических характеристиках материалов.

Автомобильная краска в основном состоит из 3 составляющих:

- Пигмент — это составной элемент краски, отвечающий за ее цвет. Пигмент обычно порошкообразен.
- Связующее вещество — это часть краски, который придает краске очень важное свойство — адгезию, то есть способность прилипать к окрашиваемой поверхности.
- Растворитель — это вещество, придающее краске свойства жидкости, что очень важно для ее равномерного нанесения. Во время сушки растворитель испаряется, оставляя двухкомпонентную смесь из пигмента и связующего вещества.

Основной горючей загрузкой окрасочной камеры является растворитель.

При производстве краски применяются различные растворители, такие как толуол, ксилол и т.д. Все растворители относятся к легковоспламеняющейся жидкости (согласно ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения), и имеют температуру вспышки ниже 61⁰С. Именно растворители составляют основную горючую загрузку окрасочной камеры.

Рассмотрим подробнее некоторые из них:

Таблица 1 – Ортоксилол

№ п/п	Наименование параметра	Параметр	Источник информации
1	Название вещества: - химическое - торговое	Ортоксилол ортоксилол	ТУ 38.101254-72
2	Формула: - эмпирическая - структурная	Смесь трех изомеров	ТУ 38.101254-72
3	Состав, примеси: основное вещество, % об. г брома на 100мл ортоксилота	99,5 0,2	ТУ 38.101254-72
4	Общие данные: плотность при 20 ⁰ С	878 кг/м ³	ТУ 38.101254-72

Продолжение таблицы 1

5	<p>Данные о взрывопожароопасности:</p> <p>температура вспышки, °С</p> <p>температура самовоспламенения, °С</p> <p>температура кипения, °С</p> <p>температура кристаллизации, °С</p> <p>пределы взрываемости паров ортоксилола в смеси с воздухом:</p> <p>нижний</p> <p>верхний</p>	<p>32</p> <p>595</p> <p>144</p> <p>минус 25,4</p> <p>3</p> <p>7,6</p>	ТУ 38.101254-72
6	<p>Данные о токсической опасности:</p> <p>- ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м³</p>	<p>3-й класс токсической опасности</p> <p>50</p>	ГОСТ 12.1.005-88
7	<p>Реакционная способность</p>	<p>Плохо растворяется в воде</p>	ТУ 38.101254-72
8	<p>Меры предосторожности</p>	<p>В помещениях, где хранится ортоксилол, запрещается обращение с открытым огнём, искусственное освещение должно быть во взрывобезопасном исполнении, помещение должно быть снабжено общеобменной механической вентиляцией</p>	ТУ 38.101254-72

Продолжение таблицы 1

9	Информация о воздействии на людей	Ортоксилол действует на организм человека как наркотик. При попадании на кожу вызывает сухость кожи, а также дерматиты и экземы.	ТУ 38.101254-72
10	Средства защиты	Фильтрующий противогаз с коробкой марки А при малых концентрациях, изолирующий шланговый противогаз с принудительной подачей чистого воздуха при больших концентрациях. Для защиты глаз используются защитные очки, для защиты рук - рукавицы резиноканевые нефтеморозостойкие с резиновым наладонником. Спецодежда - костюм лавсаново-вискозный с масловодозащитной отделкой, спецобувь - кожаные полусапоги, ботинки.	Справочник «Вредные вещества в промышленности» Т.1, Химия, 1976
11	Методы перевода вещества в безвредное состояние	При разливе ортоксилола необходимо собрать его в отдельную тару и вынести из помещения, место разлива протереть сухой тряпкой. При разливе на открытой площадке место разлива необходимо засыпать песком с последующим его удалением.	ТУ 38.101254-72

Продолжение таблицы 1

12	Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества	Свежий воздух, покой, тепло. Освободить от стесняющей одежды. Дыхание. Успокаивающие и седативные средства. При потере сознания пострадавшему необходимо придать горизонтальное положение с несколько опущенной головой. При тяжелых отравлениях - ингаляции кислорода чередовать с вдыханием карбогена. При ослаблении дыхания немедленно начать искусственное дыхание. Срочная госпитализация	Справочник «Вредные вещества в промышленности» Т.1, Химия, 1976
----	---------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

Таблица 2 Разбавитель 420 А

№ п/п	Наименование параметра	Параметр	Источник информации
1	Название вещества: - химическое - торговое	н-бутилацетат	Свидетельство безопасности изделия (Дир. 1907/2006/ЕЦ)

Продолжение таблицы 2

2	<p>Формула:</p> <p>- эмпирическая</p> <p>- структурная</p>	Смесь органических растворителей	-«-
3	<p>Состав:</p> <p>основное вещество, % об.</p>	<p>н-бутилацетатн 50-100</p> <p>ксилен 25-50</p>	-«-
4	<p>Общие данные:</p> <p>плотность при 20⁰С</p>	873 кг/м ³	-«-
5	<p>Данные о взрывопожароопасности:</p> <p>температура вспышки, ⁰С</p> <p>температура самовоспламенения, ⁰С</p> <p>температура кипения, ⁰С</p> <p>температура кристаллизации, ⁰С</p> <p>пределы взрываемости паров ортоксилола в смеси с воздухом:</p> <p>нижний</p> <p>верхний</p>	<p>25</p> <p>370</p> <p>126</p> <p>минус 25,4</p> <p>1,1</p> <p>6,6</p>	

Продолжение таблицы 2

6	<p>Данные о токсической опасности: - ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м³</p>	<p>4-й класс токсической опасности</p> <p>200</p>	ГОСТ 12.1.005-88
7	Реакционная способность	<p>Нереактивный и совместим с большинством обычных веществ, кроме экстремальных окислителей.</p>	
8	Меры предосторожности	<p>Хранить хорошо закрытым в заводской емкости.</p> <p>Обеспечить такую вентиляцию на рабочем месте, чтобы концентрация паров растворителей, находящихся в изделии, не превышала предельной допустимой .</p>	

Продолжение таблицы 2

9	Информация о воздействии на людей	Воспламеняющееся. Пары могут стать причиной сонливости и головокружения. Раздражает кожу. Вредно при вдыхании и попадании на кожу. Продукт не представляет опасности для окружающей среды при условии соблюдения рекомендаций об его устранении.	
---	-----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Таблица 3 Автоэмали.

№ п/п	Наименование параметра	Параметр	Источник информации
1	Название вещества: - химическое - торговое	Металлизированные автоэмали: - Черная жемчужина; - Синий лазурный; - Огненно – красный; - Феникс; - Кашемир; - Венера; и др.	Паспорт безопасности изделия

Продолжение таблицы 3

2	<p>Формула:</p> <ul style="list-style-type: none"> - эмпирическая - структурная 	<p>Лакокрасочное средство на основе полиэфир-меламинового связующего, целлюлозоацетобутирата, пигментов и органических растворителей.</p>	-<<-
3	<p>Состав, примеси:</p> <p>основное вещество, % об.</p>	<p>н-бутилацетат ксилен бутанол сольвент-нафта, бутил меламиново-формальдегидная смола этилбензен 2-бутоксиэтил ацетат сольвент-нафта, легкая ароматная нефть, легкую Н-гептан</p>	-<<-
4	<p>Общие данные:</p> <p>плотность при 20⁰С</p>	<p>990 кг/м³</p>	-<<-

Продолжение таблицы 3

5	<p>Данные о взрывопожароопасности:</p> <p>температура вспышки, °С</p> <p>температура самовоспламенения, °С</p> <p>температура кипения, °С</p> <p>пределы взрываемости паров ортоксилола в смеси с воздухом:</p> <p>нижний</p> <p>верхний</p>	<p>26</p> <p>360</p> <p>118 (по бутанолу)</p> <p>1,1</p> <p>11,3</p>	-«-
6	<p>Данные о токсической опасности:</p> <p>- ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м³</p>	<p>Допустимое содержание (мг/м³)</p> <p>н-бутилацетат 480</p> <p>ксилен 221</p> <p>бутанол 300</p> <p>сольвент-нафта, тяжелую ароматическую фракцию 200</p> <p>этилбензен 442</p> <p>2-бутоксиэтил ацетат 133</p> <p>Сольвент-нафта, легкая ароматическая 100</p> <p>нефть, легкую 1400</p> <p>Н-гептан 200</p>	-«-

Продолжение таблицы 3

7	Реакционная способность	Нереактивный и совместим с большинством обычных веществ, кроме экстремальных окислителей.	
8	Меры предосторожности	<p>Хранить хорошо закрытым в заводской емкости.</p> <p>Обеспечить такую вентиляцию на рабочем месте, чтобы концентрация паров растворителей, находящихся в изделии, не превышала предельной допустимой .</p> <p>Хранить в соответствии с предписаниями о хранении воспламеняющихся и других опасных веществ. Не хранить вместе с пищевыми продуктами или кормом для животных. Хранить в хорошо закрытой емкости, в сухом и проветриваемом помещении или в соответствии с условиями, указанными на этикетке.</p> <p>Не допускать попадания прямых лучей солнца</p>	

Продолжение таблицы 3

9	Информация о воздействии на людей	<p>Воспламеняющееся. Пары могут стать причиной сонливости и головокружения. Раздражает кожу. Вредно при вдыхании и попадании на кожу. Продукт не представляет опасности для окружающей среды при условии соблюдения рекомендаций об его устранении.</p>	
10	Средства защиты	<p>Фильтрующий противогаз с коробкой марки А при малых концентрациях, изолирующий шланговый противогаз с принудительной подачей чистого воздуха при больших концентрациях. Для защиты глаз используются защитные очки, для защиты рук - рукавицы резиноканевые нефтеморозостойкие с резиновым наладонником. Спецодежда - костюм лавсаново-вискозный с масловодозащитной отделкой, спецобувь.</p>	<p>Справочник «Вредные вещества в промышленности» Т.1, Химия, 1976</p>

Продолжение таблицы 3

11	<p>Методы перевода вещества в безвредное состояние</p>	<p>Удержать и смешать пролитый продукт с землей, песком или другим абсорбирующим материалом. Смесь безопасно удалить на место, предназначенное для специальных и опасных отходов, или сжечь в соответствующей печи.</p>	
12	<p>Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества</p>	<p>Свежий воздух, покой, тепло. Освободить от стесняющей дыхание одежды. Успокаивающие и седативные средства. При потере сознания пострадавшему необходимо придать горизонтальное положение с несколько опущенной головой. При тяжелых отравлениях - ингаляции кислорода чередовать с вдыханием карбогена. При ослаблении дыхания немедленно начать искусственное дыхание. Срочная госпитализация[67].</p>	<p>Справочник «Вредные вещества в промышленности» Т.1, Химия, 1976</p>

Таблица 4 Лак

№ п/п	Наименование параметра	Параметр	Источник информации
1	Название вещества: - химическое - торговое	Лак - 81046-CLEARCOAT МСА	Паспорт безопасности изделия
2	Формула: - эмпирическая - структурная	Лакокрасочное средство на основе полиэфир- меламинового связующего, целлюлозоацетобутирата, пигментов и органических растворителей.	-«-
3	Состав, примеси: основное вещество, % об.	Растительные масла, синтетические и естественные смолы, сиккативы, растворители и разбавители (разжижители), пластификаторы и пигменты	-«-
4	Общие данные: плотность при 20 ⁰ С	990 кг/м ³	-«-

Продолжение таблицы 4

5	<p>Данные о взрывопожароопасности:</p> <p>температура вспышки, °С</p> <p>пределы взрываемости паров ортоксилола в смеси с воздухом:</p> <p>нижний</p> <p>верхний</p>	<p>23</p> <p>0,6</p> <p>10,7</p>	<p>-«-»</p>
6	<p>Данные о токсической опасности:</p> <p>- ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м³</p>	<p>4 класс опасности</p>	<p>-«-»</p>
7	<p>Реакционная способность</p>	<p>Для этого продукта или его ингредиентов отсутствуют специфические данные испытаний по реакционной способности.</p>	

Продолжение таблицы 4

8	Меры предосторожности	<p>Температура хранения: 5 к 35°C (41 к 95°F). Хранить в соответствии с местными правилами. Хранить в отделенном и специально предназначенном месте. Хранить в оригинальном контейнере, в защищенном от света, прохладном и хорошо вентилируемом помещении, отдельно от несовместимых материалов, пищевых продуктов и напитков. Удалить все источники воспламенения. Держать отдельно от окислителей. имеющих этикетки.</p>	
9	Информация о воздействии на людей	<p>Воспламеняющееся. Пары могут стать причиной сонливости и головокружения. Раздражает кожу. Вредно при вдыхании и попадании на кожу. Токсичное для водных организмов, может вызывать долгосрочное опасное воздействие .</p>	

Продолжение таблицы 4

10	Средства защиты	<p>Фильтрующий противогаз с коробкой марки А при малых концентрациях, изолирующий шланговый противогаз с принудительной подачей чистого воздуха при больших концентрациях. Для защиты глаз используются защитные очки, для защиты рук - рукавицы резиноканевые нефтеморозостойкие с резиновым наладонником. Спецдежда - костюм лавсаново-вискозный с масловодозащитной отделкой, спецобувь - кожаные полусапоги, ботинки.</p>	<p>Справочник «Вредные вещества в промышленности» Т.1, Химия, 1976</p>
----	-----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

Продолжение таблицы 4

11	<p>Методы перевода вещества в безвредное состояние</p>	<p>Если это не представляет опасности, остановить утечку. Убирать контейнеры с места протечки.</p> <p>Приближаться к месту утечки с подветренной стороны. Не допускайте попадания в коллекторы, стоки, подвалы или замкнутые пространства. Собрать при помощи негорючего абсорбирующего материала, например, песка, земли, вермикулита, диатомовой земли, поместить в контейнер для последующего уничтожения в соответствии с существующими местными правилами. Используйте безыскровые инструменты и взрывозащитное оборудование. Загрязнённый абсорбирующий материал может представлять такую же опасность, как и пролитый продукт.</p>	
----	--------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Продолжение таблицы 4

12	<p>Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества</p>	<p>Свежий воздух, покой, тепло. Освободить от стесняющей дыхание одежды. Успокаивающие и седативные средства. При потере сознания пострадавшему необходимо придать горизонтальное положение с несколько опущенной головой. При тяжелых отравлениях - ингаляции кислорода чередовать с вдыханием карбогена. При ослаблении дыхания немедленно начать искусственное дыхание. Срочная госпитализация</p>	<p>Справочник «Вредные вещества в промышленности» Т.1, Химия, 1976</p>
----	----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

Технологические процессы окраски.

В цехе окраски производятся следующие технологические процессы:

Подготовка поверхности к грунтовке (протирка растворителем SHELLSOL , обработка диоксидином, раскисляющим составом, обезжиривание, фосфатирование).

Включает в себя следующие процессы:

Очистка растворителем ручным или механизированным способом наружных и внутренних поверхностей кузовов от загрязнений (следов клея, смазки, сажи, мастики, поверхностной коррозии, механических загрязнений).

Обезжиривание и фосфатирование поверхностей кузовов осуществляется автоматически в установках подготовки поверхности в несколько этапов методом струйного распыления и (или) погружением:

- 1) обезжиривание - удаление консервационных и штамповочных смазок с поверхности кузова;
- 2) промывка - удаление обезжиривающего раствора;
- 3) фосфатирование - нанесение фосфатной пленки;
- 4) промывка - удаление следов фосфатирующего раствора;
- 5) пассивирование (применяется при последующем нанесении катодорезного покрытия) - пассивация металла в порах фосфатного покрытия.

Нанесение первичного грунта методом электроосаждения (установка дополнительных электродов, осаждения, промывка, подсушка, сушка при температуре 180 С.

Процесс образования покрытия электроосаждением заключается в осаждении частиц лакокрасочного материала на металлические поверхности кузова из водного раствора под действием тока.

Процесс включает следующие этапы:

- 1) подключение кузова к токоведущей каретке (автоматический контакт с транспортом);
- 2) окраска кузова методом электроосаждения;
- 3) промывка ультрафильтратом;

- 4) промывка деминерализованной водой;
- 5) отключение кузова от токоведущей каретки.
- 6) сушка электрофорезного покрытия.

Процесс полимеризации (сушки) покрытия обеспечивается заданными в туннеле сушки температурными режимами и скоростью движения конвейеров. Режим сушки покрытия должен соответствовать нормативной документации на материал.

Ежедневный контроль режимов осуществляется линейным персоналом цехов окраски по приборам, расположенным на борту оборудования, и (или) оператором зала управления оборудованием по приборам контроля.

Наложение мастики методом безвоздушного распыления с целью герметизации и шумоизоляции кузова.

Нанесение мастики на наружные и внутренние сварные швы кузова, фланцевые соединения лицевых деталей - при помощи экструзионного пистолета и набора насадок для обеспечения герметичности кузова, а также для дополнительной защиты кромок металла от коррозии. Мастика пластизольная наносится на кузов круглым или плоским валиком с последующим уплотнением кистью.

Нанесение вторичного грунта методом пневмораспыления и электростатическим методом.

Включает в себя следующие процессы:

- 1) обезжиривание наружных поверхностей кузова салфеткой, смоченной в растворителе.
- 2) обдув поверхности кузова сжатым воздухом.
- 3) протирка наружной поверхности кузова салфеткой, пропитанной лаком.
- 4) нанесение антикоррозионного защитного на поверхности кузова, имеющие участки, прошлифованные до металла, площадью - не более 150 см².
- 5) нанесение грунтовки на основе полиэфирных смол вручную методом пневмораспыления.

Нанесение ЛКМ на внутренние и наружные, труднодоступные для последующей автоматической окраски, поверхности кузова вручную методом пневмораспыления. Нанесение грунтовки на основе полиэфирных смол на наружные поверхности кузова - методом электростатического распыления на автоматических установках или методом пневмораспыления вручную.

Выдержка в камере растекания.

Сушка покрытия.

Процесс полимеризации (сушки) покрытия обеспечивается температурными режимами, заданными на приборах сушиллки, и скоростью движения конвейеров. Режим сушки покрытия должен соответствовать нормативной документации на материал.

Ежедневный контроль режимов осуществляется линейным персоналом цехов окраски по приборам, расположенным на борту оборудования, и (или) оператором зала управления оборудованием по приборам.

Нанесение герметизирующих и шумоизолирующих мастик.

Нанесение герметизирующей невысыхающей мастики в стыки панелей кузова осуществляется вручную и включает в себя следующие этапы:

- 1) защита бумажной клейкой лентой или разовыми заглушками резьбовых соединений и посадочных мест от противозумной мастики;
- 2) нанесение противозумной мастики на нижнюю поверхность основания кузова, внутреннюю поверхность крыльев, арок задних колес и передние лонжероны методом безвоздушного распыления вручную при помощи распылителей;
- 3) удаление возможных брызг противозумной мастики с поверхности кузова салфеткой, смоченной специальным составом;
- 4) сушка мастики.

Мастика отверждается индивидуально и (или) совместно с лакокрасочным покрытием согласно техническим условиям на материал. Толщина сырого слоя противозумной мастики на днище кузова в соответствии с чертежом.

Подготовка грунтованной поверхности к окраске (исправление дефектов, мокрая шлифовка, промывка, сушка от влаги при температуре 160 C^0 , протирка растворителем.)

Перед нанесением декоративных эмалей выполняется ряд подготовительных операций согласно технологическим процессам цехов окраски.

Ниже перечислены операции:

- исправление дефектов металла с помощью рихтовочного инструмента и шлифовальной бумаги.
- исправление крупных дефектов грунта на наружной поверхности кузова шлифмашинкой, дефектов на внутренней поверхности кузова с помощью резиновой плитки и шлифовальной бумаги.
- подкраска антикоррозионным защитным материалом участков, имеющих прошлифовки до металла площадью не более 5 см на одной детали кузова.
- окраска кузовов, имеющих участки поверхности, прошлифованные до металла, площадью от 5 до 150 см², производится по ремонтной технологии.
- укладка прокладок изоляционных, монтаж заглушек производится согласно чертежу.
- исправление мелких дефектов на наружной поверхности кузова вручную с помощью резиновой плитки и шлифовальной бумаги.
- окраска синтетической или металлизированной эмалью труднодоступных мест.
- протирка поверхностей кузова салфетками, смоченными в растворителе.
- нанесение антикоррозионного защитного материала на прошлифованные до металла участки кузова площадью до 1 см².
- обдув поверхности кузова сжатым (или ионизированным) воздухом.
- протирка наружной поверхности кузова салфеткой, пропитанной лаком.

- нанесение меламиноалкидных эмалей

Нанесение меламиноалкидной эмали выполняется вручную методом пневмораспыления на внутренние и наружные труднодоступные для последующей автоматической окраски поверхности кузова согласно технологическим процессам цехов окраски.

Нанесение меламиноалкидной эмали на наружные поверхности кузова методом пневмораспыления, электростатического распыления на автоматических установках или методом пневмораспыления вручную.

Процесс полимеризации (сушки) покрытия обеспечивается температурными режимами, заданными на приборах сушки и скоростью движения конвейеров.

Режим сушки покрытия должен соответствовать нормативной документации на применяемый материал.

Ежедневный контроль режимов осуществляется линейным персоналом цехов окраски по приборам, расположенным на борту оборудования, и (или) оператором зала управления оборудованием по приборам.

Нанесение эмали пневмо или пневмоэлектростатическим методом с последующей сушкой при температуре 120 С⁰.

Нанесение металлизированных или неметаллизированных эмалей на внутренние и наружные поверхности кузовов включает в себя следующие процессы:

- нанесение ЛКМ на внутренние и наружные поверхности кузовов производится до укрывистости. Значение укрывистости определяется при входном контроле для каждой поступающей партии металлизированной или не металлизированной эмали.
- нанесение акрилового лака на внутренние и наружные труднодоступные поверхности кузова для последующей автоматической окраски, производится согласно технологическому процессу цехов окраски вручную методом пневмораспыления в соответствии с картами эскизов.

- нанесение слоя лака автоматической установкой методом электростатического распыления или пневмораспылением вручную.
- выдержка в камере растекания.
- сушка покрытия.

Процесс полимеризации (сушки) покрытия обеспечивается температурными режимами, заданными на приборах туннеля сушилки и скоростью движения конвейеров. Режим сушки покрытия должен соответствовать нормативной документации на применяемый материал.

Ежедневный контроль режимов осуществляется линейным персоналом цехов окраски по приборам, расположенным на борту оборудования, и (или) оператором зала управления оборудованием по самопишущим приборам.

Исправление дефектных мест (подкраска нитроэмалью, сушка электролампой, полировка).

Окончательная доработка кузовов включает в себя следующие процессы:

- оценка качества покрытия после доработки дефектов окрашенного кузова.
- опускается одноразовое перекрашивание кузовов.

Количество циклов термообработки комплексного покрытия кузовов - не более двух раз.

При осмотре под углом допускается непрокрас эмалью по внутренним поверхностям капота и багажника под усилителями, в проемах дверей в районах петель.

Обработка скрытых сечений кузова защитным смазочным материалом методом безвоздушного распыления при помощи распылителя и набора насадок.

Нанесение на пороги и рамки дверей черной нитроэмали .

Окончательная очистка растворителем

1.3 Оборудование, применяемое в процессе окраски.

В зависимости от целевого назначения в цехах окраски применяется ниже перечисленное оборудование:

- установка подготовки поверхности кузовов под окраску (агрегат подготовки поверхности);
- установка нанесения электрофорезного покрытия;
- камера ручного и автоматического нанесения вторичного грунта;
- камера ручного и автоматического нанесения однослойной эмали или базисной (металлизированной, пастельной) эмали, акрилового лака;
- системы перемешивания и подачи герметизирующих пластизольных мастик на сварные швы кузовов;
- камера нанесения противошумной мастики на днище кузовов;
- туннели сушки фосфатного и лакокрасочных покрытий;
- камеры исправления дефектов лакокрасочных покрытий;
- камеры нанесения консервационного защитного смазочного материала;
- кондиционеры для подготовки воздуха в окрасочные камеры и общеобменной вентиляции;
- системы транспортировки кузовов по технологическому циклу окраски.
- локальные очистные сооружения для стоков с ванн установок подготовки поверхности, ванн электрофореза;
- участок декантации для очистки воды с гидрофильтров камер нанесения лакокрасочного материала.

Установка подготовки поверхности под окраску представляет собой многостадийный туннель проходного типа, снабженный приточно-вытяжной вентиляцией, системами циркуляции, перемешивания и подачи растворов для обработки наружных и внутренних поверхностей кузова методом струйного распыления или погружением, контрольно-измерительными приборами и аппаратурой.

Оборудование для нанесения электрофорезного покрытия включает:

- ванну окунания;
- диализную систему;
- систему электропитания установки электрофореза;

- систему перемешивания и циркуляции грунтовки через фильтры, теплообменники, систему ультрафильтрации;
- контрольно-измерительные приборы и аппаратуру;
- систему промывки кузова;
- систему загрузки материала.

В настоящее время для обработки 100% кузовов применяется катафорез.

Камера ручного нанесения вторичной грунтовки представляет собой туннель проходного типа, снабженный:

- системой трубопроводов циркуляции подачи грунтовки и растворителя из краскоприготовительного отделения;
- постами раздачи грунтовки на ручные пневмораспылители;
- гидрофильтрами для улавливания красочной пыли;
- потолочными фильтрами;
- контрольно- измерительными приборами.

В камерах после ручных постов установлены автоматические установки для нанесения вторичного грунта распылением в поле высокого напряжения. На выходе из камеры автоматического распыления расположена камера растекания, в которую подается подогретый воздух.

Горючая загрузка камер увеличивается за счет применения многоканальной подачи эмали. То есть для каждого цвета применяется своя система.

Камера ручного нанесения меламиноалкидной (синтетической) эмали или базисной (металлизированной, пастельной) эмали представляет собой туннель проходного типа, снабженный системой трубопроводов циркуляции и подачи эмали и растворителя из краскоприготовительного отделения. Имеет посты раздачи Л КМ на ручные пневмораспылители, гидрофильтры для улавливания красочной пыли. Оснащена потолочными фильтрами и контрольно-измерительными приборами.

Условно туннель окраски можно разделить на ниже перечисленные камеры:

- 1) камера протирки спец. салфетками;
- 2) камера ручного нанесения базисной (металлизированной, пастельной) или меламиноалкидной эмали;
- 3) камера автоматического нанесения базисной или меламиноалкидной эмали;
- 4) камера ручного нанесения акрилового лака;
- 5) камера автоматического нанесения акрилового лака;
- 6) камера растекания лакокрасочного материала (далее Л КМ). [1].

В состав оборудования системы подачи и перемешивания пластизольных мастик входит:

- емкость для перемешивания и подачи мастики;
- пневматические насосы в комплекте с гасителями колебаний давления и манометрами;
- система трубопроводов, оборудованная распределительными устройствами для подачи мастики на ручные пистолеты, регуляторами расхода.

В состав оборудования камеры нанесения противозумной мастики на днище кузовов входят:

- туннель проходного типа, оборудованный вытяжной вентиляцией,;
- система трубопроводов, с запорно-регулирующей арматурой для подачи мастики на ручные пистолеты-распылители;
- емкость приготовления и подачи мастики;
- питающие насосы;
- приборы контроля давления сжатого воздуха.

В отдельных цехах камеры оснащены гидрофилтрами и приемком сбора стоков с гидрофилтров для улавливания частиц мастики.

Процессы нанесения слоя лакокрасочного материала заканчиваются камерами сушки, которые представляют собой туннели проходного типа, оборудованные:

- системой фильтрации, распределения и подачи горячего воздуха от теплогенераторов к поверхности кузова для обеспечения сушки ЛКМ и мастик конвекционным методом;
- приточно-вытяжной вентиляцией;
- приборами для поддержания и контроля температурных режимов.
- Камеры исправления дефектов лакокрасочного покрытия представляют собой туннели проходного или тупикового типа, снабженные:
- приточно-вытяжной вентиляцией;
- гидрофильтрами;
- промышленными пылесосами, к которым подключены шлифовальные машинки. [55].

Камеры нанесения защитного смазочного материала представляют собой туннели проходного или тупикового типа оборудованные:

- приточной и вытяжной вентиляцией, обеспечивающей очистку удаляемого воздуха посредством фильтрования через сухие фильтры;
- системой трубопроводов подачи материала на ручные посты со встроенными сетчатыми фильтрами;
- емкостью с питающими насосами для подачи материала в камеру нанесения;
- приборами контроля давления сжатого воздуха.

Кондиционеры подготовки воздуха для окрасочных камер представляют собой камеры, разделенные на секции по назначению:

- 1) секция забора атмосферного воздуха;
- 2) секция подогрева и увлажнения воздуха;
- 3) секция очистки воздуха посредством мешочных фильтров;
- 4) секция подачи воздуха в воздухопроводы окрасочных камер при помощи вентиляторов.

Технологические кондиционеры оснащены контрольно-измерительными приборами и аппаратурой. [62].

1.4.Современные материалы, применяемые в окрасочном производстве. Водорастворимые краски.

Все больше в современном мире находят применения вещества с наименьшим влиянием на природу и человека. Несомненно, к таким веществам и относится водорастворимая краска. Хотя она и называется водорастворимая но, тем не менее, содержит в своем составе не менее 15-20% тех, же самых растворителей. Содержание растворителей по сравнению с традиционными красками уменьшено в 3-4 раза. Такое уменьшение растворителей, несомненно, изменяет степень опасности лакокрасочных изделий, как с точки зрения пожарной опасности, так и экологической. Крупные производители красок и лаков вкладывают огромные средства в развитие данных направлений. По составу водорастворимые краски бывают различными:

- по составу основы (полимерной) - акриловые или полиуретановой;
- по содержанию пигментов и других веществ.

Как мы уже рассматривали выше, краска состоит из основных компонентов: связующего, красящего пигмента, растворителей и добавок. В качестве растворителя используют эфир гликоля, так как он растворим в воде. [72].

Так в чем же состоит преимущество водорастворимых красок? Во первых это уменьшение содержания растворителей. А значить уменьшает пожароопасность лакокрасочного изделия, его токсичность для рабочего персонала, уменьшает (за счет малого количества выбросов) вред, наносимый окружающей среде.

Но вместе с тем имеются и недостатки присущие данному типу красок. В первую очередь это изменение параметров среды в окрасочной камере (увеличение влажности) для получения качественного покрытия.

Во вторых водорастворимые краски крайне чувствительны к содержанию посторонних частиц в воздухе. Данное требование требует установки

дополнительного оборудования как, например дополнительных фильтров для очистки воздуха, кабин для обдува и д.р. и как следствие удорожание процесса окраски.

Также цена данных красок выше традиционных с большим содержанием растворителей. Но, несомненно, данное направление будет развиваться и дальше и впоследствии полностью заменит краски с большим содержанием растворителей.

2. Анализ современных систем пожаротушения.

2.1. Способы и средства тушения пожаров.

Для прекращения загорания необходимо:

- не допускать попадания в участок горения окислителя (кислорода из воздуха) и также сгораемого вещества;
- снизить температуру в зоне горения зону ниже температуры воспламенения (самовоспламенения);
- добавить в воспламеняющиеся вещества негорючие вещества;
- добавлением различных химических веществ уменьшить скорость химического реагирования в пламени (ингибированием);
- сбить (отрывать) пламя.

В основе принципиальных методик и основаны способы и технологии тушения пожаров.

К огнетушащим веществам относят: вода, химическая и воздушно-механическая пены, растворы солей в воде, различные газы, водяной пар, огнегасительные хладоновые составы и порошки для тушения.

Вода – самое известное и легкодоступное вещество для тушения. Проникая на участок горения, она набирает температуру и превращается в пар, забирая огромное количество энергии, из-за чего происходит снижение температуры сгораемых материалов. При образовании пара (1 литр воды = 1680 литра пара), воздух в меньшем количестве попадает к участку горения. Вода используется при тушении сгораемых твердых веществ и материалов, «темных» нефтепродуктов или при использовании водяных заслонов и снижении температуры предметов, находящихся около центра пожара. Мелкодисперсную воду применяют при тушении даже «светлых» нефтепродуктов. При ликвидации загорания несмачивающихся материалов в том числе (хлопок, торф) в нее добавляют химические добавки, уменьшающие поверхностное натяжение.

При пожарах используются следующие виды пены: химическая и воздушно-механическая.

Химическая пена получается при реакции щелочного и кислотного вещества и при присутствии в растворе пенообразователей.

Воздушно - механическая пена образована из смеси воздуха (88 %), воды (10 %) и вещества для образовывания пены (0,4 %). Попадая на поверхность горящего вещества, она изолирует очаг, не допуская кислорода из воздуха. Пена применяется и при тушении различных твердых сгораемых материалов.

Инертные и негорючие газы (CO_2 , азот, пар и воды) разбавляют газы в очаге горения в том числе и кислород. Они применяются также и при тушении любых материалов, в том числе и электрические установки под напряжением. Только не используется диоксид углерода, который неприменим для ликвидации загораний щелочных металлов, поскольку это ведет к реакции восстановления.

Огнегасящие средства - растворы солей в воде. Широко используются водные растворы бикарбоната натрия, хлоридов кальция и аммония, глауберовой соли и т.д. При высыхании из водного раствора, соли образуют покрытия на поверхности, изолирующие от кислорода воздуха.

Хладоновые огнегасительные средства позволяют снизить скорость реакции горения. Это такие вещества как : тетрафтордибромметан (хладон 114B2), бромистый метилен, трифторбромметан (хладон 13B1) и т.д.. Эти вещества за счет большой плотности, имеют большую эффективность, а низкие температуры замерзания расширяют границы применения за счет использования при отрицательных температурах. Данные вещества можно использовать при тушении любых загораний, в том числе и электроустановки и находящиеся под напряжением.

Огнетушащие порошки представляют собой мелкодисперсные соли с использованием разнообразных добавок, для исключения их слеживанию и комкованию. Их способность к тушению в несколько раз больше чем способность галоидоуглеводородов. Порошки наиболее универсальны, так как

прекращают загорание металлов, при тушении которых нельзя использовать воду. В основном порошки состоят из: бикарбонат натрия, диаммонийфосфат, аммофос, силикагель, а также других химических веществ.

2.2 Автоматические установки пожаротушения.

2.2.1. Водяные системы.

Воду для тушения пожаров применяли с незапамятных времен. Еще в Древней Греции для тушения пожаров применяли технические устройства для тушения пожаров, где для ликвидации пожаров применялась вода. Однако в настоящее время техника для тушения пожаров значительно изменилась, и стала гораздо производительнее. Неизменным осталось одно - даже самая производительная и эффективная техника все равно использует воду.

У воды есть ряд положительных моментов:

- низкая стоимость. Если сравнивать стоимость воды и стоимость других средств тушения, таких как разнообразные порошки или газы то в этом отношении у воды конкурентов нет. В связи с вышеизложенным объекты не несут дополнительных материальных затрат на закупку средств тушения.
- дешевизна изготовления и монтажа АУПТ. Автоматические установки пожаротушения на основе воды применяются на большом количестве объектов из-за дешевизны и доступности.
- не вредит здоровью людей. Вода не наносит вреда здоровью человека в отличие от систем газового или порошкового тушения. Предварительно перед включением систем тушения не следует эвакуировать рабочий персонал и сотрудников. Вода не нанесет вреда человеческому организму.
- большая способность поглощать тепло и большая теплота испарения. Данное свойство позволяет воде при попадании на участок горения забирать большое количество теплоты и выбрасывать в зону горения большое количество пара, что приводит к разбавлению воздушной среды и охлаждению участков горения.

- низкая техническая сложность монтажных работ систем АУПТ. Системы тушения водой более просты и для обслуживания и монтажа требуют персонал с более низкой квалификацией (Данное сравнение с установками тушения газами).

Есть и свои отрицательные стороны:

- Вода неприменима при загорании веществ бурно реагирующих при попадании, а также образующих при этом различных газов и соединений, а также повышении температуры. Данные реакции могут привести к усилению горения, взрыву и создаст опасность как рабочему персоналу при эвакуации, так и работникам пожарной охраны при ликвидации.
- Водяные системы не рекомендуется применять для защиты объектов с ЛВЖ и ГЖ.
- При ликвидации загораний на объектах и установках электроэнергетики, электрическом оборудовании применение воды не приемлемо, так как создает опасность для сотрудников.

Установки тушения водой:

Спринклерные.

Применяются в ситуациях, когда нужно ликвидировать маленький очаг пожара в маленьком помещении. Система имеет автоматическое управление и не требует наблюдения оператора. Спринклер имеет следующее исполнение: розетка с отверстием, которое закрывается термочувствительным устройством (стеклянной колбой или легкоплавким замком). При повышении температуры до определенного порога устройство либо разбивается(колба) либо плавится тепловой замок и отверстие освобождается и осуществляется подача воды непосредственно в зону горения .

Системы водяного пожаротушения (спринклерные) подразделяются на 2 вида:

а. "Так называемые мокрые". Выполнены в основном из металлических труб, заполненных водой под давлением, и соответственно используются при температуре окружающей среды выше 0°C.

в. "Сухотрубы ". Данная система предназначена для защиты объектов, в которых температура может опускаться ниже нуля либо температуры кипения воды. Состоят из трубопроводов, частично заполненных водой частично воздухом либо газом. Вода находится только в трубопроводе до узла управления. При этом насосы повышающие давление естественно находятся в теплом помещении и не подвергаются воздействию низких температур.

Дренчерные. Образуют систему тушения пожаров, используемую в отношении защиты объектов представляющих особый риск в пожароопасном отношении. Такие, например как камеры нанесения красок, и лаков, объектов энергетики и т.д. В дренчерной системе тушения пожаров также как и в сухотрубках вода находится только в трубопроводе до узла управления. Но в отличие от сухотрубов в трубопроводах дренчерной системы отсутствует давление, а подача воды осуществляется от побудительной системы. Побудительной системой для спринклерной системы может выступать как спринклерная так и другие, например система автоматической пожарной сигнализации.

Установки тонкораспыленной воды.

Применяются как классические дренчерные и спринклерные системы. Методика работы установок тонкораспыленной воды состоит в следующем: в зону горения подается вода, распыленная до состояния тумана. В таком виде вода более полно участвует в газообмене в зоне горения, поглощает энергию и частично продукты горения и выступает в качестве ингибитора реакции окисления.

Система пожаротушения состоит из:

- насосной станции;
- установки подачи воздуха;
- спринклеров с трубами;
- побудительной системы;
- извещатели;
- контрольно измерительной аппаратуры;

- механических и электронных средства обнаружения пожара;
- устройств управления;
- запорных и регулирующих устройств;
- емкостей;
- дозаторы.

Данные виды установок тушения водой как технически, так и функционально отличаются от так называемых «классических» установок тушения (спринклерных и дренчерных). Данные установки имеют все положительные стороны водяных установок тушения пожара, но и имеют свои преимущества по сравнению с ними.

2.2.2. Газовые системы пожаротушения.

Основным рабочим веществом в системах тушения газом являются различные газы. Такие как, например инертные газы, CO_2 а также различного типа хладоны. Газовые системы пожаротушения в данный момент имеют все более широкое поле применения для организации защиты от пожара зданий и производственного оборудования. Рассмотренные установки при расположении в небольших помещениях имеют значительно более завышенную стоимость при сравнении с другими системами. Тем не менее, для охраны от пожара уникальных и дорогих установок и оборудования в относительно герметичных помещениях практичнее использовать системы газового тушения. Газ, применяемый для тушения с большой эффективностью, ликвидирует загорания объемным способом и в том числе попадает в труднодоступные места, куда проникновение иных средств тушения маловероятно. При тушении и после окончания тушения пожара газы не оказывают значительного воздействия на материальные ценности и сложное оборудование в отличие от иных средств тушения (пены, воды, порошка) и не требует применения специальных средств и механизмов для их уборки. Вследствие данных преимуществ установки тушения газом применяют при оборудовании разнообразных сложных электронных устройств на объектах

энергетики, телекоммуникации и связи. Помимо объектов промышленности также защищаются объекты культурного наследия: музеи, картинные галереи и библиотеки. И, конечно же, установки применяются для защиты банковских хранилищ, и защиты сложных вычислительных машин, где система газового тушения практически не имеет конкурентов и подчас является единственно возможным вариантом защиты.

Воздействие газов на здоровье в случае несанкционированного срабатывания системы определяется составом, концентрацией и временем в течении которого человек дышал данным газом. За границей были проведены высокотехнологичные эксперименты для исследования свойств применяемых газов для тушения, таких как хладон 125,227 и других. Данные исследования выявили, что газы относительно малоопасны при концентрациях необходимых для тушения загораний.

В системах газового тушения хладоны находятся в модулях газового тушения. При этом они находятся под давлением газа вытеснителя. Газом вытеснителем российские нормы НПБ-88 и ГОСТ Р 50969 рекомендуют использовать азот или обезвоженный воздух. Наиболее часто применяется азот. И это имеет свои причины. При попадании в зону загорания обезвоженный воздух уменьшает эффективность огнетушащих веществ при проникновении после хладона. Помимо этого пары воды, которые все равно находятся в обезвоженном воздухе, могут испортить качество хладона при хранении. Классической системой тушения газом предусматривается использование оксида углерода. Данные системы применяются для защиты производственных объектов (мест хранения ЛВЖ, промышленных серверных). Данные помещения и оборудование отличается наличием большой пожарной загрузки класса. В согласно ГОСТ 27331 (нефтепродукты), электрооборудования с не снятым напряжением и некоторыми другими отличиями.

С применением оксида углерода, возможно, эффективно ликвидировать загорания при условии не превышения нормированного коэффициента безопасности. Данный коэффициент показывает степень превышения

нормативной концентрации над минимальной (Смок), необходимой для тушения пожара в специальных условиях. При использовании углекислоты приведенный выше коэффициент равен 1.7. На основании НПБ 88 для хладонов данный коэффициент безопасности определяется как 1,2, что значительно менее чем для углекислоты. Кратное увеличение расчетного процентного содержания CO_2 над минимальной концентрацией практически исключает вероятность последующего воспламенения, а также увеличивает вероятность затухания независимо от состояния объекта тушения с точки зрения герметичности. Необходимо отметить, что углекислый газ наиболее эффективен при тушении тлеющих материалов в связи с тем, что при длительном термическом воздействии не разлагается и способен выдерживать высокие температуры. При применении углекислоты образуется газовое облако, которое вытесняет воздух и исключает нахождение человека без специальных средств защиты. Из-за этого использование CO_2 возможно только там, где не находятся постоянные рабочие места, а также в местах где работники появляются только для ремонтных работ и наладочных работ.

Для исключения воздействия на рабочий персонал газа эвакуацию необходимо провести до начала подачи огнетушащего вещества. Помещения и оборудование защищенное данными установками требуют безотказной работы извещателей, разработке и неукоснительному исполнению требований и правил инструкций, содержанию путей эвакуации, согласованности действий при отработке эвакуации.

Применение того или иного типа установки пожаротушения обусловлен применением огнетушащего вещества.

Специалисты подразделяют тушения газом на типы: объемный и объемно – локальный. Наибольшее распространение получил объемный метод тушения. Экономически локальный метод имеет преимущества только при условии того что, помещение в котором размещается защищаемое оборудование имеет объем, гораздо больший (≥ 6) объема оборудования. При

таких условиях с экономической точки зрения способ локального тушения более предпочтителен.

Установки газового тушения подразделяются на следующие виды: стационарные и модульные. Если защите подлежит оборудование, размещенное в одном помещении из множества то тут более экономически оправдана установка-модуль. В случае необходимости тушения более одного помещения необходимо исходит из экономической выгоды.

Здесь также необходимо учитывать следующие показатели:

- возможность использования помещения для нахождения там оборудования для тушения с необходимыми для него параметрами.
- число отсеков подлежащих защите на одном предприятии.
- размеров объемов подлежащих защите.
- наибольшее расстояние от защищаемого объекта до оборудования пожаротушения.

Установка газового пожаротушения состоит из: рабочего тела (газа), средств доставки газа до объекта тушения (трубы, запорная арматура), и МГП (Модули газового п. тушения), насадки. Технически сложным оборудованием диктующим эффективность работы является модуль.

Модуль газового тушения состоит из емкости с газом и пускорегулирующей аппаратуры.

В практике применения наибольший спрос имеют емкости с объемом газа не более ста литров. Это обусловлено рядом причин:

- относительной легкостью перемещения и установки;
- отсутствием регистрационных действий по линии Ростехнадзора;
- предъявлением особых требований для емкостей с объемом более ста литров по установке в помещениях и ремонте.
- персонал, который эксплуатирует емкости с объемом более ста литров, должен проходить дополнительное обучение.

Основная составная часть модуля – емкость высокого давления.

Основанием его работоспособности является соотношение емкости к объему, которое показывает степень технологии изготовления и массу металла пошедшего на его изготовление. Если соотношение имеет высокое значение, то конструкция емкости произведена на более совершенном оборудовании и с использованием современных технологий.

При производстве емкостей пожаротушения с высоким отношением применяют современные стали и сплавы, стойкие к коррозии и неблагоприятным воздействиям. Помимо стойкости стали также имеют хорошую адгезию к различным краскам, лакам и грунтам.

Помимо нанесения различных полимерных и лакокрасочных покрытий на наружную поверхность также осуществляется дополнительная защита внутренней поверхности. Для этого применяются различные виды грунтовок красок и клеев. Внутренне покрытие повышает стойкость поверхностей к воздействию агрессивных веществ.

Коррозия не повреждает данные поверхности. При применении современных материалов и технологий достигается высокий срок эксплуатации(15 лет) до первого ТО. [60].Время эксплуатации емкостей определяются тридцатилетним сроком и возможно продление по результатам проверки.

В газовом пожаротушении в нашей стране сертифицированы МГТ около десятка российских и зарубежных фирм. Используемые в эксплуатации установках газового тушения МГТ для хладона 125 , хладона 318Ц, хладона 227а делятся по давления на 2 типа:

- МГТ с давлением до 40-43Бар;

Данные МГТ применяются в основном в установках модульного типа.

- МГТ с давлением до 65Бар;

МГТ данного вида применяется, могут использоваться как в стационарных

так и в модульных системах.

Пускорегулирующая аппаратура, несмотря на ассортимент, подразделяется на 3 вида:

- механизм имеет разрушающуюся часть (замок ит.д.) и пиропатрон;
- механизм выполнен с элементом в виде открывающегося клапана при сработке патрона;
- механизм с приводом в виде электрических исполнительных элементов (магнитов).

Пускорегулирующий механизм имеет следующие основные элементы:

- запирающее устройство;
- механизм запуска;
- механизм привода.

И у нас и за границей распространены 2 вида запорной арматуры. В виде клапана и мембраны. Клапанные выполнены с размыкающимся соединением. При работе отверстие открывается за счет ухода от него клапана. Мембраны неподвижны и освобождают рабочее отверстие только при разрыве. Клапанные системы имеют подвижные рабочие органы и соответственно он потенциально менее герметичен по сравнению с мембраной. Так как в условиях производств имеются, как правило, увеличенные вибрационные и ударные нагрузки проницаемость узла клапана увеличивается.

Механизм привода пускорегулирующих механизмов состоит в основном из разнообразных механизмов и устройств предназначенных для перемещения и вращения при срабатывании. Запускающим устройством пускорегулирующей аппаратуры является магнит или патрон элементом ЗПУ обычно являются электромагниты или пиропатроны. Особое предпочтение в настоящее время оказывают пиропатронам. Данные устройства не нуждаются в ремонте и профилактике.

В помещениях защищаемых газовым тушением пожара МГТ эксплуатируются в рабочем режиме без впуска газа продолжительный период.

При данных обстоятельствах пускорегулирующая аппаратура загрязняется, ржавеет.

МГТ обязан не только сохранять целостность, но и не иметь утечек рабочего газа. Помимо этого он должен обеспечить работоспособность и не потерять эффективность при увеличении времени эксплуатации защищаемого оборудования и условия для возникновения загорания улучшились в связи с износом основного оборудования. Различного вида привода, клапаны и другая механика за время нахождения системы в рабочем режиме, не двигаясь, могут закиснуть, заржаветь, если не проводить своевременно регламентные работы. Иностранные нормативы, например, предлагают проводить проверку электромагнитного клапана 1 раз в квартал. Современная промышленность в России производит выпуск пускорегулирующих устройств, где рабочий орган выполнен в виде разрушающейся и не пропускающей газ прокладки. В данном виде отсутствует в пускорегулирующей аппаратуре исполнительный механизм. В данной схеме используется, сигнал передается непосредственно на клапан. Использование в виде иницирующего элемента пиропатронов, где сам заряд надежно защищен от разнообразных воздействий обеспечивает значительный срок гарантированной безотказности сработки (на уровне 0,998) в течении 18 лет. Для увеличения вероятности срабатывания заряда используется 2 независимых друг от друга спирали. Это сделано для того чтобы, определенный прибор смог выдать электрический разряд для приведения устройства в работу. Данный прибор не обладает значительной мощностью, в отличии от электромагнитного привода.

2.2.3. Порошковое автоматическое пожаротушение.

Наибольшее распространение в настоящее время получили установки порошкового тушения пожара. Разработчики систем все больше уделяют внимание данным направлениям. И это не безосновательно. Порошковое тушение очень эффективно и сравнительно низкочатратно.

Сейчас в зарубежных странах количество производимых порошковых огнетушителей около трех четвертей относится к порошковым. У нас данный показатель составляет более половины.

Вещества для тушения пожара состоят из перемолотых неорганических солей с определенными веществами для исключения образования пластов и комков. Основным веществом для образования тушащих смесей являются аммонийные соли, соли угольной и соляной кислот (карбонаты, хлориды) и некоторые другие. Для исключения комкования добавляются следующие вещества – соединения кремния, тальк, нефелин и т.д. Данным химикатам недопустимо соприкосновение с влагой. При хранении порошки не ни с чем не реагируют, не наносят при перемешивании повреждений аппаратам и оборудованию. При взаимодействии с металлической аппаратурой и трубопроводами порошки не причиняют вреда. Порошок вступает в реакцию только при значительном увлажнении металлических поверхностей. [59]. Влияние на защитные покрытия металлов (краски, лаки) не выявлено. Общий класс опасности порошка для тушения пожара – 3, 4. Порошки подают в очаг горения сжатыми газами. Доставка порошков в очаг пожара осуществляется различными газами.

Основным достоинством порошков для тушения пожара всегда была способность универсальности. Для тушения газов, жидкостей, твердых веществ всегда можно применять порошки. На тушение порошками практически не оказывают влияние различные погодные факторы. Порошки используют при тушении всех классов пожаров:

А – загорание твердых веществ;

В – загорание жидких веществ (топливо-смазывающие материалы, различные углеводороды) и др.);

С – загорание газообразных веществ (метан, аммиак, пропан-бутан и др.);

Д – Загорание щелочных металлов и металлосодержащих сплавов (магний, калий, натрий и др.);

Е – загорание веществ в электрических установках под напряжением.

Классы пожаров (за исключением класса D) можно тушить универсальными порошками. Для прекращения горения в очаг пожара подается порошок в виде облака, обволакивающее зону горения. Для тушения, какого либо одного класса пожара или для тушения пожара класса D, применяются специальные или порошки для тушения специального применения. Принцип действия таких порошков состоит в изоляции очага пожара от кислорода воздуха. Также у порошкового тушения имеется следующий ряд преимуществ:

- большая огнетушащая способность;
- низкая инерционность системы;
- невысокие затраты на установку системы;
- отсутствие воздействия на экологию, так как порошки можно использовать как удобрения.
- При срабатывании порошки причиняют минимальный вред оборудованию (в отличие от спринклерных или дренчерных систем);
- эксплуатация при неблагоприятных температурных условиях (ниже 0);
- нетребовательны к герметичности (в отличие от газовых систем тушения);
- возможность выбора вариантов защиты (модули, установки, пожарные машины).

Области применения огнетушащего порошка.

Системы тушения пожара порошком широко используются при защите разнообразных производственных и промышленных помещений и зданий.

Расположение их возможно как на плюсовых уровнях (выше уровня земли), так и на отрицательных отметках:

- разнообразные помещения для производства;
- все виды складов (углеводородов, пиломатериалов, легковоспламеняющихся жидкостей и газов, резинотехнических изделий и многих других);
- хозсклады;
- оборудование для окраски и сушки;

- предприятия по ремонту и обслуживанию автомобилей;
- гаражи;
- депо локомотивные;
- магазины;
- объекты электроэнергетики;
- электрораспределительные устройства, в том числе под напряжением;
- архивы, библиотеки, музейные хранилища и т. д.;
- административно-бытовые помещения;
- запотолочное пространство;
- кабель-каналы и вентиляционное оборудование;
- объекты с большим количеством людей (торгово-развлекательные комплексы, объекты культуры).

Ограничения использования порошковых систем.

Приведение в работу установок для тушения огня порошком не осуществляется до проведения полной эвакуации работников и посетителей. В настоящее время полной эвакуации при сработке не требует только системы тушения при использовании воды. Если помещение или здание защищено системой тушения огня порошком, то необходимо использовать специальные оповещатели для того чтобы люди покинули зону тушения порошковой системой до ее приведения в действие.

Порошковое тушение нецелесообразно применять на объектах со сложной электронной техникой (компьютеры и т.д.) которое будет повреждено в результате применения порошка. Однако при достаточной защите от попадания посторонних веществ защита порошковыми системами возможна.

Для тушения загораний химвеществ и их производных, полимеров и пиррофоров металлов и их соединений, недопустимо использование универсальных порошков. Данные вещества тушатся только специальными порошками.

2.2.4 Системы аэрозольного пожаротушения.

Аэрозольное тушение пожара – это метод ликвидации загорания с помощью веществ, которые получаются при сгорании специальной смеси.

Данный метод использует в качестве огнетушащего агента мелкие частицы, Данные вещества для человека ядовиты.

Тушение не осуществляется, на объектах где могут находиться люди. Тушение пожара аэрозолем допустимо применять при отсутствии других возможностей для тушения.

Вещества, образующиеся при сгорании аэрозолеобразующих смесей способны эффективно тушить загорания. Системы пожаротушения ограничивают, движение огня в связи с непосредственным действием во время его появления. Метод воздействия у различных смесей, несмотря на разные производства однотипен.

Аэрозолеобразующая смесь состоит из различных компонентов. Аэрозольная смесь содержит в себе определенные химические вещества. Сгорание различных веществ выделяет разогретый факел разнообразных газов и мелкодисперсных частиц. Данный факел и осуществляет тушение. Ликвидация загорания осуществляется, из-за торможения цепных реакций в зоне горения.

Аэрозольные системы тушения оперативно ограничивают границы распространения пожара, и ликвидируют загорания. Примером таких установок является аэрозольные генераторы.

Данные устройства образуют, аэрозоли с определенными параметрами для тушения огня и его подачи на объект где произошел пожар. Рабочим веществом для образования аэрозоля являются специальные вещества. Данные смеси способны сгорать без дополнительных подач воздуха выделяя при этом аэрозоль, который и ликвидирует загорание. Принцип тушения аэрозолем состоит в замедлении и прекращении цепных реакций при химической реакции горения.

При наступлении такого момента, когда в помещении образуется достаточное процентное содержание аэрозоля в воздухе, количество энергии,

которое образуется при пожаре, внезапно уменьшается. Из-за этого уменьшается температура, и загорание не распространяется. Необходимо отметить, что после окончания выделения аэрозоля огнетушащее процентное соотношение остается неизменным в течение четверти часа, что исключает последующее загорание. При работе газообразующего оборудования дисперсные частицы отлагаются в виде тонкого покрытия. Данное покрытие изолирует очаг пожара от кислорода воздуха. После затухания пожара покрытие убирается с помощью моющих средств.

Устройство подачи аэрозоля может быть приведен в работу как механически от руки, так и при получении сигнала средств контроля пожарной безопасности. Данные виды приведения в рабочее состояние могут и совмещаться. Приведение в работу от средств контроля может, осуществляется с таким алгоритмом:

- средство контроля фиксирует загорание;
- запускается оповещение для организации эвакуации;
- затем подается команда на приведение в работу.

2.2.5. Анализ современных систем безопасности. Защита окрасочных и сушильных камер.

В соответствии с СП 5.13130.2009 «тип установки пожаротушения, способ тушения, вид огнетушащего вещества определяются организацией-проектировщиком с учетом пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и применяемых веществ и материалов, а также особенностей защищаемого оборудования».

Наибольшее применение для тушения окрасочных и сушильных камер получили водяные установки пожаротушения, однако в настоящее время все больше получают распространения модульные установки пожаротушения как порошковые, так и тушения тонкораспыленной водой.

Порошковые установки. Преимущества и недостатки.

Системы тушения порошком по типу размещения порошка делятся на централизованные и модульные. Наибольшее применение получили установки тушения порошком модульного типа. Они имеют ряд преимуществ. Как правило, модуль тушения из емкости с огнегасительным средством. Форма емкости может быть разнообразной. Из-за данных особенностей модуль можно располагать практически на любых поверхностях разнообразных помещений. Установки данного типа могут, применяется в замкнутых пространствах - кабельных тоннелях, в запотолочном пространстве, в секциях электрооборудования.

Данные установки могут эксплуатироваться без источника внешнего сигнала на сработку. В емкости модуля находится газогенератор, который состоит из газогенерирующего состава определенного типа. При достижении заданной температуры смесь начинает интенсивно выделять газы-вытеснители. В результате возрастания давления емкость модуля или разрывается или порошок через насадок подается к месту горения. В конструкции установки пожаротушения порошком допускается использовать универсальный самозапускающийся механизм. Данный прибор состоит из термочувствительного элемента магнита и пружины. При расцеплении термочувствительного механизма магнит производит движение внутри магнитного поля. В итоге возникает электрический ток, который подается в исполнительное устройство. При этом от одного устройства могут сработать несколько модулей. По такому же сценарию приводится в работу и при формировании сигнала от автоматических систем контроля. При срабатывании установки тушения формируется облако из порошка, которое опускается, в зону горения блокируя поступление воздуха к огню. Основным положительным моментам данных установок является универсальность тушения. Порошковыми системами тушения можно тушить и электроустановки без отключения (кроме веществ которым для горения не требуется кислород). Если сравнивать стоимость разнообразных установок тушения, то тушение порошком явно будет самым экономичным. Как и у всех систем имеются и

ограничения. В первую очередь это касается нанесения вреда человеку. При дыхании порошок проникает в легкие и человек может задохнуться. К тому при работе порошкового пожаротушения практически ничего не видно и это может вызвать сложности при эвакуации. Из-за данных ограничений установка порошковых систем тушения частично запрещена в помещениях массового пребывания людей и на участках где постоянно присутствуют люди. Модули тушения порошком имеют срок эксплуатации. Мелкодисперсные частицы порошка слеживаются, установка оказывается неработоспособной. Поэтому необходимо отслеживать даты производства модулей тушения. После срабатывания установки удаление его с оборудования и помещений представляется делом нелегким. А для точного механического или электронного оборудования применение порошка однозначно приводит к выходу их строя. И все-таки тушение порошком занимает вторую строчку по популярности после установок тушения водой.

Установки водяного пожаротушения. Преимущества и недостатки.

На первом месте по распространенности занимают системы пожаротушения, где вода является основным средством тушения. Это связано со свойствами воды как огнетушащего вещества. Основные положительные свойства воды:

- У воды имеются отличные химические и физические свойства, что и создает эффективное тушение огня;
- Вся жизнь человека связана с водой и поэтому разработаны безотказные варианты подачи воды;
- Низкая себестоимость и практически неограниченные запасы;
- Вода не причинит вреда человеку.

Для помещений и зданий где использование воды не противопоказано и где не находятся дорогое оборудование и культурные и материальные ценности как правило проектируются системы тушения водой.

Существуют и объекты для тушения, которых водяные системы неприемлемы по тем или иным причинам.

Данными причинами могут быть следующие факторы:

- система подачи воды не позволяет обеспечить необходимый расход;
- отсутствие возможности установки;
- отсутствие возможности слива и низкая несущая способность перекрытий;
- низкое давление в сети подачи воды и отсутствие возможности повысительных насосов;
- невозможность использования вследствие малых мощностей электросетей;
- нахождение в помещении матценностей, воздействие на которые водой крайне негативно отразится на сохранности;
- температура ниже 0 градусов.

Существуют и недостатки у установок тушения, где основным средством тушения является вода. Самый существенный недостаток – невысокая эффективность применения воды. Поэтому приходится использовать большее количество воды, чем необходимо для тушения. Эта вода приносит урон помещениям и материальным ценностям. Автоматические системы тушения водой, а также стационарно установленные лафетные стволы требуют больших объемов воды. Для обеспечения подачи воды согласно норм нередко вследствие недостаточной пропускной способности приходится использовать емкости и резервуары. Обыкновенное распыление системой пожаротушения, образует объем воды сопоставимый с затоплением. Нередко, выходит, так что материальные потери от загорания ниже, чем от применения водяных систем пожаротушения.

Анализ современных систем контроля безопасности.

Согласно ГОСТ 12.1004-91* «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» пожар возможен при наличии трех необходимых факторов:

- сгораемые вещества и материалы – находятся в виде оборудования и материалов;
- окислителя - воздух;

- источника зажигания – присутствуют на производстве (искра или дуга при КЗ в электрических сетях, нарушения правил противопожарного режима при проведении огневых и иных регламентных работ.)

Все три отмеченных фактора присутствуют на участке производства работ или могут произойти, что указывает на его потенциальной пожарную опасность.

Согласно ГОСТ 12.1004-91*[14], обеспечение безопасности объекта с точки зрения пожарной безопасности достигается с использованием следующих средств:

- установок предотвращения пожара;
- установок противопожарной защиты;
- мероприятий организационно-технического характера.

Требования к системе предотвращения пожара изложены в технических регламентах, сводах правил и т.д.

Организационно-технические мероприятия изложены в Правилах противопожарного режима. [23].

Согласно пункту [43] 4.3 СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» «тип установки пожаротушения, способ тушения, вид огнетушащего вещества определяются организацией-проектировщиком с учетом пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и применяемых веществ и материалов, а также особенностей защищаемого оборудования».

Противопожарная защита окрасочных цехов спроектирована с использованием современных средств и способов обнаружения и тушения возможных пожаров с учетом требований действующих нормативных документов. Вместе с тем следует отметить, что современная технология производства автомобилей не позволяет в полной мере осуществить все требования по противопожарной защите производственных зданий и сооружений, так как при этом неизбежно нарушение технологического цикла производственного процесса. Многолетний опыт эксплуатации

существующих производственных зданий и сооружений ПАО «АВТОВАЗ» и систем их противопожарной защиты показал, что отдельные отступления от требований действующих нормативных документов могут иметь место и существенно не влияют на противопожарную защиту защищаемых объектов и безопасность находящихся в них людей, Так размещение насосных пожаротушения, подключенных к противопожарному водопроводу и служащих для подачи в секции автоматических установок водопеного пожаротушения, противопожарных вставках между отдельными корпусами общего сборочного комплекса позволяет обеспечить требуемую нормами инерционность этих установок, но при этом помещения насосных не имеют отдельного выхода на улицу. Вместе с тем следует отметить, что с обеих сторон корпусов, примыкающих к противопожарной вставке, имеются технологические проезды для автомобилей шириной более 6 метров, что позволяет осуществить эвакуацию людей, находящихся в помещении насосных за короткое время вне зоны возможного пожара. [15].

Система обнаружения горючих газов.

Система обнаружения газов защищает следующие зоны:

- краскоприготовительное отделение;
- склад лакокрасочных материалов;
- под сушильной камерой (СО и СН4);
- под камерой;
- возле выхода из камеры.

Принцип работы

Система обнаружения горючих газов получает сигналы от датчиков газа, и подаёт программируемым реле команды включения местной сигнализации, запуска процедур останковки и/или передачи сигналов в отдел безопасности или к пожарной бригаде [35].

Для обозначения зоны, в которой произошла утечка газа, используется семь акусто-оптических устройств.

Тип блоков

Система основана на управляющих блоках, которые обмениваются данными с центральной системой управления здания (поставляется третьими лицами) и контролируют различные типы устройств ввода / вывода посредством двухпроводных линий.

Такая конфигурация позволяет упростить увеличение контролируемых зон в будущем и/или управление другими системами или функциями безопасности.

Использоваться будут панели управления типа EST-3, изготовленные компанией Edwards и поставляемые в собранном шкафу.

Панели управления могут контролировать реле датчиков газа и обеспечивать необходимое количество контактов для локальных сигналов, процедур остановки и/или передачи сигналов в отдел безопасности или к пожарной бригаде.

Извещатели:

Типы газов: СО
 СН₄

Предполагается, что пары растворителя будут тяжелее воздуха.

Тип системы обнаружения

Система обнаружения газов основана на извещателе Ultima X3. К нему можно подключить до трёх датчиков (ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ или КАТАЛИТИЧЕСКИХ). Каждый извещатель имеет следующую конфигурацию:

- три общих нормально замкнутых реле для аварийной сигнализации или одно для сигнала неисправности (возможности определить датчик, который активировал сигнализацию или сигнал неисправности, нет);
- Извещатели, соединённые с каталитическими датчиками, установлены на три уровня сигнализации, соответствующие 15% - 20% - 30% нижнего предела взрывоопасности.

- Извещатели, соединённые с электрохимическими датчиками, установлены на три уровня сигнализации, соответствующие концентрациям 20 - 25 - 30 частей на миллион.

Типы датчиков

Каталитический датчик используется для обнаружения СН₄.

Каталитический датчик используется для обнаружения паров растворителя. Согласно опросному листу техники безопасности (MSDS402205 Thinner 420 AN2205 - MSDS404873 Thinner S69 - MSDS478324 THINNER S43 - MSDS478325 THINNER D153), датчики, используемые для обнаружения паров растворителя, настроены на обнаружение ксилола, который из компонентов, входящих в смесь красителей, детектируется легче всего.

Электрохимический датчик используется для обнаружения СО.

Газовые сигнализаторы серии Ultima X служат для измерения концентраций газов и паров в воздухе.

С этими приборами нельзя измерять концентрацию газов и паров в водяном паре, инертных или бедных кислородом атмосферах. Для измерения нехватки кислорода пригоден кислородный датчик.

Другие мероприятия, повышающие степень пожарной безопасности корпуса:

- системы блокировок оборудования, обеспечивающих остановку (конвейера, прекращения подачи сжатого воздуха (краски внутри окрасочной камеры), природного газа при отключении технологической вентиляции;
- продолжение работы технологических вентиляторов
- остановки конвейера в течение 10 - 15 минут;
- установка технологических вентиляторов, выполненных повышенной защитой от искрообразования;

- применение электрооборудования и освещения в соответствии принятым классом взрывопожароопасности по ПУЭ и группам взрывоопасных смесей;
- система автоматического пожаротушения помещения окраски, внутреннего объема камер нанесения ЛКМ, текстила, защитного состава и сушки ЛКП, установка автоматических дренчерных завес в проемах камер и воздуховодах;
- отключение высокого напряжения и краскоподачи при открывании дверей электроокрасочных камер;
- установка в помещениях цеха окраски газоанализаторов подачей светового и звукового сигналов при повышении концентрации органических растворителей, сблокированных с подачей сжатого воздуха к
- краскораспылителям и природного газа;
- при срабатывании газоанализаторов процесса окраски и сушки прекращаются;
- устройство аварийного слива от ванны агрегата катафореза,
- фосфатирования агрегата подготовки поверхности;
- окраска оборудования, трубопроводов и поверхностей
- помещения в соответствии с санитарными нормами;
- выполнена молниезащита корпуса;
- все электрооборудование, металлические площадки, воздуховоды,
- трубопроводы заземлены.

3. Предложения по повышению эффективности систем пожаротушения.

3.1 Недостатки существующих систем пожаротушения.

Проанализировав все вышеперечисленное во 2 главе по существующим системам пожаротушения выделим недостатки спринклерного пожаротушения

так наш объект защищен именно спринклерной системой пожаротушения. Спринклерным системам присущи следующие недостатки:

- высокая инерционность установки;
- запитаны от сетей водоснабжения, а значит, зависят от работоспособности водопровода;
- большой расход огнетушащего вещества.

Для повышения эффективности системы пожаротушения предлагается применить установку пожаротушения тонкораспыленной водой с побудительной системой с инфракрасными датчиками.

3.2 Установки тонкораспыленной воды.

Применения тонкораспыленной воды для тушения загораний с каждым годом увеличивается. Принцип тушения пожаров разработан еще в середине 20 века. В нашей стране она получила распространение середины 90 годов 20 века. Хорошую эффективность данному способу обеспечивают несколько показателей:

- мелкодисперсная вода состоит из множества капель со средним диаметром около 150 мкм. За счет размеров общая поверхность всех капель в единице объема оказывается больше, чем при остальных способах тушения загораний. При большой площади поверхности капель и уменьшается время их испарения. За счет этого из очага пожара более быстро выводится значительное количество энергии;
- из-за размера капель испарение происходит более интенсивно, водяной пар ограничивает попадание кислорода к очагу пожара.

Автоматические системы тушения тонкораспыленной водой являются наиболее быстроразвивающимися. Это вызвано рядом положительных сторон:

- хорошая результативность при сравнительно небольшом расходе воды (1-1,5 л/м²);
- в модульных системах ТРВ отсутствие подключения, каких либо источников энергии и подключение к коммуникациям;

- за счет небольших размеров капель отличная способность к осадке частиц выделившихся при загорании и вследствие чего уменьшает потребность в дымоудалении;
- низкая химическая активность к объектам защиты;
- обладание высокой универсальностью по тушению;
- отсутствие вреда для человека и природы;
- отсутствие сложностей при установке и обслуживании.

Эксплуатация модулей тонкораспыленной воды показывает, что данный способ тушения может эффективно защитить объект от пожара. В случаях, когда нельзя применять неограниченное количество воды это может оказаться выходом из ситуации. Наиболее это важно при защите музейных ценностей, архивов и т.д. При эксплуатации модульных систем тушения тонкораспыленной водой неоднократно проводились испытания огнем в натуре. Благодаря этим испытаниям процессы, происходящие при тушении модулем тонкораспыленной воды стали более понятными обоснованными.

Натурные испытания проводились при разнообразных температурах и положениях модулей. Данные испытания позволяют говорить о хорошей эффективности тушения пожаров классов А, Б. Проводились и испытания по тушению и установок и электрических систем под напряжением. Испытания по тушению тонкораспыленной водой высокого напряжения продолжаются.

Модульные установки тушения тонкораспыленной водой не подключаются к электросетям и водопроводам, могут обслуживаться персоналом с низкой квалификацией. Стоимость модуля вполне сопоставима с традиционными установками тушения водой. Результативность установок тушения тонкораспыленной водой превосходит, тушение простой водой вследствие этого требует гораздо меньший запас воды. Данная вода храниться непосредственно в модуле. При работе на оборудование материалы попадает меньше воды. При этом монтаж системы канализации исключается.

Модуль тушения тонкораспыленной водой работает следующим образом.

Сигнал от автоматической пожарной сигнализации обнаружившей пожар поступает на командное устройство (ЗПУ), размещенное на баллоне с газом. Устройство приводится в действие и газ из баллона с использованием шлангов высокого давления и трубы сифона поступает в емкость где хранится запас воды.

При увеличении давления в сосуде с водой, вода поступает в устройство, где образуется смесь газа и жидкости. Данный прибор установлен в верхней части емкости и формирует смесь с определенными параметрами.

Впоследствии данная смесь направляется с использованием системы труб и с использованием распылителей в очаг пожара. Отслеживается выпуск огнетушащего вещества удаленно с использованием датчиков давления. Для предупреждения повышенного давления установлен дополнительный аварийный клапан. Для повышения перекрытия тонкораспыленной жидкостью объекта для каждого оросителя возможна установка механизма направления.

Остановимся непосредственно на корпусе 01/23Б.

Проведем расчет категории пожарной опасности для корпуса согласно СП 12.13130.2009.

Согласно таблице 5 приведенной в данном документе категория рассчитывается путем поочередного отнесения каждого помещения к той или иной категории.

Таблица 5. Категория помещений.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожаро- опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых

	развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожаро- опасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа

Продолжение таблицы 5

<p>В1-В4 пожаро опасность</p>	<p>Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б</p>
<p>Г умеренная пожароопасность</p>	<p>Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива</p>
<p>Д пониженная пожароопасность</p>	<p>Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии</p>

Проверка заключается в последовательном отнесении помещения к той или иной категории в зависимости от обращающихся материалов. Так как в технологическом процессе обращаются жидкости с температурой вспышки ниже 61⁰то делаем расчет по избыточному давлению взрыва паровоздушной смеси в помещении.

Трубопроводы с краской от помещения краскоприготовительного отделения проходят сквозь противопожарную стену в цех окраски. По условиям технологического регламента краска циркулирует по кольцевому трубопроводу. Наибольшая протяженность трубопроводов внутренним диаметром 85 мм составляет 401 м. Давление при работе в краскопроводах — 0.4 МПа, Нагнетающие насосы автоматическом режиме остановятся при

повреждении трубопровода с краской через 20 с. В самом критическом случае базовая эмаль содержит 79 % растворителя. При дальнейшем продвижении аварийной ситуации, вызванной повреждением трубопровода и последующей разгерметизацией запорной арматурой на системе подачи краски к производственному оборудованию, находящемуся в корпусе цеха окраски, поступит объем лакокрасочных изделий, равный,

$$v = q \cdot \tau + \frac{\pi \Phi^2 \Lambda}{4}$$

где q- необходимая массовая подача краски из трубопровода 15 л/мин=900 л/ч; τ - промежуток времени, за который сработает запорная арматура, под которым рассматривается единица времени от времени потенциальной подачи краски до времени, когда краска перестает поступать в объем помещения, с Φ диаметром краскопровода 80 мм; Λ длина трубопровода в цехе окраски, равная 400 м.

Рассмотрим сценарий развития данной аварийной ситуации для случая дистанционного отключения циркуляционных насосов. Для данной ситуации соответствии с п. А 1.2 СП 12.13130.2009 время для расчета отключения краскопровода посчитаем равным 120 с. Таким образом, при разрыве трубопровода в помещение цеха окраски поступит объем краски равный.

$$v = q \cdot \tau + \frac{\pi \Phi^2 \Lambda T}{4} = 0,015 \cdot 2 + \frac{3,14 \cdot (80 \times 10^{-3})^2 \cdot 400}{4} = 0,03 + 2,01 = 2,04 \text{ м}^3 .$$

Поскольку концентрация растворителя в краске содержится не более 79 %, то площадь пролива краски в цехе составит $F=2040 \text{ м}^2$ » (п. А.1.2 «г» СП 12.13130.2009).

Масса паров растворителя m , поступившего в пространство при данной аварийной ситуации составит

$$m = KW_{исп} FT$$

где K- доля растворителя в краске, K0.79; F-площадь пролива краска, м2, T время, в течение которого происходит ее испарение. Примем с определенным

коэффициентом запаса $T=3600$ с; $P.=2040$ м.
 Интенсивность испарения паров углеводородов с поверхности разлива рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{исп}}=10^{-6} M^{1/2} P_H$$

где M - молекулярная масса растворителя, г/моль,
 В качестве растворителя рассмотрим ксилол, г/моль, $M=106.17$
 г/моль, как один из основных компонентов растворителя.

Величина интенсивности испарения ксилола равна
 $W_{\text{исп}}=10^{-6} \cdot (106,17)^{1/2} \cdot 3,05=3,14 \cdot 10^{-5}$ кг/(с · м²).

Тогда масса паров ксилола, поступивших в пространство помещения цеха окраски кузовов, составит:

$$m=0,79 \cdot 2040 \cdot 3,14 \cdot 10^{-5} \cdot 3600=182,2\text{кг}$$

Проведем расчет величины избыточного давления взрыва для данной массы паров растворителя в производственном помещении.

Исходные данные для расчетов

$P_{\text{max}}= 765\text{кПа}$; $P_0=101 \text{ кПа}$; $Z= 0.3$; $M= 106.17 \text{ кг/кмоль}$; $V_0= 22,413 \text{ м}^3 /\text{кмоль}$;
 $t_p=39^0 \text{ C}$; $n_c=8$; $n_n=0$; $n_x=0$; $K_n=3$.

Где- M -молярная масса, кг/кмоль,

Плотность паров составит

$$\rho_n = \frac{M}{V_0 (1+0,00367 \cdot t_p)} = \frac{106,17}{22,413(1+0,00367 \cdot 39)} = 4,14\text{кг/м}^3$$

t_p -расчетная температура в качестве которой следует принимать максимально возможную температуру воздуха в помещении в соответствующей климатической зоне. Для Тольятти $t_p =39^0\text{C}$.

$$\beta = n^c + \frac{n_n + n_x}{4} - \frac{n_0}{2} = 8 + \frac{10 - 0}{4} = 10,5$$

Стехиометрическая концентрация будет равна

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1+4,84 \cdot \beta} = \frac{100}{1+4,84 \cdot 10,5} = 193\%$$

Свободный объем цеха окраски составляет

$$V_{\text{св}}=553600 \text{ м}^3$$

Находим величину избыточного давления взрыва

$$\Delta P = \frac{P_{\max} - P_0 \cdot M \cdot z \cdot 100}{V_{\text{св}} \rho_n C_{\text{ст}} K_n} = \frac{765 - 101 \cdot 182,2 \cdot 100 \cdot 0,03}{553600 \cdot 4,14 \cdot 1,93 \cdot 3} = 0,27 \text{ кПа}$$

При аварийной ситуации связанной с разгерметизации трубопровода с краской, величина избыточного давления взрыва в цехе окраски не превышает 5кПа.

Таким образом, помещение цеха окраски не относится к категориям А и Б по СП 12.13130-2009..

Определим категорию рассматриваемого помещения по пожарной опасности.

Специфика пожарной опасности рассматриваемого помещения связана с пожарной опасностью электроизоляционных материалов электрооборудования, лакокрасочных материалов и матов из ваты для звукоизоляции кузовов. Эти виды пожарной нагрузки размещены на большой площади окрасочного цеха на значительном расстоянии друг от друга (порядка 20 м).

По этой причине рассмотрим каждый участок размещения пожарной нагрузки отдельно.

При рассмотрении пожарной нагрузки в виде электрооборудования, учтем, что на площадке $8=10 \text{ м}^2$ размещены шкафы с электрооборудованием, занимающим 50 % этой площади. В каждом шкафу 2 % объема занимает электроизоляционное оборудование в виде карболитовых и пластмассовых изделий. Высота шкафа составляет 3 м. Таким образом, на площадке 10 м^2 содержится 0.3 м³ карболита и пластмассовых изделий в количестве 360 кг (плотность карболита принята равной 1200 г/м^3).

Учитывая, что теплота сгорания карболитовых изделий составляет 26.9 МДж/кг [4], то пожарная нагрузка Q на площадке 10 м^2 составит 9684 Мдж. Поскольку площадь размещения пожарной нагрузки составляет 10 м^2 , то удельная пожарная нагрузка q равна 968.4 МДж/м^2 , что формально соответствует пожарной нагрузке помещений категории В3.

Проверим условие $Q \geq 0,64qN^2$, где N высота от верхней части шкафов с электрооборудованием до нижнего пояса ферм перекрытия, равное 3 м.

Учитывая, что $0.64 \cdot 968 \cdot 3^2 = 5575 < 9684$ МДж, то помещение цеха окраски может быть отнесено к категории В2.

При проливе лакокрасочных материалов из краскопроводов в помещение цеха поступит объем краски 2.04 м^3 . Масса пролитой краски составит 1 754 кг (плотность краски принята равной плотности ксилола 860 кг/м³). Удельная теплота сгорания ксилола составляет 52.8 Мдж/кг [3], тогда величина пожарной нагрузки Q составляет 92611 МДж. Поскольку площадь его разлива S составит 300 м^2 (пространство между технологическими линиями — ширина 3 м, длина 100 м), q-удельная пожарная нагрузка равна 309 Мдж/м^2 . Это значение соответствует категории В3. Однако необходимо проверить условие $Q \geq 0.64qH^2$, где H — высота от пролива лакокрасочных материалов до низа ферм перекрытий, равное 3. Учитывая, что $0.64 \cdot 309 \cdot 3^2 = 1780 < Q = 92611$ МДж, то помещение будет относиться к категории В2 по СП 12 131330.

Вначале рассмотрим камеры окраски, размещенные в корпусе 01/23Б. Камеры предназначены для нанесения слоя краски механизированным способом с помощью роботов. Окраска труднодоступных мест (пороги, внутренняя часть багажника) производится вручную. Размеры камеры окраски составляют 136x5,6 метров. Они расположены на отметке +6,5 метра. В производственной линии расположены 2 камеры нанесения краски и лака и одна камера нанесения вторичного грунта с аналогичными размерами. Защита камер выполнена спринклерной системой со спринклерами температурой 68°С .

Клапана пожаротушения расположены в узлах управления выгороженных в пристрое к корпусу 01/23Б. В северо-западном пристрое к корпусу 01/23 Б расположена насосная станция системы пожаротушения, предназначенная для того чтобы при срабатывании системы увеличить подачу воды к очагу и обеспечить необходимую интенсивность орошения.

Предложение по повышению эффективности систем пожаротушения состоит в замене спринклерной системы пожаротушения расположенных в 2 камерах окраски и камере нанесения грунта на систему пожаротушения тонкораспыленной воды с побудительной системой, состоящей из инфракрасных датчиков.

Описание установки.

Пожаротушение тонкораспыленной водой (ТРВ) - это современная, быстро набирающая популярность, высокоэффективная технология пожаротушения. В качестве огнетушащего вещества используется вода, подаваемая под высоким давлением через специальные распыляющие форсунки, благодаря чему создается мелкодисперсный туман из капель величиной не более 100-150 микрон, который быстро заполняет защищаемое помещение. При этом достигается высокая эффективность тушения очагов возгорания при минимальном объеме расходуемой воды, что позволяет применять технологию ТРВ в системах модульного пожаротушения.

Эффективность пожаротушения тонкораспыленной водой достигается за счет суммарного действия следующих факторов:

- во-первых, водяной мелкодисперсный туман обладает высокой теплоемкостью и большой суммарной площадью поверхности капель, что приводит к быстрому снижению температуры в очаге пожара и остановке процесса химической реакции горения (эффект снижения температуры).
- во-вторых, при испарении воды в зоне пожара образуется большое количество водяного пара, который, являясь газообразным веществом, обладает свойствами объемных средств пожаротушения и проникает в любые щели и пористые поверхности, препятствуя газообмену горючих материалов с кислородом за счет снижения его концентрации в зоне горения (эффект вытеснения кислорода).
- в третьих, мелкодисперсные капли воды и водяной пар, осаждаясь на поверхность материалов еще не охваченных процессом горения, создает на их поверхности тонкую водяную пленку, препятствуя

распространению пожара на соседние с очагом возгорания зоны защищаемого помещения (эффект локализации пожара).

– в системах пожаротушения тонкораспыленной водой, для усиления этого эффекта используется пенообразующая добавка (ацетат калия).

Раствор ацетата калия также препятствует замерзанию воды и позволяет применять системы пожаротушения при низких температурах (до минус 40 градусов по Цельсию).

Автоматическая установка пожаротушения тонкораспыленной водой (АУПТТВ) окрасочных камер.

АУПТТВ предназначена для:

- обнаружения пожара в окрасочной камере, механизмах и манипуляторах окрасочных роботов;
- тушения окрасочных камер;
- светового и звукового оповещения людей о пожаре с выдачей соответствующих сигналов на пульт управления пожаротушением.

АУПТТВ осуществляет противопожарную защиту окрасочных камер

АУПТТВ содержит в своем составе:

- систему сигнализации и оповещения людей о пожаре (электротехническая часть АУПТТВ или система);
- установку пожаротушения (технологическая часть АУПТТВ или установку).

Система сигнализации и оповещения людей о пожаре состоит из прибора приемно-контрольного и управления FAST 2000 (далее ППКП), извещателей пламени пожарных (ИПП) IR-3 LF 8000 (IR-3 LF 15000), извещателей ручных (ИПР), оповещателей светозвуковых (ОСЗ).

Детектирование возникновения пожара в окрасочной камере осуществляется совместно с обнаружением пожара в зоне распылителей робота посредством шести датчиков, расположенных в пространстве окрасочной камеры.

Детектирование возникновения пожара манипулятора и механизмов работа осуществляется посредством одного ИК-датчика тип IR-3 LF 8000, расположенного в машинном отделении и одного датчика IR-3 LF 15000 на манипуляторе каждого робота.

Установка пожаротушения для окрасочных камер состоит из узлов управления трубопроводов и насадков. Тип узла управления водовоздушный. Принцип действия пускового клапана - электромагнитный (открывает слив воды над мембраной) с наличием сигнализатора давления. Типы соединения фланцевые.

Объем камеры под мембраной 0,45 л.

Минимальное рабочее давление работы в сети 3 атм.

Рекомендуемое рабочее давление в сети 5-8 атм.

Суммарные гидравлические потери в узле при давлении в сети 5 атм.

0,96 атм. Рабочее давление у оросителя АУПТТВ составляет 6 атм.

Минимальное рабочее давление перед оросителем-распылителем, при котором происходит мелкий распыл 4 атм.

Защищаемая площадь одного оросителя при его горизонтального расположении 7 м².

Защищаемая площадь одного оросителя при его вертикальном расположении 19,7 м².

Средняя интенсивность орошения 0,051-0,075 л\с м².

Предусмотрен ручной дистанционный пуск АУПТТВ от кнопок, которые установлены попарно с каждой стороны окрасочной камеры (на каждой из дверей камер, либо на каждом углу камеры).

Цвет корпуса ручных нажимных кнопок для срабатывания установки пожаротушения: желтый.

Нажатие на ручной кнопочный привод осуществляет включение АУПТТВ.

Установка осуществляет: Пожаротушение окрасочных камер.

Подача воды на распылители АУПТТВ должна происходить не позднее, чем через 28 с после поступления сигнала о пожаре на контрольную панель пожаротушения.

Установка состоит из трубопроводов с установленными на них оросителями размещенных в камерах окраски и камере нанесения вторичного грунта.

Трубопроводы размещены с двух сторон под потолком камеры. Оросители закрыты заглушками для исключения попадания краски и забивания отверстий. Так же на отметке 1,000 метра расположен второй ряд трубопроводов с оросителями также закрытых заглушками. Так как система требовательна к чистоте воды из-за размеров отверстий оросителей подача воды осуществляется из емкости объемом 50м³. Емкость заполнена деминерализованной водой.

ИК-Пожарный датчик IR-3-LF

ИК-Пожарный датчик служит для распознавания пожара, определяя его в области инфракрасных излучений. Сигнал о пожаре передается оптически по светопроводящему кабелю. С обеспечением полного отключения электропитания находящихся под высоким напряжением взрывозащищенных участков. Пожарный датчик 1В-3-1Р предназначается, главным образом, для тех применений, где требуется высокая подвижность (тяговые цепи и проч.). Он может применяться только в соединении с усилителями типа *IPE* или 1_PX.

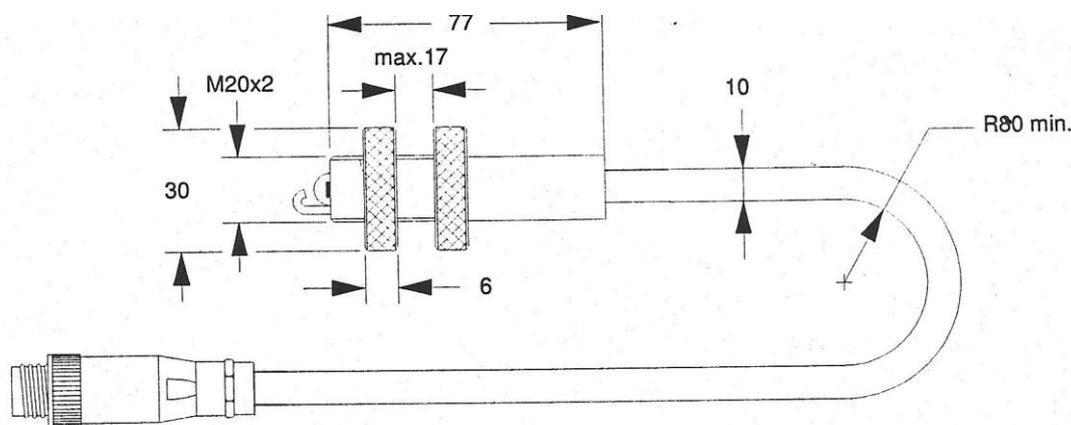


Рисунок 1

Описание.

ИК-Пожарный датчик состоит из сенсорной головки с интегрированным устройством контроля за способностью к обзору и за состоянием световолоконного проводника, из защитного шланга и подключающего штекера.

Технические данные

Рабочее напряжение: 12 -15 В пост, тока

Спектральная область реагирования: 750 нм - 1200 нм (макс, чувствительность: 950 нм)

Угол обзора: 120°

Радиус изгиба (статический): 80 мм

Радиус изгиба (подвижный): 130 мм

Диапазон рабочих температур: 0 °С - +50 °С

Степень защиты: IP65

Материал: Полиамид PA6

Усилитель 1_PE 1...10 служит для оценки сигналов и контроля за датчиками типа IR-3-LF . Он обеспечивает оптическую индикацию режимов работы и передает информацию о них на подключенный центральный пост управления.

Выбор пожарной чувствительности осуществляется пошагово из четырех четко определенных ступеней с установкой их через четырехкратный кодировочный переключатель S1. Регулировка выполняется при отключенном питании. В положении ON (вкл.) может находиться только один выключатель. Нумерация 1...4 соответствует ступеням срабатывания.

Введенная установка действует для всех подключенных волоконных лучей.

Для регулировки чувствительности к воздействию на окно, у подключенного датчика выполняется сдвигка определенного типа оптического клина на участке оптического наблюдения первой детекторной головки. Юстировка P1 осуществляется таким образом, чтобы L1 тут же прекращал мигать. Соответствующая процедура выполняется и с волоконными лучами 2...п.

При изменении пожарной чувствительности (ступени 1....4), необходимо выполнять переюстировку чувствительности к воздействию на окно по всем волоконным лучам. Пожарная чувствительность имеет заводскую юстировку на ступень 3.

Корпус детекторного усилителя крепится винтами в таком месте, которое обеспечивало бы наибольшую возможную свободу доступа к нему. При этом показания прибора должны оставаться видимыми.

Подключающий кабель должен быть электрически экранирован. Экран крепится с помощью кабельного винтового крепежа в панели центрального управления.

Находящиеся вблизи корпуса усилителя источники помех с высокочастотными скачками должны быть, по возможности, удалены.

Инфракрасный детектор IR3LF с усилителем LFV предназначен для распознавания пламени. Он во взаимодействии с центром сигналов и управления отключает оборудование и управляет подключенными защитными механизмами, например, системами сигнализации и пожаротушения.

Критерием срабатывания служит присутствующий в пламени инфракрасный компонент. Инфракрасный детектор типа IR3LF и представляет собой детектор пламени с встроенным автоматическим контролем работоспособности.

Он применяется на особо пожароопасных объектах, например, окрасочное оборудование, камеры распыления порошков, оборудование термической обработки, электроэрозионные станки, механические обрабатывающие центры и обеспыливающее оборудование. Порог чувствительности «срабатывание» (индикация распознавания пламени) устанавливается в 4 ступени. Чувствительность к возмущающим воздействиям (показания недопустимо сильного загрязнения) — бесступенчатое регулирование.

Инфракрасный датчик пламени предназначен только для распознавания пламени. Любое другое использование не является применением по назначению и не попадает под ответственность изготовителя.

К применению по назначению относится соблюдение данной инструкции по эксплуатации с приведенными техническими данными и указаниями.

Для использования в комплексе с сигнальными устройствами и/или пультом управления пожаротушения следует принимать во внимание соответствующие прилагающиеся инструкции по эксплуатации и предписания.

Усилитель с световодом может эксплуатироваться только в технически безупречном состоянии.

Усилитель должен быть подключен к выравниванию потенциалов, необходимо соблюдать границы рабочего напряжения.

Для связи между несколькими усилителями и анализирующим центром следует использовать экранированную линию.

Усилитель с соответствующим количеством световодов устанавливается в механически устойчивом положении с исключением вибраций в соответствии с инструкцией по монтажу № 6-370-01. Неиспользованные входы для световодов следует закрыть колпачками.

В коробе с кабелем сигнализатора нельзя размещать или прокладывать впоследствии провода высокого напряжения.

Датчик должен эксплуатироваться в рамках характеристик технических данных. Необходимо избегать воздействия пыли, влажности, коррозирующих жидкостей, газов и паров. Недопустимо механическое повреждение (вибрация, удары и т.д.). При подключенном продувочном воздухе во время работы сигнализатора необходимо держать его в состоянии постоянной готовности.

Рекомендуется не пользоваться вблизи датчика рациями и сотовыми телефонами. Датчик распознает невидимый инфракрасный спектр в пламени или раскаленных предметах с углом зрения 90° и может применяться в условиях дневного света или при следующем допустимом освещении:

Следует избегать в поле зрения источников инфракрасного света. Допустимое освещение: ртутные лампы;

люминесцентные трубки.

Недопустимое освещение: галогеновые лампы;

лампы накаливания/фонарики;

прямой солнечный свет.

Сообщение о неисправности появляется при следующих критериях:

- отсутствует напряжение питания (аварийное реле включается, индикация на главном пульте управления);
- световод/сигнальная головка загрязнена (светодиод, жёлтый, на усилителе на световод, + аварийное реле);
- световод механически повреждён (светодиод, жёлтый, на усилителе на световод, + аварийное реле).

Работоспособность датчика автоматически проверяется каждую секунду. При индикации неисправности на пульте управления проинструктированному персоналу сразу же следует ее локализовать и сообщить соответствующей службе предприятия. Устранение неисправности должно осуществляться специалистом, уполномоченным изготовителем.

3.3 Оценка эффективности предлагаемого решения.

Для оценки эффективности рассмотренных решений рассмотрим более подробно основные недостатки традиционных спринклерных водяных систем.

- 1) Высокую инерционность установки.
- 2) Запитаны от сетей водоснабжения, а значит, зависят от работоспособности водопровода.
- 3) Большой расход огнетушащего вещества.

Остановимся подробнее на первом недостатке – высокой инерционности.

Инерционность- это время от начала воздействия одного из факторов до момента выдачи необходимого результата. Иначе говоря, время от начала воздействия температуры на спринклер до его сработки и подачи воды.

Время срабатывания оросителей спринклерной системы от начала воздействия температуры достаточно велико. Так, например номинальное время срабатывания оросителя спринклерного водяного специального универсального "СВУ" выпускаемого ЗАО «ПО «Спецавтоматика» г. Бийск составляет в зависимости от температуры от 300 до 600 секунд.

Так как в помещении окрасочной камеры находится большое количество пожароопасных и взрывоопасных веществ (всего около 30 килограмм на один кузов) и с одновременным нахождением людей инерционность становится одним из основных моментов, на которые необходимо обратить внимание. Чем меньше инерционность, тем больше времени остается на эвакуацию людей. Вместе со временем, которое необходимо на эвакуацию низкая инерционность не позволит пожару развиваться и перейти на соседнее оборудование и материалы. Увеличение времени даст возможность наиболее эффективно провести эвакуацию и тушение пожара. Инерционность предлагаемой системы тонкораспыленной воды составляет 28 секунд. В итоге мы имеем дополнительно около четырех с половиной минут для проведения эвакуации. Для оценки применим следующую формулу:

$$C = \frac{Y}{Z} * 100\%$$

Где С эффективность; Y - возможный материальный ущерб; Z – затраты на модернизацию .

Возможный материальный ущерб оценивается как стоимость оборудования, здания минус процент амортизации.

Так как здание новое, то примем процент амортизации равным 0. Стоимость строительства здания и оборудования составляет 1 млрд. рублей.

Затраты на частичный демонтаж существующей системы и монтаж новой оценены в 177 миллионов рублей.

Таким образом расчетная эффективность составит

$$C = \frac{1000000000}{177000000} * 100\% \quad \text{получим эффективность } 564 \% .$$

Теперь оценим расход огнетушащего вещества.

Одним из положительных факторов тонкораспыленной системы тушения огня является низкий расход огнетушащего агента. При работе систем традиционных компоновок диаметр капель в среднем составляет около 2 мм.

В данном случае расход воды, идущий непосредственно на тушение составит не более трети всей использованной воды. Таким образом, две трети воды поданной на тушение пожара в лучшем случае будет, отведена в канализацию не причинив вреда, а в худшем случае повредив здание, материал или оборудование.

В данном случае стоимость огнетушащего вещества (воды) достаточно низка, но, тем не менее, расход ее также необходимо уменьшить до минимума.

К тому же большой расход воды ведет, как правило, к повреждению материалов, оборудования вследствие попадания ее на поверхность того оборудования которое и не пострадало в результате воздействия огня.

Нередко, что наибольший вред причиняется от воздействия огнетушащих веществ, чем от воздействия факторов пожара. Наличие необходимой инфраструктуры с достаточно большой производительностью так же является одним из факторов увеличивающих стоимость систем пожаротушения.

Остановимся подробнее на факторах размера капель огнетушащего вещества.

В системах тонкораспыленной воды размер капель воды составляет от 150-200 микрон, что значительно меньше, чем при обычном тушении спринклерной системы. В данном случае это не маловажно.

Для повышения эффективности при тушении огня водой и используется тонкораспыленная вода, при использовании которой из-за того что капельки воды имеет малые размеры происходит непосредственный контакт с очагом загорания. При данном контакте образуется большое количество пара, и зона

горения значительно охлаждается. Основным принципом при тушении ТРВ является снижение температуры в зоне горения и получение изолирующего очага загорания парового облака. Основными факторами при этом остаются размер капель в зоне загорания, а также скорость их подачи в зону пламени.

Для эффективного тушения загорания необходимо иметь минимальный размер частиц воды и чтобы они смогли достигнуть очага загорания. При минимальном размере капель скорость испарения воды максимальна и это способствует охлаждению и образованию атмосферы водяного пара, что и способствует тушению пожара. При этом определяющим будет, является именно скорость подачи воды в зону горения. При образовании капель размером менее 100мкм у них обнаруживается высокая подвижность, низкая способность к оседанию, что дает возможность организовать в зоне защиты установки слои движения частиц воды, что приводит к ликвидации загорания. То есть можно говорить уже об объемном тушении.

Значительная огнетушащая способность тонкораспыленной воды позволяет снизить интенсивность подачи и промежутка времени в течении которого работает установка . При использовании тонкораспыленной воды расход из каждого оросителя системы будет значительно меньше. Расходы также позволит уменьшить и время в течение, которого будет работать установка.

В предлагаемой модернизации трубопроводы со спринклерами помимо потолка еще расположены на расстоянии 1,000метра от отметки камеры. Это связано также с тем, что объектом тушения в камере является кузов легкового автомобиля. При тушении только сверху часть внутреннего пространства кузова не будет подвергаться, воздействию воды и будет продолжать гореть. Подача водяного тумана непосредственно в проемы кузова значительно уменьшит зоны, не покрытые воздействием огнетушащего вещества.

В случае горения в ограниченном пространстве при наличии значительного количества горючей загрузки средняя температура по объему резко повышается. Вода из системы тонкораспыленной воды виде мелких

капель проникая в ограниченный объем помещения со значительной температурой быстро испаряется и соединившись с водой которая не испарилась и газами образовавшимися при горении создает облако которое занимает все помещение и устраняет горение (пламенное). Впоследствии при продолжении работы установки вода понижает температуру, тушит тление, и снижает концентрацию дыма.

Удаление людей из зоны действия опасных факторов всегда затруднено (особенно в производственных зданиях со сложной планировкой) из-за возникновения паники, которая вызвана не только фактом загорания, но и воздействием дыма вследствие чего люди теряются в пространстве, возникают удушья, отравления и другие последствия. Именно поэтому - эвакуация основная задача при загорании. Именно поэтому при оборудовании объекта системами тушения не обходимо учитывать не только результативность тушения и скорость обнаружения загорания, но и запросы на ликвидацию воздействия ОФП.

Расположение окрасочных камер на отметке +5 метров является дополнительным аргументом для уменьшения инерционности системы так, как увеличивается время на проведение эвакуации людей вследствие загорания. Под камерами окраски и грунта на отметке 0,00 метра также располагается технологическое оборудование, которое может пострадать в результате попадания огнетушащего вещества (воды) на оборудование. Поэтому уменьшение количества огнетушащего вещества необходимого для ликвидации загорания немаловажно.

Как мы видим из вышеизложенных материалов установки пожаротушения тонкораспыленной водой являются высокоэффективными установками для тушения загораний. Данные установки имеют возможность в будущем заменить классические виды тушения (порошковое, газовое и воздушно-пенное).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Целью исследования в магистерской диссертации являлось исследование эффективности использования технических средств пожаротушения в окрасочных камерах цехов окраски кузовов легковых автомобилей на примере ПАО «АВТОВАЗ» и повышение эффективности тушения применением систем тушения тонкораспыленной водой.

Для достижения данной цели выполнены следующие задачи:

- рассмотрена технология производства кузовов легковых автомобилей на примере производства окраски кузовов ПАП В0;
- выявлены наиболее пожароопасные участки и рассмотрены физико-химические свойства применяемых веществ;
- проанализированы средства и методы тушения пожаров, существующие системы противопожарной защиты;
- рассмотрены недостатки и преимущества основных применяемых систем.

В результате работы над магистерской диссертацией проанализированы основные элементы и функции системы обеспечения пожарной безопасности, виды огнетушащих веществ, их достоинства и недостатки.

Также проведен расчет категории окрасочного цеха.

По результатам мероприятий предложены мероприятия по повышению эффективности систем пожаротушения.

В результате проведенного исследования, в рамках магистерской диссертации предложено к установке в камерах окраски кузовов автомобилей оборудование по тушению загораний тонкораспыленной водой.

Данные предложения по повышению эффективности систем пожаротушения окрасочных камер цехов окраски кузовов автомобилей будут применяться при строительстве новых производственных площадок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.

- 1 Аксютин, В.П. Пожарная безопасность пассажирских вагонов [Текст] / В.П. Аксютин, Н.А. Шелудько. - М.: Трансинфо, 2009. - 224 с.
- 2 Бадагуев, Б.Т. Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, журналы, протоколы, планы, инструкции [Текст] / Б.Т. Бадагуев. - М.: Альфа-Пресс, 2014. - 720 с.
- 3 Баратов, А.Н Пожарная безопасность [Текст] / А.Н. Баратов, В.А. Пчелинцев. М.: 2006. – 144 с.
- 4 Бондаренко, А.П. Чрезвычайные ситуации и защита от них [Текст] / А.П. Бондаренко. - М.: ЮНИТИ, 2000. - 266 с.
- 5 Брушлинский, Н.Н. Пожарные риски [Текст] / Н.Н. Брушлинский. - М.: 2004. - 246 с.
- 6 Бубыря Н.Ф. Машины и аппараты пожаротушения [Текст] / Н.Ф. Бубыря – М.:1972. – 528 с.
- 7 Гринберг, М.С. Преступления против общественной безопасности [Текст] / М.С. Гринберг. - М.: 1974. - 177 с.
- 8 Гринин, А. С. Пожарная и взрывная безопасность [Текст] / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. - М.: 2002 - 240с.
- 9 ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения [Текст] – Введ. с 01.07.1982 г. – Москва: Изд-во стандартов ИПК, 2001 г. – 22 с.
- 10 ГОСТ 12.4.026-2015 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний» [Текст] – Введ. от 01.03.2017 г. – Москва: Стандартиформ, 2017 г. – 77 с.
- 11 ГОСТ 12.1.010-76 «Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования» [Текст] – Введ. от 01.01.1978 г. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002 г. – 45с.

12 ГОСТ Р 51057-2001. Пожарная техника. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний [Текст] – Введ. для вновь разработанных и модернизированных изделий с 01.07.2002 г., для изделий разработанных до 01.01.200г. введ. с 01.01.2004 г. – Москва: Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002 г. – 60с.

13 ГОСТ 27331 Пожарная техника. Классификация пожаров [Текст] – Введ. 01.01.1988 г. – Москва: Издательство стандартов 1988 г. – 65 с.

14 ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования [Текст]. – Взамен ГОСТ 12.1.004-85; Введ. с 01.07.1992 г. – Мсква: Издательство Стандартиформ, 2006 г. – 20 с.

15 Климущин, Н.В. Противопожарная защита зданий повышенной этажности. [Текст] / Н.В. Климущин. - Стройиздат.: 1989. - 192 с.

16 Михайлов, Л.А. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них [Текст] / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин. - СПб.: Питер, 2007. - 235 с.

17 Организация и управление противопожарной безопасностью // Безопасность жизнедеятельности: Учебник [Текст] /Под ред. Э. А.Арустамова.- М., 2005.- 425с.

18 НПБ 105-03 «Определение категорий помещений и зданий» [Текст]. – Утверждены приказом МЧС России от 18.06.2003 г. № 314

19 НПБ 110-03 «Норм пожарной безопасности» [Текст] – Утверждены приказом МЧС России от 18.06.2003 года № 315.

20 НПБ-88-2001 «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования» [Текст] – Утверждены приказом ГУПС МВД России от 04.06.2001 г. № 31.

21 ПОТ Р М-017-2001. Межотраслевые правила по охране труда при окрасочных работах [Текст] - утверждены постановлением Министерством труда и социального развития Российской Федерации от 10.05.2001 г. № 37.

22 Повзик, Я.С. Пожарная тактика [Текст] / Я.С. Повзик. - М.: ЗАО "Спецтехника", 2004. - 416с.

23 Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 г. № 390, (ред. от 21.03.2017 г.) «О противопожарном режиме» вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации» // СПС Консультант плюс // <http://www.consultant.ru/>

24 Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования предприятий отрасли, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматическими сигнализациями // Электронный фонд // <http://docs.cntd.ru>

25 Патент № 2485988 Российская Федерация. Модуль пожаротушения [Текст] / Лекторович С.В., Сороковиков В.П., заявитель и патентообладатель ООО "Инновационные Системы Пожаробезопасности"; заявлено 15.02.2012 г.; опубликовано 27.06.2013 г. – 4 с.

26 Патент № 2195985 Российская Федерация. Модуль порошкового пожаротушения [Текст] / Казаков А.А., Гавинский Ю.В., заявитель и патентообладатель Казаков Александр Алексеевич, Гавинский Юрий Витальевич, заявлено 05.04.2001 г., опубликовано 10.01.2003 г. -3 с.

27 Рыжов, А.М. Моделирование пожаров в помещениях с учетом горения в условиях естественной конвекции [Текст] // Физика горения и взрыва. - 1991. - Т. 27, № 3. - С. 40-47.

28 Русак, О.Н. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / О.Н. Русак. - СПб.: МАНЭБ, 2005. - 374 с.

29 Серебренников, Д.С. Математическое моделирование как инструмент анализа пожарной опасности конструкций, зданий и сооружений [Текст] / Д.С. Серебренников, А.С. Охроменко // Молодой ученый. - 2010. - №12

30 Серебренников, Д.С., Охроменко, В.А. Негин, А.А. Дектерев, С.П. Амельчугов. Параметрические исследования взрыва резервуара ЛПДС «Конда» [Текст] // Научные исследования и инновации. Научный журнал. – 2011. - Т.5, №1.

- 31 Смирнов, С.Н. Противопожарная безопасность [Текст] / С.Н. Смирнов. - М.: ДиС, 2010. - 144 с.
- 32 Собурь, С.В. Пожарная безопасность предприятия: Курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие [Текст] / С.В. Собурь. - М.: ПожКнига, 2012. - 480 с.
- 33 Собурь С.В. Установки пожаротушения автоматические: Справочник [Текст] / – М.: Спецтехника, 2003 - 134с.
- 34 Собурь, С.В. Огнетушители: Справочник [Текст] / С.В. Собурь – М.: Пожкнига, 2004 – 96с.
- 35 Соломин, В.П. Пожарная безопасность: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования [Текст] / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин, О.Н. Русак; Под ред. Л.А. Михайлов. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 224 с.
- 36 Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа: Рекомендации. [Текст] / М.: ВНИИПО, 2004. - 96 с. (Разработаны ФГУ ВНИИПО МЧС России)
- 37 Степанов, К.Н. Справочник: Пожарная техника [Текст] / К.Н. Степанов, Я.С. Повзик, И.В. Рыбкин. - М.: ЗАО "Спецтехника", 2003, 400 с.
- 38 Расчет необходимого времени эвакуации людей из помещений при пожаре: Рекомендации. - М.: ВНИИПО МВД СССР, 1989. - 22 с.
- 39 СНиП РК 2.02-15-2003 «Пожарная автоматика зданий и сооружений» [Текст] – Приняты и введены Приказом Комитета по делам строительства МИТ РК от 24.12.2003 г. № 467.
- 40 СНиП 3.05.01-85. Пособие по производству и приемке работ при устройстве систем вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] – Утверждено приказом Минмонтажспецстроя СССР от 25.08.1987 г. № 121.
- 41 СП 5.13130.2009 «Свод правил. Системы противопожарной защит. Установки пожарной сигнализации пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [Текст] – Утверждено приказом МЧС РФ от 25.03.2009 г. № 175.

42 СП 6.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности» [Текст] – Утверждено приказом МЧС РФ от 25.03.2009 г. № 173.

43 СП 5.13130.2009. «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [Текст] – Утвержден и введен в действие приказом МЧС РФ от 25.03.2009 г. № 175.

44 Терещнев, В.В Пожарная тактика. Основы тушения пожара [Текст] / В.В. Терещнев, А. В. Подгрушный. – М.: 2009. – 512с.

45 Тимкин, А. В Основы пожарной безопасности: учебное пособие [Текст] / А.В.Тимкин. - Директ-Медиа, 2015 - 267с.

46 Уайзман, Дж. Полное руководство по выживанию [Текст] / Дж. Уйзман. - М.: Астрель, 2007. - 576 с.

47 Федеральный закон от 25.07.2002 № 116-ФЗ (ред. от 02.05.2015) «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием государственного управления в области пожарной безопасности» //СПС Консультант плюс// <http://www.consultant.ru/>

48 Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»//СПС Консультант плюс// <http://www.consultant.ru/>

49 Федеральный закон от 08.03.2015 № 37-ФЗ, О внесении изменения в статью 5 Федерального закона «О пожарной безопасности». //СПС Консультант плюс// <http://www.consultant.ru/>

50 Федеральный закон от 28.12.2009 № 380-ФЗ (ред. от 08.03.2015) «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях»//СПС Консультант плюс // <http://www.consultant.ru/>

51 Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (ред. от 28.05.2017). //СПС Консультант плюс. // <http://www.consultant.ru/>

52 Федеральный закон от 27.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». // СПС Консультант плюс // <http://www.consultant.ru/>

53 Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». // СПС Консультант плюс // <http://www.consultant.ru/>

54 Хван, Т.А. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / Т.А. Хван, П.А. Хван. - Ростов н/Д: Феникс, 2004. - 356 с.

55 Шишкин, Н.К. Безопасность в чрезвычайных ситуациях [Текст] / Н.К. Шишкин. - М.: ГУУ, 2000. - 328 с.

56 Щаблов, Н.Н. Творцы огнеборцев. Страницы истории. [Текст] / Н.Н.Щаблов, В.Н. Виноградов. - СПб.: Институт Государственной противопожарной службы МЧС России, 2003.

57 Ястребов, Г.С. Безопасность жизнедеятельности и медицина катастроф [Текст] / Г.С. Ястребов. - Ростов-на-Дону.: 2005. - 416 с.

58 Паспорт и руководство по эксплуатации «Блок приёмно-контрольный и управление автоматическими системами пожаротушения С2000-АСПТ» [Текст] – «С2000-АСПТ» АЦДР.425533.002 РЭ Изм.15 АЦДР.5890-16 от 27.09.2016 г. – 60 с.

59 Паспорт и руководство по эксплуатации «Буран-2,5-2С» [Текст] – МПП (р) – 2,5 – 02.00.000 РЭ; - Изд-во Москва, 2016 г. – 10 с.

60 Руководство «Блок индикации системы пожаротушения С2000-ПТ» [Текст] - «С2000-ПТ» АЦДР.426469.015-02 ЭТ Изм.12 АЦДР.5347-16 от 10.05.2016 г. – 12 с.

61 Руководство «Блок контрольно-пусковой С2000-КПБ» [Текст] - «С2000-КПБ» АЦДР.425412.003 ЭТ Изм.22 АЦДР.5680-14 от 19.12.2014 г. – 16 с.

62 Научный электронный сайт SamZan [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://samzan.ru/11591>, - свободный.

- 63 Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникации им. проф. М.В. Бонч-Бруевича сайт Sut [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.sut.ru/>, - свободный.
- 64 Научный сайт пожаротушения Pozhproekt [Электронный ресурс]. – Режим доступа, <http://pzhproekt.ru/> - свободный.
- 65 Приказ МЧС РФ от 25.03.2009 г. № 182 (ред. от 09.12.2010 г.) «Об утверждении свода правил. Определение категорий помещений, здания и наружных установок по взрывопожарно и пожарной опасности (вместе с СП 12.1313.2009). // СПС Консультант плюс // <http://www.consultant.ru>
- 66 Интернет клуб пожарных спасателей Fireman.club [Электронный ресурс]. – Режим доступа, <https://fireman.club> - свободный.
- 67 Интернет сайт по охране труда в России Tehdoc.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа, <http://www.tehdos.ru/> - свободный.
- 68 Официальный сайт академии государственной противопожарной службы МЧС России Academygps [Электронный ресурс]. – Режим доступа, <http://academygps.ru/> - свободный.
- 69 Правила пожарно безопасности для предприятий автотранспорта. ВППБ 11.01.96. утв. Минтрансом РФ 29.12.1995 г., вместе с «Положением о добровольных пожарных дружинах на промышленных предприятиях и других объектах министерств и ведомств», утв. МВД СССР // СПС Консультант плюс // <http://www.consultant.ru>
- 70 Burke, R. Fire Protection: Systems and Response. [Text] / Robert Burke. – CRC. : 2007. – 312p.
- 71 Buchanan A.H. Structural Design for Fire Safety [Text] / A.H. Buchanan Kwabena Abu A. - John Wiley and Sons Ltd. : 2017. – 438p.
- 72 Cox, G. Field Modelling of Fire in Forced Ventilated Enclosures [Text] / S. Kumar, G.Cox. Comb. Science and Tech. - 1987. -192p.

73 Gorbett,G. E. Fire Dynamics [Text] / G. E. Gorbett, J. L. Pharr, Rockwell S. - Pearson Education (US): 2016. – 336p.

74 Grimwood, P. Euro Firefighter: Global Firefighting Strategy and Tactics, Command and Control and Firefighter Safety [Text] / P.Grimwood. - JEREMY MILLS PUB. : 2008. – 380p.