

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Исследование эффективности работы противопожарного водоснабжения в автоматических установках пожаротушения (на примере АО «АВТОВАЗ»)

Студент

Р.Н. Хамадиев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

И.И. Рашоян

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Консультант

Т.А.Варенцова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., И.И. Рашоян

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

(личная подпись)

« » 2019 г.

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	6
1 Пожарно-технические характеристики цеха сборки и установки силовых агрегатов на платформе «В0».....	7
1.1 Сведения и характеристика производства.....	7
1.2 Мероприятия по обеспечению требований норм пожарной безопасности.....	16
1.3 Действующая система противопожарного водоснабжения цеха сборки и установки силовых агрегатов на платформе «В0»	19
2. Исследование и анализ основных характеристик противопожарного водоснабжения.....	29
2.1. Основные средства и способы тушения пожаров	29
2.2 Автоматические установки пожаротушения	30
2.3 Анализ основных критериев эффективности противопожарного водоснабжения.....	35
3 Повышение эффективности противопожарного водоснабжения в установках автоматического пожаротушения	42
3.1 Оценка эффективности использования технических средств пожаротушения.....	42
3.2 Повышение эффективности противопожарного водоснабжения в установках автоматического пожаротушения на примере цеха сборки и установки силовых агрегатов на платформе «В0»	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А	71

ВВЕДЕНИЕ

Автомобилестроение – в настоящее время одна из самых быстроразвивающихся и наукоемких отраслей в мире, в том числе и в России.

Производство автомобилей - существенная часть машиностроительной отрасли, оказавшее воздействие на экономическое развитие России. Обеспечение и повышение уровня безопасности производства в данной отрасли является актуальным, так как строятся около 200 крупных и малых заводов и небольших предприятий, трудоустроено около 810 тыс. человек. Машиностроение немислимо представить без взаимодействия с предприятиями повышенной вредностью в отраслях химической и технической промышленности. Машиностроительные производства предоставляют рабочие места более 4млн. людей из числа трудоспособного населения страны. В России помимо собственных автопроизводителей размещены предприятия по сборке автомобилей разных мировых конкурентов на автомобильном рынке. Как всякому производству страшны пожары. Что же все-таки такое пожар на производстве? Это прежде всего угроза для жизни работников завода, а уже потом угроза товарным автомобилям, комплектующих, зданиям и сооружений. Противопожарное водоснабжение играет одну из важных ролей в организации систем противопожарной защиты на производстве.

Цель: Исследование и повышение эффективности работы противопожарного водоснабжения в автоматических установках пожаротушения.

Объект исследования: корпус сборки кузовов производства ПАП «В0», а точнее цех 0942 сборки и установки силовых агрегатов на платформе «В0».

Предмет исследования: противопожарное водоснабжение цеха 0942.

Задачи исследования:

1. Выполнить анализ пожарно-технических характеристик исследуемого объекта

2. Выполнить анализ пожарной нагрузки и выявить наиболее пожароопасные участки цеха
3. Рассмотреть недостатки и преимущества основных применяемых систем автоматического пожаротушения.
4. Предложить способы повышения эффективности работы противопожарного водоснабжения в системах пожаротушения.

Новизна исследования состоит в повышении эффективности пожарной защиты объекта исследования, путем проектирования новой спринклерной системы автоматического пожаротушения.

Методы и методология проведения исследования. Для решения поставленных в работе задач, использовался комплекс эмпирических и теоретических методов исследования. В рамках эмпирических исследований была рассчитана производительность и расход новой спринклерной системы автоматического пожаротушения. Теоретические исследования были направлены на изучение и анализ основных существующих недостатков и преимуществ основных применяемых на объекте систем автоматического пожаротушения.

Теоретическая научная и практическая значимость диссертации заключается в том, что полученные результаты сформулированы в виде конкретных предложений и наработок, которые предлагаются к внедрению для повышения эффективности тушения цехов сборки, и практическое внедрение которых возможно на производстве АО «АВТОВАЗ».

Научная обоснованность и достоверность результатов исследования основана на подробном анализе и применении существующих нормативных правовых требований в области проектирования автоматических систем пожаротушения.

Научные положения и результаты исследования, выносимые на защиту.

1. Результаты анализа пожарно-технических характеристик исследуемого объекта

2. Результаты анализа пожарной нагрузки исследуемого объекта и наиболее пожароопасных участков цеха
3. Пути повышения эффективности основных применяемых систем автоматического пожаротушения на основе выявленных недостатков и преимуществ их применения.
4. Способ повышения эффективности работы противопожарного водоснабжения в системах пожаротушения.

Апробация результатов. Основные результаты работы прошли апробацию в рамках доклада на 1 -ой национальной научно-практической конференции молодых ученых, специалистов «Техносферная безопасность» (учащиеся колледжей, вузов, специалисты организаций) в рамках специализированного форума по безопасности и охране труда в ВК «Экспо-Волга», Самара, 16 мая 2018 года.

Результаты работы готовы принять на рассмотрение и внедрить в АО «АВТОВАЗ».

Личный вклад автора в исследование:

1. Выполнен анализ пожарно-технических характеристик исследуемого объекта, его пожарной нагрузки и выявлены наиболее пожароопасные участки цеха
2. Рассмотрены недостатки и преимущества основных применяемых систем автоматического пожаротушения.
3. Предложены способы повышения эффективности работы противопожарного водоснабжения в системах пожаротушения.

Структура и объем магистерской диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, списка используемых источников и приложения. Основная часть исследования изложена на 71 страницах, текст иллюстрирован 4 таблицами, 1 рисунком.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

ПГ – пожарный гидрант

КЧС – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций

МЧС РФ – министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

ПБ – пожарная безопасность

ПО – пожарная охрана

ПСЧ – пожарно-спасательная часть

ПЧ - пожарная часть

ГПС - государственная противопожарная служба

НППВ – наружное противопожарное водоснабжение

ПК – пожарная колонка

ФПС – федеральная противопожарная служба

ПСО – пожарно-спасательный отряд

РТП – руководитель тушения пожара

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения

РСиС – руководитель сил и средств пожаротушения

ИТР – инженерно - технический работник

ОПС – охранно-пожарная сигнализация

1 Пожарно-технические характеристики цеха сборки и установки силовых агрегатов на платформе «В0»

1.1 Сведения и характеристика производства

Сборка и испытания автомобилей платформы «В0» предусматривается в существующем главном корпусе. Сборка производится в корпусе 01/8 на первой очереди главного сборочного конвейера, испытание и устранение дефектов в корпусе 01/6.

Сборка производится на подвесном толкающем конвейере. Силовой агрегат (двигатель + коробка переменных передач) и ходовая часть из корпуса 01/4 подаются на монтаж подвесным толкающим конвейером, другие крупногабаритные узлы – грузонесущими конвейерами. Комплектующие детали подаются на конвейер в специальной таре электропогрузчиками с расходных складов комплектующих изделий.

Далее собранный автомобиль поступает в цех испытаний и устранения дефектов, после чего передаётся в цех экспедиции для отправки заказчику.

Технология сборки и испытания автомобилей платформы В0 принята в соответствии с требованиями документов FOP/FOS стандарта RENAULT.

В основу разработки данного проекта положен технологический процесс сборки автомобилей RF-90, разработанный центром технологического проектирования службы главного технолога АО «АВТОВАЗ» и фирмой RENAULT. Порядок последовательности сборки является одинаковым для всех моделей автомобилей. Максимальная производительность линии составляет 60 авт./час.

В системе сборки автомобиля предусмотрено использование существующих вспомогательных служб. К ним относятся инструментально-раздаточные кладовые, изоляторы брака, ремонтные боксы технологического оборудования, электрических систем и конвейеров, транспортный цех и цех обслуживания зданий и сооружений.

В цех сборки "окрашенные" кузова подаются:

первый этап – из цеха окраски транспортным конвейером типа «Скид» через модернизированный накопитель окрашенных кузовов в корпусе 01/1 на первую очередь главного сборочного конвейера;

второй этап - транспортным конвейером типа «Скид» со склада накопителя окрашенных кузовов корпуса 01/23Б на первую очередь главного сборочного конвейера.

Цех сборки автомобилей на платформе «В0» размещается в корпусе 01/8 на первой очереди главного сборочного конвейера. Всё оборудование цеха сборки размещается на отм. 0,000.

К особенностям принятого технологического процесса относятся:

сборка автомобилей осуществляется на модернизированном подвесном толкающем конвейере (изменены высоты и применены новые сборочные подвески для автомобиля), что обеспечивает лучший доступ к зоне монтажа и соответственно повышается качество выполняемых операций;

сборка силового агрегата (силовой агрегат, коробка передач, стартер, генератор, сцепление и другие навесные узлы), сборка модуля передней подвески (силовой агрегат, подрамник, передняя подвеска, рулевое управление и радиатор) производятся в корпусе 01/4 на отдельных участках – МО-1 и МО-3 соответственно. Монтаж модуля и задней подвески производится на существующей линии монтажа (товвейер) после проведения необходимой модернизации;

роботизированное нанесение клея на стекла автомобиля и приклейка стекол на автомобиль в процессе сборки автомобилей на конвейере;

подборки узлов шасси и двигателя, подвески “Макферсон” выполняются на отдельных участках, расположенных в непосредственной близости к главному конвейеру;

участки подборки отдельных узлов располагаются под сборочным конвейером, проходящим над этими участками на большой высоте, достаточной для проведения сборочных работ;

для монтажа поперечины панели приборов, ветрового стекла, передних и задних сидений, колёс предусмотрены манипуляторы;

предусмотрены вакуумные контрольно-наполнительные установки для заполнения систем автомобиля технологическими жидкостями и контроля герметичности;

для маркировки заводской таблички применен лазерный стенд;

стенды регулировки схождения колес оснащены лазерными датчиками;

испытания технических характеристик автомобилей проводятся на роликовых тормозных стендах и треке.

На линии сборки автомобилей выделяются зоны для контрольных постов, освобожденные от технологических операций, имеющие достаточную освещенность и условия труда, требуемые для выполнения выборочного и сплошного контроля. Посты контроля оснащены необходимыми приборами, оснасткой и средствами измерения.

Для улучшения коррозионной и антигравийной защиты автомобиля «В0» со стороны днища предусматривается нанесение специальной мастики на существующих участках в корпусе 80. Лакокрасочное покрытие автомобилей защищается пленочным покрытием на существующих участках в корпусе 80.

С целью приемки автомобилей по качеству лакокрасочного покрытия предусматриваются бестеневые камеры.

Проверка автомобиля на герметичность выполняется по действующей технологии на существующих участках, с модернизацией дождевальных камер под габариты кузовов автомобилей на платформе «В0».

Устранение дефектов, в том числе по окраске, выполняется на существующих участках с дооснащением их специальным оборудованием и оснасткой.

Испытания автомобилей будут проводиться на вновь закупаемых роликовых тормозных стендах и существующем треке после выполнения необходимой его модернизации под стандарты фирмы RENAULT.

На площадях корпуса 01/7, в непосредственной близости от выполняемых технологических операций, размещаются расходные склады для своевременной и быстрой подачи комплектующих на сборочный конвейер. Для освобождения площадей под зоны складирования проектом предусматривается перемонтаж действующих служб в корпус 01/3.

Принятый по проекту состав производства и площади корпусов, цехов и участков приведен в таблице 1.

Таблица 1.1 - Принятый по проекту состав производства и площади корпусов, цехов и участков

Состав сборочного производства	Общая площадь, м ²		
	Всего	В том числе:	
		Вновь проектируемая	Используемая существующего корпуса
Корпус 01/8			
Цех сборки и испытания автомобилей	17352м ²	-	Чертеж 2219-01/8-ТХ-Т4-2 17352м ² Оси:03-05/22-276
Корпус 01/6			
Цех сборки и испытания автомобилей	2923м ²	-	Чертеж 2219-01/6-ТХ-Т4-1 2923м ²
Корпус 80			
Корпус готовой продукции	2216м ²	-	2216м ²
Корпус 01/4			
Участок сборки силового агрегата МО-1 и модуля передней подвески МО-3	2000м ²	-	Чертеж 2219-01/4-ТХ-Т2-1 2000м ² Оси:011-029/165-173
Корпус 01/7			
Расходные склады	11887м ²	-	11887м ²

В основу организации сборочного производства положен принцип объединения изделий (сборочных единиц) по сходству конструкций, размерам и технологическим процессам.

В соответствии с программой производства сборка на главном конвейере относится к массовому производству.

Весь сборочный цикл состоит из следующих видов работ:

монтаж систем автомобиля (трубопроводы, электрическая проводка) и интерьера кузова;

монтаж системы управления, механических узлов и агрегатов, электрооборудования;

заправка систем автомобиля, прокачка тормозов, проверка герметичности систем;

проверка и отработка электрооборудования;

установка колёс;

регулировка схождения колёс и света фар на стендах;

испытания на тормозных роликовых стендах.

Линия сборки оснащена современным оборудованием.

Режим работы цеха общей сборки и испытания автомобилей на платформе «В0» – 2-х сменный (8-8 час), продолжительность рабочей недели – 40 часов.

Для обслуживания и обеспечения бесперебойной работы оборудования цеха сборки и испытаний автомобилей на платформе «В0» (включая первую очередь главного сборочного конвейера) используются существующие ремонтные службы. Для выполнения транспортно-складских операций по обеспечению производственных процессов комплектующими изделиями и технологическими материалами используются существующие участки по зарядке, стоянке и ремонту электропогрузчиков.

На расходные склады поступают все комплектующие изделия для сборки 280000 автомобилей в год RF-90, LB1A, L52, B52 в том числе: узлы и агрегаты (двигатель, коробка перемены передач, шасси и д.р.); резинотехнические

изделия, кроме шин; элементы электрооборудования автомобиля (стартер-генераторы, жгуты проводов); изделия из пластмассы; метизы и т.д.

Принята следующая технологическая схема: доставка комплектующих изделий автотранспортом; разгрузка автотранспорта, выгрузка содержимого автотранспорта на склад; учет поступившего груза на складе, регистрация груза в информационных системах; постановка груза на хранение в стеллажную либо напольную зону; формирование «маршрута» по доставке изделий на линию сборки.

Разгрузка автотранспорта производится электропогрузчиками грузоподъемностью 1,5-2,0т через существующие наклоняемые платформы.

Складирование поступающих грузов, осуществляется на вновь организованных расходных складах (смотри чертежи 2219-01/3-ТХ-Т6-3038, 2219-01/7-ТХ-Т6-3039, 2219-01/7-ТХ-Т6-3035, 2219-01/7-ТХ-Т6-3036). Комплектующие изделия для сборки поступают с центральных складов как в пластиковой и металлической таре, так и в картонной упаковке. Норма запаса на расходных складах не более одной смены.

Способ хранения крупногабаритных и средних упаковок - напольный, высота складирования от 2,5м до 4,0 м. Грузы в маленьких упаковках хранятся на наклоняемых стеллажах – диспенсерах.

Доставка деталей на сборочный конвейер осуществляется при помощи электропогрузчиков, электротягачей с тележками и модернизированными транспортными системами.

Силовой агрегат с подрамником с участка подборки МОЗ транспортируется по модернизированному подвесному толкающему конвейеру (смотри ПУ-Т10.367.000ВО). Навеска силового агрегата с подрамником на ПТК производится при помощи крана подвесного. Сиденья доставляются в зону установки на автомобиль по модернизированному грузонесущему конвейеру. Для транспортировки колес и бамперов также предусмотрена модернизация толкающих конвейеров.

Вдоль линии сборочного конвейера установлены наклонные стеллажи (диспенсеры) для размещения на них маленьких картонных упаковок с комплектующими. Средние картонные упаковки размещаются вдоль линии сборки на транспортных тележках.

Состав оборудования сборочного цеха определен на основании выполняемых операций по технологическому процессу. Количество оборудования принято по данным центра технологического проектирования службы главного технолога ОАО «АВТОВАЗ» и фирмы RENAULT исходя из программы производства и трудоёмкости выполнения работ.

Сводные данные о составе и количестве принятого основного производственного оборудования и его загрузке приведены в таблице 2.

Таблица 1.2 - Сводные данные о составе и количестве принятого основного производственного оборудования и его загрузке

Группа, тип оборудования	Цех сборки в корпусах 01/4, 01/6, 01/8, 80			
	Всего	в том числе		
		Используемое (модернизируемое)	Вновь приобретаемое	Средний коэффициент загрузки
	Корпус 01/8			
- Сборочное	44	-	44	0,8
- Контрольное, контрольно-наполнительное	6	-	6	0,7
- Диагностическое	21	-	21	0,7
- Регулировочное	5	-	5	0,5
- Линия сборки механических узлов (товвейер)	1	1	-	0,8
- Роботы	3	-	3	0,9
- Прочее	17	-	17	0,8
ИТОГО по корп.01/8	97	1	96	0,7
	Корпус 01/6			
- Зарядное	30	-	30	0,7
- Диагностическое	4	-	4	0,7
ИТОГО по корп.01/6	34	-	34	0,7
	Корпус 80			
- Линия воскования	1	1	-	0,7
Итого по корп.80	1	1	-	0,7
	Корпус 01/4			
Сборочная линия	2		2	

Оборудование для погрузо-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ выбрано на основании норм технологического проектирования и согласно принятой технологии ПРТС работ.

Перечень оборудования приведен в таблице 3.

Таблица 1.3 - Перечень оборудования

Группа оборудования	Количество, ед.
Электропогрузчик	15
Электротягач	5
Тележки к тягачу	300
Кран подвесной электрический	1
Тележка ручная гидравлическая	3
Диспенсеры	1 комплект
Пресс гидравлический пакетированный	4

Расчет количества электропогрузчиков выполнен в соответствии с нормами времени на погрузочно-разгрузочные работы. Тип грузоподъемных средств определяется исходя характера выполняемых работ.

Численность производственных рабочих определена по трудоемкости годовой программы и действительному годовому фонду времени рабочего.

Численность остальных групп работающих определена в процентном отношении от основных рабочих по "Структурному подразделению технологического конструирования автомобильной промышленности. Сборочного цеха.

Численность рабочих для производства определяется в соответствии с установленным режимом работы и группой производственных процессов по профессиям, по нормам переработки грузов одним рабочим и расстановке по рабочим местам.

Численность рабочих для производства с установленным режимом работы приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Численность рабочих для производства

Группы работающих	ВСЕГО	Му ж	Жен	В наиболь шую смену	Группы санитарной характеристики производственных процессов
1	2	3	4	5	6
Корпус 01/8					
Основные рабочие	1677	1006	671	559	1б
<u>Вспомогательные рабочие:</u>					
- наладчики автоматичес- кого оборудования	15	15		5	1в
- кладовщики	30		30	10	1б
- уборщики	18		18	6	1б
ИТОГО вспомогательных рабочих	63	15	48	21	
ВСЕГО РАБОЧИХ	1740	1021	719	580	
ИТР	86	55	31	61	1а
ИТР ОТК	10	10		4	1а
1	2	3	4	5	6
Служащие	9	4	5	7	1а
МОП	135		135	45	1б
ВСЕГО по корпусу 01/8	1980	1090	890	697	
Корпус 01/6					
Основные рабочие	172	103	69	57	
- слесарь по ремонту автомобилей	116	70	46	39	1б
- газосварщик	15	9	6	5	2б
- маляр	41	24	17	13	3б
<u>Вспомогательные рабочие:</u>					
- наладчики	48	48		16	1в
- уборщики	15		15	5	1б
ИТОГО вспомогательных рабочих	63	48	15	21	
ВСЕГО РАБОЧИХ	235	151	84	78	
ИТР	10	7	3	6	1а
Служащие	1	-	1	1	1а
ИТР ОТК	2	2	-	2	1а
МОП	13	-	13	5	1б
ВСЕГО по корпусу 01/6	261	160	101	93	
Корпус 80					
Основные рабочие:	37	22	15	14	
- слесарь МСР (проверка на герметичность)	32	19	13	11	2б

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
- слесарь МСР	4	2	2	2	1б
- слесарь по ремонту авт-лей	1	1		1	3б
ИТР	2	2	-	2	1а
ИТР ОТК	1	1		1	1а
МОП	3	-	3	1	1б
ВСЕГО по корпусу 80	43	25	18	18	
Корпус 01/4					
Основные рабочие:	174	104	70	61	
<u>Вспомогательные рабочие:</u>					
- наладчики автоматического оборудования	5	5		2	1в
ИТОГО вспомогательных рабочих	5	5		2	
ВСЕГО РАБОЧИХ	179	109	70	63	
ИТР	10	6	4	4	1а
ИТР ОТК	3	3	-	2	1а
Служащие	15		15	5	1а
ВСЕГО по корпусу 01/4	207	118	89	74	
ВСЕГО	2491	1393	1098	882	
Транспортно-складские					
Водитель электропогрузчика или электротягача	60	24	36	20	1б
Транспортировщик	87	69	18	29	1б
Кладовщик	30	-	30	10	1а
ИТОГО рабочих	177	93	84	59	
РСиС	3	3	-	1	1а
ВСЕГО по ПРТС	180	96	84	60	
ВСЕГО	2671	1489	1182	942	

Все рабочие места оборудованы механизированным пневмо- и электроинструментом, приспособлениями и технологической оснасткой.

1.2 Мероприятия по обеспечению требований норм пожарной безопасности

Категории производственных участков по взрывопожарной и пожарной опасности приняты согласно СП 12.13130, классы взрыво- и пожароопасности зон приняты по ПУЭ. Цех общей сборки и испытаний автомобилей на

платформе «В0» относится к категории «В3», класс по взрывоопасной и пожароопасной зоны по ПУЭ – П-Па. В радиусе 5-ти метров от топливораздаточной колонки и установки для заправки омывающей жидкостью класс взрывоопасной и пожароопасной зоны по ПУЭ – В-Іб.

На производстве запроектирована сплинклерная водяная система пожаротушения, по аналогии перечня зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками тушения и обнаружения пожара. На всей территории цеха предусмотрены внутренний противопожарный водопровод с пожарными кранами, первичные средства пожаротушения и пожарный инвентарь, которые содержатся в исправном состоянии, и находится на видных местах.

Сообщение о пожаре обеспечивается за счёт применения электрической кнопочной пожарной сигнализации и использования телефонов городской и внутренней телефонной связи.

Отработанные салфетки и ветошь, а также другие сгораемые отходы в течение смены убираются в закрытые металлические контейнера и по окончании смены вывозятся за пределы цеха. Оберточная бумага и картон отправляется на участок пакетирования.

Для сбора протечек масла, других легковоспламеняющихся и горючих жидкостей предусматриваются поддоны для соответствующего оборудования.

Средства на приобретение противопожарных устройств и инвентаря предусмотрены в статье «хозяйственный инвентарь».

Кабины динамических роликовых стенов оборудованы системой автоматического пожаротушения сблокированной с вентиляцией.

В системах автоматики управления технологическими процессами предусматривается:

устройство технологических блокировок, обеспечивающих отключение технологического оборудования, конвейеров, вентиляторов местной и общеобменной вентиляции, прекращение подачи топлива и омывающей жидкости;

применение газоанализаторов для обнаружения дозврывоопасных концентраций паров ЛВЖ во взрывоопасных зонах цеха сборки. При достижении 10%НКПВ (нижний концентрационный предел взрываемости) включается аварийный световой и звуковой сигнал на месте срабатывания, а также на пульте управления. При достижении 20% НКПВ происходит блокировка оборудования (отключение электрооборудования и вентиляции при пожаре) и отключение подачи технологических материалов. Сигнал о срабатывании дублируется на центральный пульт в пожарную часть.

Складские помещения относятся по взрывопожарной и пожарной опасности по НПБ 105-03 к категории «В1», класс по взрывоопасной и пожароопасной зоны по ПУЭ – П-Па.

Автоматические системы пожаротушения запроектированы согласно с реестром зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками тушения и обнаружения пожара НПБ 110-03.

Проектом также предусмотрены следующие мероприятия:

использование электроприборов и световых приборов в соответствии с утвержденным классом взрывопожароопасности по типу взрывоопасных смесей;

полы в зоне заправки топливом и омывающей жидкостью безыскровые, электропроводные (смотри том 3);

обтирочные материалы после употребления складываются в специальные стальные ящики с крышкой и в конце смены выносятся из цеха в специальные места, отведённые по указанию пожарной охраны;

эвакуационные выходы персонала;

эвакуационное освещение;

молниезащита корпуса;

система оповещения и управления эвакуацией людей (СОУЭ);

первичные средства пожаротушения (огнетушители, инвентарь) предусмотрены по существующим нормам.

Мероприятия по обеспечению требований норм техники безопасности.

Для предохранения рабочих от травматизма и профзаболеваний во вспомогательных службах предусмотрено:

заземление всего технологического оборудования;

погрузочно-разгрузочные операции с грузами весом более 20кг выполняются с помощью кран-балок;

устройство технологических блокировок, обеспечивающих отключение технологического оборудования при возникновении пожара;

местные вентиляционные отсосы для оборудования с вредными выделениями;

Все цеховые площади и помещения оборудуются согласно нормам общеобменной и вытяжной вентиляции, искусственным освещением, которые позволяют иметь на рабочих местах нормальные санитарные условия.

1.3 Действующая система противопожарного водоснабжения цеха сборки и установки силовых агрегатов на платформе «В0»

На производстве цеха сборки и установки силовых агрегатов применяется водяная спринклерная система пожаротушения, совмещенная с внутренним водопроводом.

В системах автоматики управления технологическими процессами предусматривается:

устройство технологических блокировок, обеспечивающих отключение технологического оборудования, конвейеров, вентиляторов местной и общеобменной вентиляции, прекращение подачи сжатого воздуха, природного газа, ЛКМ при возникновении пожара;

применение газоанализаторов для обнаружения дозрывоопасных концентраций паров ЛВЖ во взрывоопасных зонах цеха и складах. При достижении 10% НКПВ включается аварийный световой и звуковой сигнал на месте срабатывания, а также на пульте правления. При достижении 20% НКПВ происходит блокировка оборудования: отключение подачи материалов,

сжатого воздуха, транспорта. Сигнал о срабатывании дублируется на центральный пульт в пожарную часть. При срабатывании газоанализатора в КПО или складе включается аварийная вентиляция.

Автоматической пожарной сигнализацией оборудованы склады, главный конвейер, зал управления оборудованием.

Сообщение о пожаре обеспечивается за счёт применения электрической кнопочной пожарной сигнализации и использования телефонов городской и внутренней телефонной связи.

Также проектом предусмотрены следующие мероприятия:

установка автоматических дренчерных завес в проёмах для галерей, а также в проёмах для прохода кузовов;

в корпусе организован внутренний противопожарный водопровод;

установка вентиляторов для вытяжек, с улучшенной защитой от искрообразования;

помещения отделены от соседних противопожарными перегородками и тамбур-шлюзами с гарантированным подпором воздуха;

на складе предусмотрены легкобрасываемые строительные конструкции;

на складе предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция высокой кратности (15 крат в час) и аварийная вентиляция (10 крат в час);

на складе предусмотрено автоматическое отключение подающих насосов при срабатывании автоматической установки пожаротушения;

полы в помещениях категории "А" безыскровые, электропроводные, двери металлические противопожарные samozакрывающиеся;

на дыхательных линиях емкостей с лакокрасочными материалами установлены огнепреградители;

выполнена молниезащита корпуса;

эвакуационные выходы персонала с помощью наружных металлических лестниц 3-его типа с технологических площадок;

эвакуационное освещение;

система оповещения и управления эвакуацией людей (СОУЭ);

первичные средства пожаротушения (огнетушители, инвентарь) предусмотрены по существующим нормам.

На территории всех вспомогательных служб предусмотрены внутренний противопожарный водопровод с пожарными кранами, первичные средства пожаротушения (пожарные щиты, укомплектованные огнетушители, пожарный инвентарь, ящики с песком в специально отведённом месте), которые содержатся в исправном состоянии, и находится на видных местах. Сообщение о пожаре обеспечивается за счёт применения электрической кнопочной пожарной сигнализации и использования телефонов городской и внутренней телефонной связи.

Рассмотрим гидравлический расчет водяной спринклерной системы пожаротушения совмещенной с внутренним водопроводом, которая в настоящее время эксплуатируется в корпусе 0942.

Прошу принять во внимание, что гидравлический расчет проводится с функционирующими оросителями на наименьшей площади спринклерной АУПТ равной не менее 60 м².

Продолжительность подачи воды не менее 30 минут.

Рассчитываем нужный объем воды через главный ороситель:

$$Q_{ор}^{треб} = I_n \times F_c = 0,08 \times 12 = 0,96 \text{ л/с}, \quad (1.1)$$

где I_n – нормативная интенсивность орошения;

F_c – Площадь орошения спринклером.

Определяем необходимое количество воды через диктующий ороситель, расположенный в диктующей защищаемой орошаемой площади, определяется по формуле:

$$q_1 = 10K \bar{P}, \quad (1.2)$$

где K – коэффициент производительности оросителя;

P – давление перед оросителем.

Выбираем спринклерный водяной ороситель модели СВН-15.

Вычисляем необходимое количество воды через диктующий ороситель:

$$q_1 = 10 \times 0,42 \overline{0,1} = 1,39 \frac{\text{л}}{\text{с}}; \quad (1.3)$$

$$q_1 = Q_{ор}^{факт} \quad (1.4)$$

$$Q_{ор}^{треб} = 0,96 \frac{\text{л}}{\text{с}} \leq Q_{ор}^{факт} = 1,39 \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (1.5)$$

условие выполняется.

Устанавливаем необходимое число оросителей, участвующих в гидравлическом расчете:

$$n_{ор} = \frac{Q_{уст}}{Q_{ор}^{факт}} = \frac{10}{1,39} = 8 \text{ шт} \quad (1.6)$$

где $Q_{ор}^{факт}$ – расход 1 оросителем,

$Q_{уст}$ – расход АУП.

Гидравлический расчет сети. Диаметр магистрального трубопровода 80 мм. Удельная характеристика трубопровода равна

$$K_m = 1429 \times 10^{-6} \text{ л}^6 / \text{с}^2 \quad (1.7)$$

Распределительный трубопровод диаметром 32 мм. Удельная характеристика трубопровода равна

$$K_m = 13,97 \times 10^{-6} \text{ л}^6 / \text{с}^2 \quad (1.8)$$

Потери давления P_{1-2} на участке L_{1-2} определяется по формуле:

$$P_{1-2} = \frac{Q_{1-2}^2 \times L_{1-2}}{100 \times K_T} \quad (1.9)$$

где Q_{1-2} – суммарный расход ОТВ 1-2 оросителей;

L_{1-2} – длина участка между 1-2 оросителями;

$K_T = l / c$ – удельная характеристика трубопровода.

$$P_{1-2} = \frac{1,39^2 \times 3}{100 \times 13,97 \times 10^{-6}} = 0,00415 \text{ МПа} \quad (1.10)$$

Давление у оросителя 2 вычисляется по формуле:

$$P_2 = P_1 + P_{1-2} \quad (1.11)$$

$$P_2 = 0,1 + 0,00415 = 0,10415 \text{ МПа} \quad (1.12)$$

Необходимое количество оросителя 2 составит:

$$q_2 = 10K \overline{P_2} \quad (1.13)$$

$$q_2 = 10 \times 0,44 \overline{0,10415} = 1,42 \text{ л/с} \quad (1.14)$$

Потери давления P_{2-a} на участке вычисляется по формуле:

$$P_{2-3} = \frac{Q_{2-a}^2 \times L_{2-a}}{100 \times K_T} \quad (1.15)$$

$$P_{2-3} = \frac{2,81^2 \times 1,75}{100 \times 13,97 \times 10^{-6}} \quad (1.16)$$

Давление в координате a :

$$P_a = P_2 + P_{2-a} = 0,10415 + 0,0099 = 0,11405 \text{ МПа} \quad (1.17)$$

Расчетный расход на участке между 2 и точкой a будет равен:

$$Q_{2-a} = q_1 + q_2 = 2,81 \text{ л/с} \quad (1.18)$$

Для левой ветви нужно обеспечить Необходимое количество Q_{2-a} при P_a . Правая ветвь симметрична левой, именно поэтому необходимый расход для этой ветви тоже будет равен Q_{2-a} , из этого следует, что и давление в координате a будет равно P_a .

Необходимое количество воды для ветви I составит:

$$Q_I = 2Q_{2-a} = 2 \times 2,81 = 5,62 \text{ л/с} \quad (1.19)$$

Рассчитаем коэффициент ветви по формуле:

$$Q_I = 10K_I \overline{P_I} \quad (1.20)$$

$$K_I = \frac{Q_I}{10 \overline{P_a}} = \frac{5,62}{10 \cdot 0,11405} = 1,66 \quad (1.21)$$

Общая характеристика ветви I определяется из выражения:

$$B_{P_I} = \frac{Q_I^2}{P_a} = \frac{5,62^2}{0,11405} = 276,93 \quad (1.22)$$

Потери давления $P_{a-в}$ на участке $L_{a-в}$ составят:

$$P_{a-в} = \frac{Q_I^2 \times L_{a-в}}{100 \times K_I} = \frac{5,62^2 \times 3,5}{100 \times 1429 \times 10^{-6}} = 0,00077 \text{ МПа} \quad (1.23)$$

Давление в координате $в$ составит:

$$P_в = P_a + P_{a-в} = 0,11405 + 0,00077 = 0,11482 \text{ МПа} \quad (1.24)$$

Необходимое количество воды из ветви определяют по формуле:

$$Q_{II} = 2Q_{2-a} = 2 \times 2,82 = 5,64 \text{ л/с} \quad (1.25)$$

Фактический итоговый расход воды:

$$Q_c = 5,62 + 5,64 = 11,26 \text{ л/с} \quad (1.26)$$

$$Q_c = 11,26 \frac{\text{л}}{\text{с}} \geq Q_{\text{табл.}} = 10 \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (1.27)$$

Условие выполняется.

Необходимое количество воды на локализацию очага возгорания, совмещенное с внутренним противопожарным водопроводом:

$$Q = Q_c + Q_{\text{внтв}} = 11,26 + 5 = 16,26 \text{ л/с} \quad (1.28)$$

Рассчитать требуемое давление пожарного насоса нужно по формуле:

$$P_H = P_{\Gamma} + P_B + \Sigma P_M + P_{\text{УУ}} + P_D + Z - P_{\text{ВХ}} = P_{\text{ТП}} - P_{\text{ВХ}} \quad (1.29)$$

где P_H – требуемое давление пожарного насоса;

P_{Γ} – потери давления на горизонтальных участках трубопровода.

$$P_{\Gamma} = \frac{Q^2 \times L_{\Gamma}}{100 \times K_T} = \frac{16,26^2 \times 85}{100 \times 1429 \times 10^{-6}} = 0,1573 \text{ МПа} \quad (1.30)$$

P_{ϵ} – потери давления на вертикальном участке трубопровода.

$$P_{\epsilon} = \frac{Q^2 \times L_{\epsilon}}{100 \times K_T} = \frac{16,26^2 \times 6}{100 \times 1429 \times 10^{-6}} = 0,0111 \text{ МПа} \quad (1.31)$$

P_M – потери давления в местных сопротивлениях.

$$\Sigma P_M = 0,2 P_\Gamma + P_B = 0,2 \cdot 0,1573 + 0,0111 = 0,0337 \text{ МПа} \quad (1.32)$$

P_{yy} – местные сопротивления в узле управления.

$$P_{yy} = 0,01 \times \xi_{yy} \times Q^2 = 0,01 \times 0,004 \times 16,26^2 = 0,0106 \text{ МПа} \quad (1.33)$$

где ξ_{yy} – коэффициент потерь давления в узле управления;

P_D – давление у диктующего оросителя, МПа;

Z – пьезометрическое давление (геометрическая высота диктующего оросителя над осью пожарного насоса), МПа

$$Z = \frac{H}{100} = \frac{6}{100} = 0,06 \text{ МПа} \quad (1.34)$$

где P_{BX} – давление на входе пожарного насоса, МПа;

P_{TP} – давление требуемое, МПа.

Требуемое давление пожарного насоса составит:

$$P_H = 0,1573 + 0,0111 + 0,0337 + 0,0106 + 0,1 + \\ + 0,06 - 0,1 = 0,15 \text{ МПа} \quad (1.35)$$

Требуемый напор пожарного насоса составит:

$$H_H = P_H \times 100 = 0,15 \times 100 = 15 \text{ м} \quad (1.36)$$

Согласно получившимся данным были выбраны в действующую систему АУПТ насосы фирмы Grundfos CR 64-2 (рабочий и резервный).

Схема водопровода и расстановки оросителей (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

Ороситель спринклерный водяной «СВН» направлен на распыление и равномерное распределение воды по выделенной территории, с целью ликвидации очагов пожара или их локализации, а так же для создания водяных завес в автоматических установках пожаротушения. на присоединительную резьбу нанесен уплотнитель, который гарантирует герметичное соединение... спринклерного оросителя с трубопроводом. и не требует использование других ресурсов.

Ороситель – изделие неразборное и неремонтопригодное.

Технические характеристики оросителя спринклерного водяного «СВН-15» :

- Способ монтажа: вертикально розеткой вниз
- Значение для оросителя с коэффициентом производительности: 0,24
- Диапазон рабочего давления: 0,05 – 1,00 МПа
- Защищаемая площадь: 12 м²
- Габаритные размеры: 58x28 мм
- Масса: 0,07 кг
- Присоединительная резьба: R 1/2, с резьбовым герметиком
- Номинальная температура срабатывания: 57 °С
- Номинальное время срабатывания: 300 с
- Предельно допустимая рабочая температура: 38 °С
- Маркировочный цвет жидкости в стеклянной колбе: красный

Оросители рекомендовано использовать только в составе систем водяного пожаротушения в утепленных помещениях, соответствуют климатическому исполнению В и категории размещения 3 по ГОСТ 15150-69. Эксплуатируются в закрытых помещениях.

Спринклерные оросители с водозаполненной системой не рекомендуется эксплуатировать с температурой окружающей среды ниже – плюс 5°С

Срок службы спринклерных оросителей не более 10 лет с момента выпуска. По истечении этого срока оросители подлежат замене или испытаниям на предмет продления срока эксплуатации.

2. Исследование и анализ основных характеристик противопожарного водоснабжения

2.1. Основные средства и способы тушения пожаров

Как известно, пожаром называется «неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Продолжительность пожара, время воздействия теплоты на окружающую среду, а также материальный ущерб зависят от характера и величины пожарной нагрузки $m_{п.н}$ - массы горючих и трудногорючих материалов, в том числе конструктивных элементов, отнесенной к площади пола помещения или площади, занимаемой этими материалами в открытом пространстве (кг/м²)» [19].

Применяется немало систем и процедур локализации пожара. Известно, что фактические системы тушения пожара осуществляется на основе принципа пожаротушения от наружного до наружного внутренняя часть пораженной зоны, действуя постепенно, вначале для ограничения этой зоны, затем уменьшение и, наконец, тушение пожара [94].

К огнетушащим средствам относятся: вода, химическая и воздушно-механическая пены, различные газы и порошки для тушения.

«Вода. Удельная теплоемкость, равная 4,19 Дж/(кг×град), придает воде хорошие охлаждающие свойства. В условиях тушения пожара, превращаясь в пар (из 1 л образуется 1700 л пара), вода разбавляет реагирующие вещества. Высокая теплота парообразования воды (2236 кДж/кг) позволяет отнимать большое количество тепла в процессе тушения пожара. Низкая теплопроводность способствует созданию на поверхности горящего материала надежной тепловой изоляции. Значительная термическая стойкость воды (она разлагается на кислород и водород при температуре 1700 °С) способствует тушению большинства твердых материалов, а способность растворять некоторые жидкости (спирты, ацетон, альдегиды, органические кислоты) позволяет разбавлять их до негорючей концентрации. Вода растворяет некоторые пары и газы, поглощает аэрозоли. Она доступна для целей пожаротушения,

экономически целесообразна, инертна по отношению к большинству веществ и материалов, имеет незначительную вязкость и несжимаемость. При тушении пожаров воду используют в виде компактных, распыленных и тонкораспыленных струй» [1].

Кроме того, вода обладает высокой огнетушащей эффективностью за счет охлаждения и флегматизации воздействия на очаг пожара [93].

2.2 Автоматические установки пожаротушения

Автоматические спринклерные системы пожаротушения предотвращают пожары, без материального ущерба и жертв, независимо от человеческой небрежности [95].

Автоматические системы пожаротушения - это система пожаротушения, автоматически срабатывающие при превышении контролируемых коэффициентов (коэффициентами) превышение пороговых значений в защищаемой зоне [95].

«Тип установки пожаротушения, способ тушения и вид огнетушащего вещества определяются организацией-проектировщиком. При этом установка пожаротушения должна обеспечивать» [2]:

1) «реализацию эффективных технологий пожаротушения, оптимальную инерционность, минимально вредное воздействие на защищаемое оборудование» [2];

2) «срабатывание в течение времени, не превышающего длительности начальной стадии развития пожара (критического времени свободного развития пожара)» [2];

3) «необходимую интенсивность орошения или удельный расход огнетушащего вещества» [2];

4) «тушение пожара в целях его ликвидации или локализации в течение времени, необходимого для введения в действие оперативных сил и средств» [2];

5) «требуемую надежность функционирования» [2].

«Требования к автоматическим установкам жидкостного и пенного пожаротушения» [2].

«Автоматические установки жидкостного и пенного пожаротушения должны обеспечивать» [2]:

1) «своевременное обнаружение пожара и автоматический запуск установки пожаротушения» [2];

2) «подачу воды, водного раствора или других огнетушащих жидкостей из оросителей (спринклерных, дренчерных) либо насадков с требуемой интенсивностью подачи огнетушащей жидкости» [2];

3) «подачу пены из пеногенерирующих устройств автоматических установок пенного пожаротушения с требуемыми кратностью и интенсивностью подачи пены» [2].

Рассмотрим современные технологии и средства в автоматических системах пожаротушения.

В соответствии с патентом № 2023457 РФ «система пожаротушения содержит блок снабжения энергией и подачи тушащего средства, блок контроля и управления, блок обнаружения и тушения пожара, магистральный трубопровод, распределительный трубопровод и включает несколько оросительных устройств с оросителями с замками и чувствительными элементами. Оросительное устройство содержит штуцер с розеткой, запорный клапан с закрытым замком калиброванным отверстием, зафиксированный на седле штуцера посредством чувствительных элементов с памятью формы, при этом замок зафиксирован на запорном клапане хрупким элементом (стержень), на стержень насажены хомуты с рычагами. Чувствительные элементы в дежурном режиме имеют форму дуги, один конец которой зафиксирован в шайбе на штуцере, которая может перемещаться вдоль штуцера при помощи гаек, другой контактирует с клапаном, а плоскость дуги радиальна оси штуцера. В критическом режиме чувствительные элементы приобретают линейную форму. Замок оросительного устройства выполнен в виде диска с хвостовиком, при этом хвостовик расположен над незафиксированным концом одного из

чувствительных элементов, причем тяга крепится одним концом к чувствительному элементу в зоне дуги, наиболее удаленной от оси штуцера, а другим концом непосредственно к рычагу хомута смежного оросительного устройства» [16].

«Изобретение относится к противопожарной технике, в частности к установкам автоматического пожаротушения» [16].

«Известна автоматическая система пожаротушения, содержащая датчики обнаружения загорания, дренчеры, побудительный и питательный трубопроводы, соединенные переключкой выше узла управления» [16].

«Известен ороситель для дренчерных установок, содержащий штуцер с распылительной розеткой, запорный клапан с калиброванным отверстием, зафиксированный на седле штуцера чувствительным элементом» [16].

«Недостатком известной системы с дренчерными оросителями является то, что при срабатывании одного из датчиков при локальном загорании орошение производится из всех дренчеров даже в тех местах, где горения нет, что приводит к большому перерасходу тушащего средства, при этом возможен ущерб защищаемому оборудованию и строительным конструкциям от излишне пролитой воды» [16].

«Известна спринклерная система пожаротушения, выбранная в качестве прототипа, содержащая подсистему снабжения энергией и подачи тушащего средства, подсистему контроля и управления, а также подсистему обнаружения и тушения пожара, включающую спринклерные оросители» [16].

«Известен ороситель, применяемый в спринклерных системах, содержащий штуцер с розеткой, закрытый замком с чувствительным элементом [4]. В случае возникновения пожара чувствительный элемент освобождает замок оросителя, и он вскрывается, освобождая проход тушащей жидкости, в результате чего осуществляется локальное тушение» [16].

«Недостатком известной системы со спринклерными оросителями является то, что вследствие инерционности системы к моменту срабатывания спринклера пожар может распространиться за зону действия сработавшего

оросителя. После этого срабатывают оказавшиеся под воздействием пожара следующие сприклеры, но к этому моменту пожар может выйти и за их зону действия и т. д.» [16].

«Целью изобретения является повышение эффективности работы системы» [16].

«Это достигается тем, что в автоматической системе пожаротушения, содержащей подсистему снабжения энергией и подачи тушащего средства, подсистему контроля и управления, а также подсистему обнаружения и тушения пожара, включающую несколько оросительных устройств с замками, связанными с соответствующими им чувствительными элементами, согласно изобретению чувствительные элементы дополнительно связаны с замками смежных оросительных устройств» [16].

«Для реализации системы устройство, содержащее штуцер с распылительной розеткой, запорный клапан с закрытым замком калиброванным отверстием, зафиксированный на седле штуцера посредством чувствительных элементов с памятью формы, согласно изобретению дополнительно содержит хрупкий элемент и несколько тяг, при этом замок зафиксирован на запорном клапане хрупким элементом, а чувствительный элемент связан тягами с хрупкими элементами смежных оросительных устройств. Чувствительные элементы в дежурном режиме имеют форму дуги, один конец которой зафиксирован на штуцере, другой контактирует с клапаном, а плоскость дуги радиальна оси штуцера. В критическом режиме при повышении температуры чувствительные элементы приобретают линейную форму. Замок оросительного устройства может быть выполнен в виде диска с хвостовиком, при этом хвостовик расположен над незафиксированным концом одного из чувствительных элементов. Хрупкий элемент имеет вид стержня и содержит по меньшей мере один цилиндрический хомут с рычагом, при этом тяга крепится одним концом к чувствительному элементу в зоне дуги, наиболее удаленной от оси штуцера, а другим концом - непосредственно к рычагу хомута смежного оросительного устройства» [16].

«Срабатывание чувствительного элемента оросительного устройства, находящегося в непосредственной близости от места возникновения пожара, приводит к вскрытию данного устройства, а также посредством тяг освобождаются калиброванные отверстия смежных оросительных устройств, и, таким образом, зона воздействия на возникший пожар значительно расширяется, чем достигается цель изобретений» [16].

«Предлагаемое оросительное устройство позволяет связать чувствительные элементы с замками одностипных смежных устройств, чем реализуется заявляемая система пожаротушения. Таким образом, данные изобретения связаны между собой единым изобретательским замыслом, что позволяет объединить их в одной заявке» [16].

«Предложенные система пожаротушения и оросительное устройство удовлетворяют критерию "существенные отличия", так как их отличительные признаки - дополнительная связь чувствительных элементов с замками смежных оросительных устройств, наличие хрупкого элемента, тяг, хомутов с рычагами, форма чувствительного элемента, выполнение замка с хвостовиком и его взаимодействие с чувствительным элементом, места крепления тяг не используются в аналогичных устройствах, известных из патентной и научно-технической литературы» [16].

«Автоматическая система пожаротушения, содержащая блок подачи тушащего средства, связанный с блоком контроля и управления пожаротушения, соединенным с блоком обнаружения и тушения пожара, включающим оросительные устройства с замками, связанными с соответствующими чувствительными элементами, отличающаяся тем, что, с целью повышения эффективности в работе путем обеспечения одновременного вскрытия смежных со сработавшим оросительных устройств, чувствительные элементы каждого оросительного устройства дополнительно связаны с замками смежных оросительных устройств» [16].

Так же есть система, «отличающаяся тем, что каждое оросительное устройство содержит ороситель, включающий в себя штуцер с распылительной

розеткой, запорный клапан с калиброванным отверстием для взаимодействия с замком, зафиксированным на запорном клапане хрупким элементом, выполненным в виде стержня, на который насажены хомуты с рычагами, непосредственно связанными с тягами, чувствительные элементы выполнены из материала с памятью формы и имеют форму дуги в дежурном режиме, один конец которой зафиксирован на штуцере, а другой установлен с возможностью контактирования с клапаном, причем плоскость дуги радиальна оси штуцера, замок выполнен в виде диска и имеет хвостовик, расположенный над незафиксированным концом одного из чувствительных элементов, связанных с хрупкими стержнями смежных оросительных устройств посредством тяг, причем зона присоединения тяги к чувствительному элементу наиболее удалена от оси штуцера» [16].

Автоматическая спринклерная установка пожаротушения (от английского sprinckle - "морось, брызги") оснащена полностью автономной системой реагирования. Когда температура записана на этап на защищенной поверхности повышения температуры, она машинально активирует и направляет двигатель точно распыленной жидкости как можно ближе к тепловому источнику [96].

2.3 Анализ основных критериев эффективности противопожарного водоснабжения

«Установки автоматического водяного и пенного пожаротушения должны выполнять функцию тушения или локализации пожара» [65].

«Исполнение установок водяного и пенного пожаротушения должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.046, ГОСТ Р 50680 и ГОСТ Р 50800» [65].

«Водяные и пенные АУП подразделяются на спринклерные, дренчерные, спринклерно-дренчерные, роботизированные и АУП с принудительным пуском» [65].

«Для установок пожаротушения, в которых используется вода с добавкой смачивателя на основе пенообразователя общего назначения,

интенсивность орошения и расход принимаются в 1,5 раза меньше, чем для водяных» [65].

«Для спринклерных установок значения интенсивности орошения и расхода воды или раствора пенообразователя приведены для помещений высотой до 10 м, а также для фонарных помещений при суммарной площади фонарей не более 10% площади. Высоту фонарного помещения при площади фонарей более 10% следует принимать до покрытия фонаря» [65].

«Максимальное давление у диктующего оросителя водяных и пенных АУП не должно превышать 1 МПа, если иное не регламентировано применительно к конкретному защищаемому объекту или группе однородных объектов техническими условиями, разработанными организацией, имеющей соответствующие полномочия» [65].

«В спринклерных воздушных АУП сигнал на отключение компрессора должен подаваться при срабатывании акселератора или снижении пневматического давления в системе трубопроводов ниже минимального рабочего давления на 0,01 МПа» [65].

«У сигнализаторов потока жидкости, предназначенных для идентификации адреса загорания, предусматривать задержку выдачи управляющего сигнала не требуется, при этом в СПЖ может быть включена только одна контактная группа» [65].

«В зданиях с балочными перекрытиями (покрытиями) класса пожарной опасности К0 и К1 с выступающими частями высотой более 0,3 м, а в остальных случаях - более 0,2 м спринклерные оросители следует размещать между балками, ребрами плит и другими выступающими элементами перекрытия (покрытия) с учетом обеспечения равномерности орошения пола» [65].

Принцип «закипая жидкость расширяется колба взрывается парами». Это взрыв, вызванный разрывом сосуда, содержащего жидкость под давлением выше точки кипения [97].

«Номинальная температура срабатывания спринклерных оросителей или

распылителей должна выбираться по ГОСТ Р 51043 в зависимости от температуры окружающей среды в зоне их расположения» [65].

«Присоединение производственного, санитарно-технического оборудования к питающим трубопроводам установок пожаротушения не допускается» [65].

«Импульс на срабатывание спринклерных оросителей с принудительным пуском может осуществляться автоматически от сигнализаторов потока жидкости, оросителей с контролем пуска, от установок пожарной сигнализации или иного побудительного привода либо оператором с пульта управления (при наличии криптограммы расположения сработавшего и смежных с ним оросителей)» [65].

«В АУП-СД температура срабатывания и коэффициент тепловой инерционности автоматических тепловых извещателей должны быть не более температуры срабатывания и коэффициента тепловой инерционности термочувствительного элемента используемых спринклерных оросителей; остальные виды автоматических извещателей должны быть менее инерционны, чем инерционность термочувствительного элемента используемых спринклерных оросителей» [65].

«В пределах одного защищаемого помещения следует устанавливать оросители с равными коэффициентами тепловой инерционности (для спринклерных оросителей) и производительности, одинаковым типом и конструктивным исполнением. Допускается в одном помещении со спринклерными оросителями использовать дренчерные оросители водяных завес с параметрами, отличающимися от параметров спринклерных оросителей, при этом все дренчерные оросители должны иметь тождественный коэффициент производительности, одинаковый тип и конструктивное исполнение» [65].

«Автоматические установки (за исключением автономных) должны выполнять одновременно и функцию пожарной сигнализации» [65].

«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» [65].

«Допускается включение АУП для тушения оборудования с открытыми неизолированными токоведущими частями, находящимися под напряжением, при наличии применительно к конкретному защищаемому объекту или группе однородных объектов технических условий, разработанных организацией, имеющей соответствующие полномочия» [65].

Рассмотрим спринклерную систему пожаротушения по патенту № 2405606 РФ.

«Спринклерная система пожаротушения состоит из сети магистральных и распределительных трубопроводов, постоянно заполненной жидким огнетушащим составом, спринклерных оросителей, источника водоснабжения, представляющего собой резервуар с водой и систему водозабора с фильтром и насосом и двумя автоматическими водопитателями. Корпус спринклерного оросителя выполнен в виде штуцера со сквозным отверстием и резьбовой частью, переходящей в торцевую клапанную часть» [18].

«Штуцер жестко соединен с полый цилиндрической втулкой с внутренней резьбой, взаимодействующей с зажимным болтом, который поджимает стеклянную колбу к тарельчатому клапану. К втулке с другой стороны крепится распылительное устройство в виде розетки с лепестками, расположенными относительно друг друга с зазором» [18].

«Запирающий тарельчатый клапан связан с элементом автоматического срабатывания на превышение заданной температуры в помещении, который выполнен в виде стеклянной колбы, являющейся тепловым замком. Спринклерная система обеспечивает повышение эффективности пожаротушения за счет введения быстродействующих элементов в общей цепи автоматической системы пожаротушения. 2 ил» [18].

«Наиболее близким объектом к заявленному по технической сущности

является устройство для пожаротушения, содержащее корпус и распределительную обойму с отверстиями, одно из которых выполнено в виде щели, установленной с возможностью поворота относительно корпуса. С помощью вращения обоймы устанавливаются одно из отверстий напротив выходного отверстия корпуса, обеспечивая требуемый режим подачи огнетушащей жидкости в очаг пожара» [18].

«Недостатком прототипа является невозможность создать оптимальную структуру потока при образовании пленочных завес большой протяженности, вследствие большой турбулизации потока на выходе щелевого отверстия и нарушения сплошности потока по мере удаления потока истекающей жидкости от упомянутого отверстия» [18].

«Технический результат - повышение эффективности пожаротушения за счет введения быстродействующих элементов в общей цепи автоматической системы пожаротушения» [18].

«Это достигается тем, что в спринклерной системе пожаротушения, состоящей из сети магистральных и распределительных трубопроводов, постоянно заполненной жидким огнетушащим составом с спринклерными оросителями, источник водоснабжения, представляющий собой резервуар с водой и систему водозабора с фильтром и насосом, два автоматических водопитателя, корпус спринклерного оросителя выполнен в виде штуцера со сквозным отверстием и резьбовой частью, переходящей в торцевую клапанную часть, при этом штуцер посредством осесимметричного кронштейна, состоящего из двух вертикальных объемных ребер жесткости и жестко связанных с ними двух наклонных призматических ребер, жестко соединен с полкой цилиндрической втулкой с внутренней резьбой, взаимодействующей с зажимным болтом, который поджимает стеклянную колбу к тарельчатому клапану, при этом с другой стороны к втулке перпендикулярно ее оси крепится распылительное устройство в виде розетки с лепестками, расположенными относительно друг друга с зазором, а осесимметрично, на стороне штуцера, противоположной резьбовой части, расположен через прокладку запирающий

тарельчатый клапан, связанный с элементом автоматического срабатывания на превышение заданной температуры в помещении, который выполнен в виде стеклянной колбы, являющейся тепловым замком» [18].

«Осесимметрично на штуцере, на стороне, противоположной резьбовой части, расположен через прокладку 18 запирающий тарельчатый клапан 17, связанный с элементом автоматического срабатывания на превышение заданной температуры в помещении, который выполнен в виде стеклянной колбы 15 диаметром 5 мм, являющейся тепловым замком. В зависимости от температуры срабатывания жидкость в колбе имеет определенный цвет: 68°C - красная, 57°C - оранжевая. Температура срабатывания выбирается в зависимости от категории защищаемого помещения. В случае удаления из предлагаемого оросителя термочувствительного элемента - колбы - он автоматически становится дренчерным оросителем» [18].

«Оросители могут быть выполнены следующих типов: с плоской розеткой, которые устанавливаются вертикально розеткой вниз; с вогнутой розеткой - устанавливаются вертикально вверх, и универсальные - устанавливаются как розеткой вниз, так и розеткой вверх. Все они представляют собой автоматические спринклеры колбового типа стандартного реагирования» [18].

«Спринклерная система пожаротушения, состоящая из сети магистральных и распределительных трубопроводов, постоянно заполненной жидким огнетушащим составом со спринклерными оросителями, источник водоснабжения, представляющий собой резервуар с водой и систему водозабора с фильтром и насосом, два автоматических водопитателя, отличающаяся тем, что корпус спринклерного оросителя выполнен в виде штуцера со сквозным отверстием и резьбовой частью, переходящей в торцевую клапанную часть, при этом штуцер жестко соединен с полый цилиндрической втулкой с внутренней резьбой, взаимодействующей с зажимным болтом, который поджимает стеклянную колбу к тарельчатому клапану, при этом с другой стороны к втулке, перпендикулярно ее оси, крепится распылительное

устройство в виде розетки с лепестками, расположенными относительно друг друга с зазором, а осесимметрично, на стороне штуцера, противоположной резьбовой части, расположен через прокладку запирающий тарельчатый клапан, связанный с элементом автоматического срабатывания, который выполнен в виде стеклянной колбы, являющейся тепловым замком» [18].

3 Повышение эффективности противопожарного водоснабжения в установках автоматического пожаротушения

3.1 Оценка эффективности использования технических средств пожаротушения

Изучив системы пожаротушения, выявили достоинства и недостатки спринклерной системы пожаротушения, так как именно они установлены на производстве «В0». Известно, что спринклерная система установленная на производстве сборки автомобилей на платформе «В0», больше всего защищает кровлю цеха, чем само производство. Кроме того, была установлена еще в 70-х годах, но работоспособность поддерживается техническими службами производства.

Спринклерные системы имеют ряд преимуществ:

- относительно невысокая стоимость системы и монтажных работ;
- экономный расход жидкости, поскольку подача воды осуществляется локально;
- безвредность для здоровья человека;
- возможность применять установку в помещениях любой площади;
- полностью автоматизированная система включения и контроля;
- отсутствие энергопотребления;
- минимальный процент беспричинных срабатываний;
- простота монтажа.

Но есть и недостатки:

- необходимость замены термочувствительных капсул после пожара;
- зависимость от работы водопроводной сети.
- срок службы 10 лет;
- большой расход огнетушащего вещества.

Недостатков ни так много и они не настолько критичны. Предлагаю модернизировать существующую систему пожаротушения и дополнительно

установить автоматическую водозаполненную спринклерную систему пожаротушения непосредственно для защиты производства.

3.2 Повышение эффективности противопожарного водоснабжения в установках автоматического пожаротушения на примере цеха сборки и установки силовых агрегатов на платформе «В0»

Исследования состояния пожарной безопасности цеха сборки и установки силовых агрегатов на платформе «В0» показал, что в нем есть установки автоматического пожаротушения, но они сильно устарели и требуют замены. Нормативные требования регламентируют обязательное устройство таких установок в исследуемом здании. Автоматическая установка пожаротушения должна обеспечивать:

срабатывание в течение времени менее начальной стадии развития пожара (критического времени свободного развития пожара);

локализацию пожара в течение времени, необходимого для введения в действия оперативных сил и средств;

тушение пожара с целью его ликвидации;

интенсивность подачи и(или) концентрацию огнетушащего вещества;

требуемую надежность функционирования (локализацию или тушение).

Алгоритм выбора типа АУПТ можно разделить на следующие основные этапы:

- Анализ исходных данных.
- Выбор огнетушащего вещества и способа пожаротушения
- Выбор типа установки.
- Расчет или обоснование основных конструктивных параметров АУПТ.
- Экономическое обоснование проектного варианта АУПТ из условия

минимизации затрат на создание установки или минимизации разницы между ущербом от пожара и затратами на установку и эксплуатацию АУПТ для конкретного объекта.

Основными огнетушащими веществами в настоящее время являются вода (водяная завеса, тонкораспыленная вода, водяной пар), газовые, пенные и порошковые огнетушащие составы, а также аэрозолеобразующие огнетушащие составы. Вода является одним из наиболее распространенных и наиболее универсальных средств пожаротушения. Она эффективна при тушении твердых горючих материалов, горящих газов, пожаров легко воспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей. Основным механизмом тушения пожаров водой является охлаждение за счет высокой удельной теплоты парообразования воды. Кроме того, при образовании в зоне горения водяного пара он снижает концентрацию кислорода и интенсивность потока свежего воздуха в очаге пожара. Таким образом, вода реализует такие механизмы пожаротушения как разбавление и изоляцию. Однако область применения воды может быть ограничена:

нельзя тушить щелочные, щелочноземельные металлы, карбид кальция и т.д., а также кислоты и щелочи, с которыми вода вступает в активную химическую реакцию;

нельзя тушить пожары с температурой 1800-2000 °С, т.к. при диссоциации паров воды на кислород и водород процесс горения интенсифицируется;

небольшие смачивающие способности воды, что снижает коэффициент ее использования в процессе тушения.

нельзя тушить пожары электроустановок водой с подачей высокой интенсивности, находящихся под высоким напряжением.

После выброса на очаг пожара требуемого объема воды, она формирует похожую на туман воздушно-водную взвесь. Кроме того, низкая стоимость, доступность, безопасность применения, удобство хранения и транспортировки, простота и регулируемость подачи в зону горения и другие положительные свойства в достаточной мере компенсируют вышеназванные недостатки воды. С учетом того, что системы водяного пожаротушения как правило требуют

незначительных экономических затрат на водоснабжение, насосные установки, водоотведение и прочее.

Если говорить о других огнетушащих веществах, то большинство газовых, пенных, порошковых и аэрозолеобразующих огнетушащих составов не могут обеспечить безопасность людей на защищаемом объекте при их эвакуации и в процессе пожаротушения. Некоторые современные составы, которые могут быть безопасны для людей, имеют достаточно высокую стоимость при монтаже и эксплуатации установок пожаротушения. С учетом особенностей защищаемого помещения, результатом выбора средств и способов пожаротушения будет являться применение водяная спринкерная установка пожаротушения с тушением по поверхности.

Останавливаем выбор на основных водопитателях для новой установки водяного пожаротушения, предохраняющей производство сборки и установки силовых агрегатов на платформе «В0».

Интенсивность орошения водой $I=0,4$ л/(м.с) по степени опасности развития пожара.

Площадь орошения спринклерным оросителем $F_{ор}=12$ м².

Выбираем тип оросителя и его ключевые параметры. Для этого определим требуемые напор и расход на диктующем оросителе.

$$Q = k \times H^{0,5} \quad (3.1)$$

Основываясь на полученных расчетов применяем в проектируемой установке спринклерный ороситель СВН-15.

Уточняем расход из оросителя:

$$q_1 = 10K \bar{P} \quad (3.2)$$

$$q_1 = 10 \times 0,77 \sqrt{0,075} = 2,079 \text{ л/с} \quad (3.3)$$

С определенным коэффициентом запаса принимаем л/с.

Исходя из этого, получаем начальные гидравлические параметры у диктующего оросителя.

При конструировании распределительных, питающих и подводящих сетей важно запомнить, что водяные АУПТ используются долгое время без замены трубопроводов. Поэтому, если нацеливаться на удельное гидравлическое сопротивление новых труб, через некоторое время спустя их шероховатость увеличивается, в результате, чего распределительная сеть уже не будет соответствовать расчетным параметрам по расходу и давлению. В связи с этим принимается средняя шероховатость труб.

Расход первого оросителя 1 является расчетным значением на участке между первым и вторым оросителями.

В виду этого, падение давления на участке составит:

$$P_{1-2} = A_{d25} Q_{1-2}^2 l_{1-2} = 0.306 \times (2,079)^2 \times 3 = 0,039 \text{ МПа} \quad (3.4)$$

Давление у оросителя 2: МПа.

Расход оросителя 2:

$$Q_1 = 10K \bar{P} = 10 \times 0,77 \overline{0,114} = 2,618 \frac{\text{л}}{\text{с}} \quad (3.5)$$

Расчетный расход на участке между первым и вторым оросителями, т.е. на участке составит.

По расходу воды определяются потери давления на участке:

$$P_{2-3} = A_{d32} Q_{2-3}^2 l_{2-3} = 0.066 \times (4,697)^2 \times 3 = 0,043 \text{ МПа} \quad (3.6)$$

Давление оросителя 3: МПа.

Расход оросителя 3:

$$q_1 = 10K \bar{P} = 10 \times 0,77 \overline{0,157} = 3,049 \text{ л/с} \quad (3.7)$$

Расчетный расход на участке между первым и третьим оросителями.

По расходу воды определяются потери давления на участке:

$$P_{3-4} = A_{d32} Q_{1-3}^2 l_{3-4} = 0.066 \times 7,746^2 \times 3 = 0,11 \text{ МПа} \quad (3.8)$$

Потери давления на участке водопровода при мм очень высокие, поэтому на участке принимаем диаметр трубопровода мм. Тогда:

$$P_{3-4} = A_{d40} Q_{1-3}^2 l_{3-4} = 0.0312 \times (7,746)^2 \times 3 = 0,056 \text{ МПа} \quad (3.9)$$

Давление оросителя 4: МПа.

Расход оросителя 4:

$$Q_1 = 10K \bar{P} = 10 \times 0,77 \overline{0,213} = 3,56 \text{ л/с} \quad (3.10)$$

В следствие чего, даже малейшего изменение спецификации распределительного и питающего трубопроводов в сторону уменьшения диаметра приводит в меру существенному изменению давления, что требует эксплуатации пожарного насоса с большим давлением подачи.

Расчетный расход на участке между первым и четвертым оросителями, т.е. на участке, составит: л/с.

По расходу воды определяются потери давления на участке (м):

$$P_{4-a} = A_{d40} Q_{1-4}^2 l_{4-a} = 0.0312 \times (11,306)^2 \times 1,5 = 0,059 \text{ МПа} \quad (3.11)$$

Давление в точке а: МПа.

Давление в точке а: МПа.

Участок принимаем аналогичным участку, т.е. диаметры и длина трубопроводов будут равны:

участок а-5: мм; м;

участок 5-6: мм; м;

участок 6-7: мм; м.

Правая ветвь несимметрична левой ветви. Удельная гидравлическая характеристика правой ветви распределительного трубопровода зависит от диаметров участка трубопровода между оросителями 7-6, 6-5 и между оросителем 5 и т. а (5-а).

Давление правой ветви с оросителями 5-7 в т. а должно быть равно давлению левой ветви с оросителями 1-4, т.е. МПа.

Расход в правой ветви рядка I при давлении 0,272 МПа составит:

$$Q_{a-7} = \sqrt{B_{a-7} \times P_a} \quad (3.12)$$

где B_{a-7} - гидравлическая характеристика правой ветви.

При условии симметричности левой и правой ветвей рядка I (по три оросителя в каждой ветви) расход должен быть аналогичным расходу, т.е. =7,746 л/с.

Давление оросителя 5 аналогично давлению у оросителя 3.

По расходу определяются потери давления на участке:

$$P_{a-5} = A_{d40} Q_{5-7}^2 l_{a-5} = 0.0312 \times (7,746)^2 \times 1,5 = 0,03 \text{ МПа} \quad (3.13)$$

Тогда давление в т. а для правой ветки составит.

Гидравлическая характеристика правой ветви:

$$B_{a-7} = \frac{Q_{a-5}^2}{P_a^1} = \frac{(7,746)^2}{0,187} = 320 \quad (3.14)$$

Таким образом, расчетный расход правой ветки составит:

$$Q_{a-7} = \sqrt{B_{a-7} \times P_a} = \sqrt{320 \times 0,272} = 17,88 \text{ л/с} \quad (3.15)$$

Общий расход:

$$Q_a = \sum q_i = Q_{1-a} + Q_{a-7} = 11,306 + 17,88 = 29,186 \text{ л/с} \quad (3.16)$$

т.е. истинный максимальный расход АУП будет составлять не 10, а 29,2 л/с.

Принимается диаметр питающего трубопровода на участке мм.

По расходу определяются потери давления на участке:

$$P_{a-b} = A_{d50} Q_a^2 l_{a-b} = 0,0078 \times (29,2)^2 \times 2,9 = 0,19 \text{ МПа} \quad (3.17)$$

Поскольку потери давления на участке достаточно велики, то принимаем диаметр питающего трубопровода мм.

Тогда потери давления на участке составят:

$$P_{a-b} = A_{d70} Q_a^2 l_{a-b} = 0,00202 \times (29,2)^2 \times 2,9 = 0,05 \text{ МПа} \quad (3.18)$$

Давление составит: МПа.

Так как гидравлические характеристики выполненных конструктивно одинаково, определяется по обобщенной характеристике расчетного участка трубопровода:

$$B_1 = \frac{Q_1^2}{P_a} = \frac{(29,2)^2}{0,272} = 3134 \quad (3.19)$$

Расход воды определяется по формуле:

$$Q_{\parallel} = \overline{V_1 \times P_b} = \overline{3134 \times 0,322} = 31,7 \text{ л/с} \quad (3.20)$$

Общий расход двух линий.

Расчет всех следующих линий, если они выполнены конструктивно одинаково, проводится по аналогичному алгоритму.

Так как гидравлические характеристики рядков, выполненных конструктивно одинаково, равны, характеристика определяется по обобщенной характеристике расчетного участка трубопровода:

$$B_1 = \frac{Q_1^2}{P_a} = \frac{(29,2)^2}{0,272} = 3134 \quad (3.21)$$

Расход воды определяется по формуле:

$$Q_{\parallel} = \overline{V_1 \times P_b} = \overline{3134 \times 0,322} = 31,7 \text{ л/с} \quad (3.22)$$

Относительный коэффициент расходов II и I.

По расходу определяются потери давления на участке:

$$P_{b-c} = A_{d80} Q_b^2 l_{b-c} = 0,00082 \times (31,7)^2 \times 2,9 = 0,02 \text{ МПа} \quad (3.23)$$

Давление составит: МПа.

Так как гидравлические характеристики выполнены конструктивно одинаково, определяется по обобщенной характеристике расчетного участка трубопровода рядка II:

$$B_{\parallel} = \frac{Q_2^2}{P_b} = \frac{(31,7)^2}{0,322} = 3051 \quad (3.24)$$

Расход воды определяется по формуле:

$$Q_{\parallel} = \overline{V_{\parallel}} \times \overline{P_c} = 3051 \times 0,342 = 32,3 \text{ л/с} \quad (3.25)$$

Общий расход. По ранее действующим установкам автоматического пожаротушения расход спринклерной АУП определяется как произведение нормативной интенсивности орошения на площадь для расчета расхода воды, т.е. расход должен быть равен.

Если для спринклерной АУП условно площадь для расчета расхода принять 160 м^2 , то её общий расход из трех рядков составит $93,2 \text{ л/с}$.

Требуемое давление (напор), которое должна обеспечить насосная установка, определяется по формуле

$$P = P_O + P_T + P_M + P_{yy} + P_H + P_Z + P_{BX} \quad (3.26)$$

Требуется подобрать насос для спринклерной установки со следующими параметрами гидравлической сети:

общий расход АУП составляет $36 \text{ м}^3/\text{ч}$

давление у диктующего оросителя $P=0,075 \text{ МПа}$

линейные потери давления в подводящем и питающем трубопроводе $P_T=0,942 \text{ МПа}$

местные потери давления в трубопроводе $P_M=0,001 \text{ МПа}$

потери давления в спринклерном узле управления $P_{yy}=0,19 \text{ МПа}$

потери давления в насосной установке $P_H=0,6 \text{ МПа}$

давление эквивалентное геометрической высоте диктующего оросителя $P_Z=0,0036 \text{ МПа}$

давление внешней магистральной сети $P_{BX}=0,642 \text{ МПа}$

$$P = 0,075 + 0,942 + 0,001 + 0,19 + 0,6 + 0,0036 - 0,642 = 1,17 \text{ МПа}$$

По расходу $Q=93,2$ л/с и давлению $P=1,17$ МПа выбираем два насоса, одноступенчатый центробежный насос (с числом оборотов 2900 об/мин), один основной, второй резервный.

Характеристики рекомендуемого одноступенчатого центробежного насоса были выбраны из базы патентного поиска, представлен на рисунке 1.

«В патенте RU 57393 U1 описан центробежный насос с рабочим колесом двухстороннего входа, спиральной отвод, образованный полостями в крышке и в корпусе, а также сменный направляющий аппарат с 4-мя предлагаемыми вариантами конструктивного выполнения. Отмечено, что применение направляющего аппарата в сменном блоке с рабочим колесом двустороннего входа позволяет получить максимальный КПД в диапазоне подач от $0,3 Q_{ном}$ до $1,25 Q_{ном}$ с обеспечением требуемых напоров, минимальных радиальных сил и вибраций, т.к. при расчете этого блока на заданные параметры получается оптимальная проточная часть» [15].

«Однако подвод и отвод в каждом описанном конструктивном выполнении рассчитаны на максимальную подачу, входные условия каждого рабочего колеса согласованы с выходными условиями подвода, а выходные условия каждого направляющего аппарата - с одним и тем же спиральным отводом, который выполнен в виде полостей в крышке и в корпусе, что определяет такие же недостатки, как и описанные выше, связанные с использованием одного и того же спирального отвода, т.к. преобразование энергии жидкости происходит по всей длине отвода, рассчитанного в свою очередь не на оптимальную, а на максимальную подачу. Даже при условии оптимального взаимодействия рабочего колеса и направляющего аппарата в таком насосе неизбежны потери энергии, поскольку после прохождения жидкости через рабочее колесо и направляющий аппарат она поступает в отвод, рассчитанный только на один режим. Кроме того, в случае необходимости замены такого уже действующего насоса, установленного на магистрали, на насос с другими расчетными характеристиками необходимо произвести также демонтаж трубопровода, что является трудоемкой операцией, требующей

вложения дополнительных денежных средств к стоимости нового насоса, а необходимость использования направляющих аппаратов усложняет конструкцию насоса, повышает стоимость его изготовления и увеличивает неблагоприятное шумовое воздействие на окружающую среду» [15].

«Заявляемое изобретение направлено на создание одноступенчатого центробежного насосного агрегата с максимально возможным КПД на режимах, отличных от номинальных, при упрощении его конструкции и придании ей универсальности» [15].

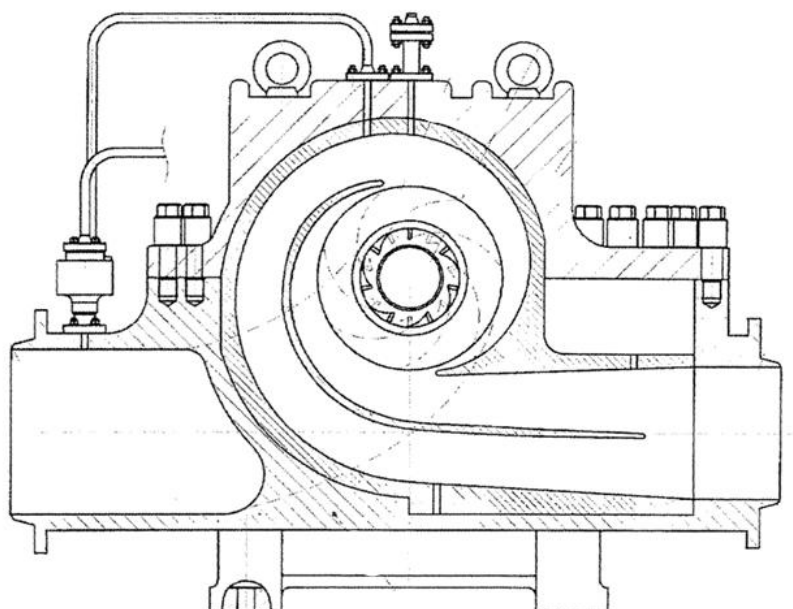


Рисунок 1 - Центробежный насос с рабочим колесом

«Указанный технический результат обеспечивается за счет того, что одноступенчатый центробежный насосный агрегат включает центробежный одноступенчатый насос двухстороннего входа, приводной электродвигатель, муфту, соединяющую их валы, опорную раму для крепления насоса и электродвигателя, корпус, состоящий из основания и крышки, входной и выходной патрубки, ротор с рабочим колесом, установленный в опорных подшипниках, и спиральный отвод, При этом, согласно изобретению,

спиральный отвод выполнен в виде отдельной самостоятельной детали, а части его внешней поверхности, предусмотренные для размещения в выполненных для этого ложементов крышки и корпуса, соответствуют форме поверхностей этих ложементов, причем рабочее колесо и спиральный отвод выполнены попарно сменными, а параметры рабочего колеса и спирального отвода в каждой паре рассчитываются на максимальное значение эффективности (максимум КПД) при обеспечении требуемой подачи и напора. Предпочтительно выполнять сменные спиральные отводы литыми в виде единой литой детали с разделительной перегородкой, разделяющей поток жидкости по ходу движения» [15].

«Реализованная в конструкции насоса возможность использования пары «рабочее колесо - спиральный отвод», которая рассчитана, изготовлена для работы в оптимальном режиме, способствует минимизированию радиальных сил, действующих на ротор, что, соответственно, способствует работе насоса с низкими вибрациями и повышает его надежность» [15].

«Преимущество заявленного изобретения, касающееся возможности использования одного и того же корпуса для получения насосов с разными характеристиками, определяется тем, что он является базовой деталью и представляет собой сложную отливку из углеродистой, или нержавеющей стали, состоящую из собственного корпуса и крышки. Поэтому в случае изменения условий эксплуатации (уменьшения напора на уже действующей магистрали, или изменения расхода через уже действующую магистраль) нет необходимости или неэффективно использовать уже действующий насос, или демонтировать его и устанавливать новый, рассчитанный на новые условия. Достаточно установить новую пару «рабочее колесо-отвод», рассчитанную на новые условия эксплуатации, в уже имеющийся корпус и получить насос с новыми соответствующими расчетными характеристиками. Тем самым происходит значительная экономия денежных средств в связи с отсутствием необходимости демонтировать старый насос и изготавливать новый насос в новом корпусе. Особенно актуально решение проблемы получения насоса с

новыми характеристиками на базе старого в связи с отсутствием необходимости демонтажа трубопровода, на котором установлен и действует старый насос» [15].

«Кроме того, реализованная в насосе возможность замены рабочих колес для использования их в оптимальном режиме позволяет продлевать срок службы всего насоса, т.к. рабочие колеса являются быстроизнашиваемыми деталями, а их можно изготавливать из дорогостоящих высокопрочных износостойких материалов, например из стали 20Х13, 12Х18Н12МЗТЛ, или аналогичных сталей и материалов» [15].

«Поскольку разъем корпуса насоса горизонтальный, обеспечивается возможность вскрытия, осмотра, ремонта, замены отдельных деталей и всего ротора без демонтажа трубопроводов, т.к. напорный и всасывающий патрубки подсоединены к нижней части корпуса» [15].

«Таким образом, заявленное изобретение в представленной совокупности признаков, каждый из которых выполняет свою функцию, обеспечивает создание одноступенчатого центробежного насосного агрегата с максимальным КПД на режимах, отличных от номинального, при упрощении его конструкции, придании ей универсальности, долговечности, удобства эксплуатации» [15].

«Одноступенчатый центробежный насосный агрегат, включающий центробежный одноступенчатый насос двухстороннего входа, приводной электродвигатель, муфту, соединяющую их валы, опорную раму для крепления насоса и электродвигателя, при этом насос содержит корпус, состоящий из основания и крышки, входной и выходной патрубки, ротор с закрепленным на нем рабочим колесом, установленный в опорных подшипниках, и спиральный отвод, отличающийся тем, что спиральный отвод выполнен в виде отдельной самостоятельной детали, а части его внешней поверхности, предусмотренные для размещения в выполненных для этого ложементов крышки и корпуса, соответствуют форме поверхностей этих ложементов, при этом рабочее колесо и спиральный отвод выполнены попарно сменными, причем параметры рабочего колеса и спирального отвода в каждой паре рассчитываются на

максимальное значение эффективности при обеспечении требуемой подачи и напора» [15].

«Одноступенчатый центробежный насосный агрегат по п. 1, отличающийся тем, что сменные спиральные отводы выполнены в виде единой литой детали и содержат разделительную перегородку, разделяющую поток жидкости по ходу движения» [15].

Замечания по расчетам оценки эффективности спринклерных оросителей. Использование спринклерной АУП допускается, если к моменту активации первого спринклерного оросителя площадь пожара S_p не превышает площади $S_{лик}$, защищаемой одним оросителем: $S_p < S_{лик}$.

Выполнение данного условия не может означать тушение пожара, т.к. при расчете принимается, что очаг находится посередине между двумя оросителями, а площадь пожара имеет круговую форму. В случае если к моменту активации первого оросителя площадь пожара не превышает площадь ликвидации защищаемой одним оросителем, это будет означать, что при активации этого оросителя будет производиться тушение только половины очага пожара. Также, в случае, когда очаг пожара находится по центру квадрата образованного 4-мя оросителями вскрытие одного оросителя означает тушение лишь четверти очага пожара.

Техническим предложением по улучшению источников АУПТ является установка линии водоснабжения параллельно действующей водяной спринклерной установки. В новую систему необходимо будет установить спринклерные установки розеткой вниз для защиты самого производства. Не стоит забывать о поддержании уже имеющейся системы АУПТ, которая больше всего предназначена для защиты кровли цеха.

Для этого нужно усовершенствовать противопожарное состояние производства, устранения нарушений требований правил пожарной безопасности, осуществляющих управление цеха и непосредственно производства, по предотвращению пожаров, предлагается рекомендовать руководству предприятия, а именно начальникам пожарных частей ПЧ 36 и ПЧ

37. Отделению надзорной деятельности организовать и провести внеочередную проверку противопожарного состояния и прилегающих к нему территорий с проведением комплекса мероприятий по предупреждению пожаров и гибели людей.

На основе усовершенствования автоматического пожаротушения были проведены расчеты параметров пожарной нагрузки для достижения температуры под перекрытием защищаемого помещения. Расчетная площадь горения и свободная площадь модельного очага имеют близкие значения, что свидетельствует о правильности проведенных нами расчетов. С целью полного обоснования теоретических расчетов требуется проведение масштабных огневых испытаний, позволяющих в максимальной степени приблизить модельный очаг к расчетной модели, используемой при проведении оценки эффективности системы спринклерного пожаротушения.

Система показала свою эффективность в части снижения затрат времени и сил специалистов на ее эксплуатацию и в части снижения возможного ущерба при пожарах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью исследования в данной работе являлось исследование и повышение эффективности работы противопожарного водоснабжения в автоматических установках пожаротушения.

При этом были выполнены следующие задачи:

1. Выполнен анализ пожарно-технических характеристик исследуемого объекта
2. Выполнен анализ пожарной нагрузки и выявить наиболее пожароопасные участки цеха
3. Рассмотрены недостатки и преимущества основных применяемых систем автоматического пожаротушения.
4. Предложены способы повышения эффективности работы противопожарного водоснабжения в системах пожаротушения.

Вследствие работы над магистерской диссертацией проанализированы ключевые элементы и функции системы предоставления пожарной безопасности, разновидности огнегасящих элементов, их плюсы и минусы.

По итогам проведенных мероприятий предложены действия по увеличению эффективности противопожарного водоснабжения систем пожаротушения, что достигается за счет внедрения одноступенчатого центробежного насосного агрегата с максимально возможным КПД на режимах, отличных от номинальных, при упрощении его конструкции и придании ей повышенной надежности, при минимальных радиальных сил и вибраций, т.к. при расчете этого блока на заданные параметры получается оптимальная проточная часть.

Вследствие проведенного исследования, в рамках магистерской диссертации предложено к монтажу в цехе сборки и установки силовых агрегатов новое оборудование для АУПТ.

Предлагаемое техническое решение надежно в эксплуатации. Оно обеспечивает немедленную локализацию пожаротушения с одновременным

оповещением о возгорании. Его действие происходит автоматически, без участия людей и специальных систем оповещения. Немаловажным фактором является преимущество простоты в обслуживании возможность минимизировать расходы на восстановление системы пожаротушения после устранения возгорания. Устройство может использоваться как при создании новых автономных систем пожаротушения, так и для усовершенствования штатных систем пожаротушения без кардинального изменения их структуры для повышения надежности защиты от возникновения пожара на начальной стадии возгорания.

Функционирование производства характеризуется множеством фактором, из которых одним из первых являются непрерывность технологического процесса всех цехов и производств и обеспечение безопасности на территории всего завода. Обеспечение безопасности - отдельная структурированная отрасль и специализация, работающая ради своевременного технологического устройства процесса рабочей деятельности. Данные предложения по увеличению производительности систем пожаротушения цехов сборки станут применяться при постройке новейших производственных площадок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник руководителя тушения пожара (РТП). В. П. Иванников, П. П. Ключ - [Электронный ресурс]. — URL: <http://samzan.ru/214929> (Дата обращения: 2.06.19).

2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности - [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 (ред. от 27 декабря 2018 г). — URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/12161584> (Дата обращения: 4.06.19).

3. Legan, M. A. Experience in implementation of training programme continuing professional education "fire safety" on combined form / M. A. Legan, T. A. Yatsevich, A. V. Kozlova, S. G. Yun // Novosibirsk state technical university. — 2013. — с. 640–650. — библиогр.:с. 640-650.

4. Справочная правовая система КонсультантПлюс - [Электронный ресурс]. — ФЗ от 10.01.2002г. №7-ФЗ (с изменениями на 28 декабря 2016 года) Об охране окружающей среды URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=314915&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.7778028018998953#03337258445057705> (Дата обращения: 3.06.19).

5. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению - [Электронный ресурс]. — ГОСТ Р ИСО 14001-2016 URL: <https://tk-servis.ru/uploads/files/ntd-20170312-135459.pdf> (Дата обращения: 5.06.19).

6. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы - [Электронный ресурс]. —Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 декабря 2014 г. N 1100н URL: http://89.mchs.gov.ru/upload/site61/document_file/WYdY0S9GBM.rtf (Дата обращения: 8.06.19).

7. Об утверждении порядка тушения пожара подразделениями Пожарной охраны - [Электронный ресурс]. — Приказ Государственной Противопожарной службы МЧС России №156 от 31.03.2011 года МЧС России URL: <http://base.garant.ru/55171543> (Дата обращения: 6.06.19).

8. Об утверждении Порядка организации службы в подразделениях пожарной охраны» от 05.04.2014 г. - [Электронный ресурс]. — Приказ МЧС РФ № 167 URL: <http://base.garant.ru/12186560> (Дата обращения: 7.06.19).

9. Программа подготовки личного состава подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России от 29.12.2003 г. // - [Электронный ресурс]. —URL: <http://textarchive.ru/c-2682244.html> (Дата обращения: 10.06.19).

10. Методические рекомендации по составлению планов и карточек тушения пожаров г. - [Электронный ресурс]. — Письмо МЧС России № 43-1965-18 Справочная правовая система «ТЕХЭКСПЕРТ» от 01.03.2013 URL: <http://docs.cntd.ru/document/499028650> (Дата обращения: 11.06.19).

11. Организация эксплуатации техники, Техническое обслуживание, Ремонт пожарных автомобилей - [Электронный ресурс]. — Приказ МЧС России от 18 сентября 2012 года N 555 URL: <https://nachkar.ru/prikaz/555-2.htm> (Дата обращения: 14.06.19).

12. Методика и примеры технико-экологического обоснования противопожарных мероприятий К СНиП 21-01-97 - [Электронный ресурс]. — МДС 21-3.2001 URL:<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=8800#0> (Дата обращения: 13.06.19).

13. О противопожарном режиме - [Электронный ресурс]. — Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 25.04.12 № 390 URL: <http://docs.cntd.ru/document/902344800> (Дата обращения: 16.06.19).

14. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей - [Электронный ресурс]. — Федеральный закон от 22.08.1995 г. № 151 URL: <http://docs.cntd.ru/document/9013096> (Дата обращения: 18.06.19).

15. Патент № 2616328 Российская Федерация. Одноступенчатый центробежный насосный агрегат / Кушнарев В.И., Кушнарев И.В., Обозный Ю.С., заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Нефтекамский машиностроительный завод" (ООО "НКМЗ") (RU); заявлено 15.02.2015 г.; опубликовано 27.06.2016 г. [Электронный ресурс]. — URL: <https://patentdb.ru/patent/2616328> (Дата обращения: 24.06.19).

16. Патент № 2023457 Российская Федерация. Автоматическая система пожаротушения /Харин Василий Вальеривич., заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Нефтекамский машиностроительный завод" (ООО "НКМЗ") (RU); заявлено 15.02.2015 г.; опубликовано 27.06.2016 г. [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2023457> (Дата обращения: 24.06.19).

17. Расчет экономической эффективности противопожарных мероприятий - [Электронный ресурс]. — URL: http://studopedia.ru/4_174956_raschet-ekonomicheskoy-effektivnosti-protivopozharnih-meropriyatiy.html. (Дата обращения: 19.06.19).

18. Патент № 2405606 Сплинклерная система пожаротушения Российская Федерация. Автоматическая система пожаротушения /Кочетов Олег Савельевич Василий Вальеривич., заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Нефтекамский машиностроительный завод" (ООО "НКМЗ") (RU); заявлено 15.02.2015 г.; опубликовано 27.06.2016 г. [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2405606> (Дата обращения: 24.06.19).

19. Справочник руководителя тушения пожара (РТП). В. П. Иванников, П. П. Ключ - [Электронный ресурс]. — URL: https://zinref.ru/000_uchebniki/03850pojarnoe_delo/003_spr_rukovoditela_tushenia_pojara_ivannikov/002.htm (Дата обращения: 2.06.19).

20. Semyroz, N. H. Fire safety of high-rise construction URL: https://www.researchgate.net/publication/303907744_Fire_Safety_in_High_Rise_Buildings (Дата обращения: 20.06.19).

21. Cheeda, V.K. Influence of height of confined space on explosion and fire safety / V. K. Cheeda, A. Kumar, K. Ramamurthi // Aerospace engineering department, it madras, Chennai mechanical engineering department, it madras, Chennai. – 2015. – с. 31-38. – библиогр. с. 31-38.

22. Król, P. Sources of uncertainty in the fire safety assessment of steel structures / Król P. // Politechnika Warszawska. – 2015. – с. 65-86. – библиогр.: с. 65-86.

23. Аксютин, В.П. Пожарная безопасность пассажирских вагонов / В.П. Аксютин, Н.А. Шелудько. - М.: Трансинфо, 2009. - 224 с.

24. Бадагуев, Б.Т. Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, журналы, протоколы, планы, инструкции / Б.Т. Бадагуев. - М.: Альфа-Пресс, 2014. - 720 с.

25. Баратов, А.Н. Пожарная безопасность / А.Н. Баратов, В.А. Пчелинцев. М.: ЮНИТИ, 2006. – 144 с.

26. Бондаренко, А.П. Чрезвычайные ситуации и защита от них / А.П. Бондаренко. - М.: ЮНИТИ, 2000. - 266 с.

27. Брушлинский, Н.Н. Пожарные риски / Н.Н. Брушлинский. - М.: Альфа-Пресс, 2004. - 246 с.

28. Бубыря, Н.Ф. Машины и аппараты пожаротушения / Н.Ф. Бубыря – М.: Альфа-Пресс, 1972. – 528 с.

29. Гринберг, М.С. Преступления против общественной безопасности / М.С. Гринберг. - М.: ЮНИТИ, 1974. - 177 с.

30. Гринин, А. С. Пожарная и взрывная безопасность / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. - М.: ЮНИТИ, 2002 - 240с.

31. ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения – Введ. с 01.07.1982 г. – Москва: Изд-во стандартов ИПК, 2001 г. – 22 с.

32. 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» – Введ. от 01.03.2017 г. – Москва: Стандартиформ, 2017 г. – 77 с.

33. ГОСТ 12.1.010-76 «Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования» – Введ. от 01.01.1978 г. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002 г. – 45с.

34. ГОСТ Р 51057-2001. Пожарная техника. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний – 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.

35. ГОСТ 27331 Пожарная техника. Классификация пожаров – Введ. 01.01.1988 г. – Москва: Издательство стандартов 1988 г. – 65 с.

36. Пожарная безопасность. Общие требования - [Электронный ресурс]. — ГОСТ 12.1.004-91 [URL:http://docs.cntd.ru/document/9051953](http://docs.cntd.ru/document/9051953) (Дата обращения: 20.06.19).

37. Климушин, Н.В. Противопожарная защита зданий повышенной этажности / Н.В. Климушин. - Стройиздат.: 1989. - 192 с.

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

39. Организация и управление противопожарной безопасностью // Безопасность жизнедеятельности: Учебник /Под ред. Э. А.Арустамова.

40. Горина Л.Н. Моделирование системы экологической и пожарной безопасности человека в образовательном процессе / Горина Л.Н., Н.Е. Данилина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2012. Т. 14. № 2-4. С. 884-887. ПОТ Р М-017-2001. Межотраслевые правила по охране труда при

окрасочных работах - утверждены постановлением Министерством труда и социального развития Российской Федерации от 10.05.2001 г. № 37.

41. Повзник, Я.С. Пожарная тактика / Я.С. Повзник. - М.: ЗАО "Спецтехника", 2004. - 416с.

42. О противопожарном режиме» вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации» - [Электронный ресурс]. — Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 г. № 390, (ред. от 21.03.2017 г.) // СПС Консультант плюс URL:// <http://www.consultant.ru/> (Дата обращения: 22.06.19).

43. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования предприятий отрасли, подлежащих защите автоматическими установка пожаротушения и автоматическими сигнализациями - [Электронный ресурс]. — // Электронный фонд // URL:<http://docs.cntd.ru> (Дата обращения: 22.06.19).

44. Патент № 2485988 Российская Федерация. Модуль пожаротушения / 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.

45. Патент № 2195985 Российская Федерация. Модуль порошкового пожаротушения / 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.

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

47. Русак, О.Н. Безопасность жизнедеятельности / О.Н. Русак. - СПб.: МАНЭБ, 2005. - 374 с.

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

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

50. Смирнов, С.Н. Противопожарная безопасность / С.Н. Смирнов. - М.: ДиС, 2010. - 144 с.

51. Собурь, С.В. Пожарная безопасность предприятия: Курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие / С.В. Собурь. - М.: ПожКнига, 2012. - 480 с.

52. Собурь, С.В. Установки пожаротушения автоматические: Справочник / С.В. Собурь – М.: Спецтехника, 2003 - 134с.

53. Собурь, С.В. Огнетушители: Справочник / С.В. Собурь – М.: Пожкнига, 2004 – 96с.

54. Соломин, В.П. Пожарная безопасность: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин, О.Н. Русак; Под ред. Л.А. Михайлов. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 224 с.

55. Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа: Рекомендации. / М.: ВНИИПО, 2004. - 96 с. (Разработаны ФГУ ВНИИПО МЧС России).

56. Степанов, К.Н. Справочник: Пожарная техника / К.Н. Степанов, Я.С. Повзик, И.В. Рыбкин. - М.: ЗАО "Спецтехника", 2003, 400 с.

57. Расчет необходимого времени эвакуации людей из помещений при пожаре: Рекомендации. - М.: ВНИИПО МВД СССР, 1989. - 22 с.

58. СНиП РК 2.02-15-2003 «Пожарная автоматика зданий и сооружений» – Приняты и введены Приказом Комитета по делам строительства МИТ РК от 24.12.2003 г. № 467.

59. СНиП 3.05.01-85. Пособие по производству и приемке работ при устройстве систем вентиляции и кондиционирования воздуха – Утверждено приказом Минмонтажспецстроя СССР от 25.08.1987 г. № 121.

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

61. Терещнев, В.В. Пожарная тактика. Основы тушения пожара / В.В. Терещнев, А. В. Подгрушный. – М.: Директ-Медиа, 2009. – 512с.

62. Тимкин, А. В. Основы пожарной безопасности: учебное пособие / А.В.Тимкин. - Директ-Медиа, 2015 - 267с.

63. Уайзман, Дж. Полное руководство по выживанию / Дж. Уайзман. - М.: Астрель, 2007. - 576 с.

64. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования - [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.3.046-91. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003194> (Дата обращения: 20.06.19).

65. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с изменением №1) - [Электронный ресурс]. — СП 5.13130.2009. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293830/4293830463.htm> (Дата обращения: 25.06.19).

66. О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием государственного управления в области пожарной безопасности - [Электронный ресурс]. — Федеральный закон от 25.07.2002 № 116-ФЗ (ред. от 02.05.2015) //СПС Консультант плюс// URL:<http://www.consultant.ru/> (Дата обращения: 24.06.19).

67. О пожарной безопасности - [Электронный ресурс]. — Федеральный закон от 08.03.2015 № 37-ФЗ, О внесении изменения в статью 5 Федерального закона //СПС Консультант плюс// URL:<http://www.consultant.ru/> (Дата обращения: 24.06.19).

68. О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях - [Электронный ресурс]. — Федеральный закон от 28.12.2009 № 380-ФЗ (ред. от 08.03.2015) //СПС Консультант плюс //

URL: <http://www.consultant.ru/> (Дата обращения: 24.06.19).

69. О пожарной безопасности - [Электронный ресурс]. — Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ (ред. от 28.05.2017) // СПС Консультант плюс. // URL: <http://www.consultant.ru/> (Дата обращения: 24.06.19).

70. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» - [Электронный ресурс]. — Федеральный закон от 27.07.2008 г. № 123-ФЗ // СПС Консультант плюс // URL: <http://www.consultant.ru/> (Дата обращения: 26.06.19).

71. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» - [Электронный ресурс]. — Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ // СПС Консультант плюс // URL: <http://www.consultant.ru/> (Дата обращения: 26.06.19).

72. Хван, Т.А. Безопасность жизнедеятельности / Т.А. Хван, П.А. Хван. - Ростов н/Д: Феникс, 2004. - 356 с.

73. Шишкин, Н.К. Безопасность в чрезвычайных ситуациях / Н.К. Шишкин. - М.: ГУУ, 2000. - 328 с.

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

75. Ястребов, Г.С. Безопасность жизнедеятельности и медицина катастроф / Г.С. Ястребов. - Ростов-на-Дону.: 2005. - 416 с.

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

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

78. Руководство «Блок индикации системы пожаротушения С2000-ПТ» - «С2000-ПТ» АЦДР.426469.015-02 ЭТ Изм.12 АЦДР.5347-16 от 10.05.2016 г. — 12 с.

79. Руководство «Блок контрольно-пусковой С2000-КПБ» - «С2000-КПБ» АЦДР.425412.003 ЭТ Изм.22 АЦДР.5680-14 от 19.12.2014 г/ 16 с.

80. Научный электронный сайт SamZan [Электронный ресурс]. – URL <http://samzan.ru/11591> (Дата обращения: 27.06.09).

81. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникации им. проф. М.В. Бонч-Бруевича сайт Sut - [Электронный ресурс]. — URL:<http://www.sut.ru/> (Дата обращения: 27.06.09).

82. Научный сайт пожаротушения Pozhproekt - [Электронный ресурс]. — URL:<http://pzhproekt.ru/> (Дата обращения: 27.06.09).

83. Об утверждении свода правил. Определение категорий помещений, здания и наружных установок по взрывопожарно и пожарной опасности - [Электронный ресурс]. — Приказ МЧС РФ от 25.03.2009 г. № 182 (ред. от 09.12.2010 г.) (вместе с СП 12.1313.2009). // СПС Консультант плюс // URL:<http://www.consultant.ru> (Дата обращения: 28.06.09).

84. Интернет клуб пожарных спасателей Fireman.club - [Электронный ресурс]. — URL:<https://fireman.club> (Дата обращения: 27.06.09).

85. Интернет сайт по охране труда в России Технодок.ру - [Электронный ресурс]. — URL:<http://www.tehdoc.ru/> (Дата обращения: 27.06.09).

86. Официальный сайт академии государственной противопожарной службы МЧС России Academygps - [Электронный ресурс]. — URL:<http://academygps.ru/> (Дата обращения: 27.06.09).

87. Положение о добровольных пожарных дружинах на промышленных предприятиях и других объектах министерств и ведомств - [Электронный ресурс]. — Правила пожарной безопасности для предприятий автотранспорта. ВППБ 11.01.96. утв. Минтранс РФ 29.12.1995 г., вместе с утв. МВД СССР // СПС Консультант плюс // URL: <http://www.consultant.ru> (Дата обращения: 28.06.09).

88. Burke, R. Fire Protection: Systems and Response. / Robert Burke. – CRC. : 2007. – 312p.

89. Buchanan, A.H. Structural Design for Fire Safety / A.H. Buchanan Kwabena Abu A. - John Wiley and Sons Ltd. : 2017. – 438p.

90. Cox, G. Field Modelling of Fire in Forced Ventilated Enclosures / S. Kumar, G.Cox. Comb. Science and Tech. - 1987. -192p.

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

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

93. Method for Increasing the Efficiency of Automatic Fire Extinguish System at Objects Of Power. — URL: https://www.researchgate.net/publication/287965831_Method_for_Increasing_the_Efficiency_of_Automatic_Fire_Extinguish_System_at_Objects_Of_Power (Дата обращения: 30.06.09).

94. Regarding the ballistic designing of fire extinguishing system. — URL: https://www.researchgate.net/publication/333194347_REGARDING_THE_BALLISTIC_DESIGNING_OF_FIRE_EXTINGUISHING_SYSTEM (Дата обращения: 30.06.09).

95. The Automatic Fire Extinguishing in a Big Shopping Mall. — URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_37638925_97199532.pdf (Дата обращения: 30.06.09).

96. Automatic fire extinguishing system (AUPT). — URL: <https://ilovevaquero.com/domashniy-uyut/8790-ustanovka-avtomaticheskogo-pozharotusheniya-aupt.html> (Дата обращения: 30.06.19).

97. Automatic Water Sprinkler System – Marine Engineering. — URL: <https://marineengineeringonline.com/automatic-water-sprinkler-system/> (Дата обращения: 30.06.19).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схема водопровода и расстановки оросителей

